



MODERNISASI BENGKEL LABORATORIUM KEJURUAN ABAD 21



SMK
BISA-HEBAT
SIAP KERJA • SANTUN • MANDIRI • KREATIF



Modernisasi Bengkel Laboratorium Kejuruan Abad 21

Pengarah:

Dr. Ir. M Bakrun, MM
Direktur Pembinaan SMK

Penanggung Jawab

Arie Wibowo Khurniawan, S.Si. M.Ak.
Kasubdit Program dan Evaluasi, Direktorat Pembinaan SMK

Ketua Tim

Chrismi Widjajanti, S.E, MBA
Kepala Seksi Program, Direktorat Pembinaan SMK

Tim Penyusun

Anik Ghufron
Suwarna
Sudiyatno
Sunaryo Sunarto
Sri Andayani
Bayu Rahmat Setiadi
Ima Ismara

Editor

Noor Firtihana
Mohamad Herdyka
Muhammad Abdul Majid
Ari

Desain dan Tata Letak

Rayi Citha Dwisendy
Karin Faizah Tauristy

Penerbit

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

ISBN :

ISBN 978-979-562-046-4



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I. BENGKEL DAN LABORATORIUM SMK.....	1
A. Pengantar Bengkel & Laboratorium	1
B. Persyaratan Pokok Bengkel & Laboratorium	4
1. Persyaratan Umum Bengkel dan Laboratorium	4
2. Persyaratan Ruang Praktik SMK Berdasarkan Permendikbud Nomor 8 Tahun 2018 Tentang Petunjuk Operasional DAK Fisik Bidang Pendidikan	14
3. Standar-Standar Utama dalam Bengkel dan Laboratorium	18
 BAB II. MENATA BENGKEL YANG SEHAT, SELAMAT, NYAMAN, DAN MODERN.....	 49
A. Bengkel yang Sehat dan Selamat	49
1. Mengenali Bahaya (<i>Hazard</i>) di dalam Bengkel & Laboratorium ..	49
2. Pengelolaan Bengkel & Laboratorium dengan Memperhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja	59
B. Bengkel yang Nyaman	73
1. Menerapkan Prinsip <i>Ergonomic Checkpoint</i>	73
2. Penerapan Budaya 5S/5R.....	90
3. Penggunaan <i>Material Handling</i>	101
C. Bengkel yang Modern	113
1. Pembelajaran Berorientasi Abad 21	113
2. Pendekatan 4C's dalam Penataan Bengkel dan Laboratorium Kejuruan	129
3. Pembelajaran STEM dalam Bengkel dan Laboratorium	138
4. Babak Baru Revolusi Industri 4.0.....	155
5. Sektor Strategis SMK yang Terdisrupsi Revolusi Industri 4.0	171

BAB III. PROTOTYPE BENGKEL DAN LABORATORIUM SMK	185
A. Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa	185
1. Bengkel Teknik Pemesinan	185
2. Bengkel Otomasi Industri	198
B. Bidang Keahlian Pariwisata	209
1. Laboratorium Tata Busana	209
2. Laboratorium Tata Boga	220
C. Bidang Keahlian Kemaritiman	229
1. Bengkel Nautika Kapal Penangkap Ikan	229
2. Bengkel Industri Perikanan Laut	237
D. Bidang Keahlian Industri Kreatif	242
1. Laboratorium Desain Komunikasi Visual	242
2. Bengkel Desain Interior dan Teknik Furnitur	246
E. Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi	255
1. Laboratorium Desain Komunikasi Visual	255
2. Laboratorium Otomatisasi Pertanian	262
F. Fasilitas Pendukung Bengkel dan Laboratorium SMK	272
1. Ruang Penyimpanan	272
2. Ruang Instruktur	274
3. Ruang Area Praktik	276
4. Ruang <i>I-Spaces (Digital Classroom)</i>	279
5. Ruang Display	281
BAB IV. KEBIJAKAN PENINGKATAN MUTU BENGKEL	285
A. Program SMK Revitalisasi	285
B. Program SMK <i>Teaching Factory</i>	289
C. Program Kelas Industri	293
D. SMK CSR	295
DAFTAR PUSTAKA	296
LAMPIRAN	300

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ruang Praktik Kejuruan yang Mereplikasi Dunia Kerja	2
Gambar 2. Hubungan Monitoring dan Perawatan Berkala terhadap Efisiensi Energi di dalam Bengkel dan Laboratorium	6
Gambar 3. Skema Sirkulasi Udara Lewat Ventilasi	8
Gambar 4. Pemanfaatan Lintasan Matahari untuk Penerangan Bengkel	9
Gambar 5. Pengaturan Iluminasi Cahaya Ruang	10
Gambar 6. Benda-Benda yang Menghasilkan Suara Keras.....	11
Gambar 7. Contoh Denah Ruang Praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan Sesuai Permendikbud No. 8 Tahun 2018 tentang DAK Fisik	18
Gambar 8. Tempat Praktik yang Nyaman, Aman, Sehat, dan Modern	21
Gambar 9. Bangunan Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal	29
Gambar 10. Lantai Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal	25
Gambar 11. Pintu Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal.....	26
Gambar 12. Sekat Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal.....	28
Gambar 13. Layout Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal	29
Gambar 14. Gudang Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal.....	31
Gambar 15. Kenyamanan Pencahayaan yang Ideal dan Kurang Ideal	33
Gambar 16. Kenyamanan Pendengaran Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal	34
Gambar 17. Pengaturan Panas dan Ventilasi yang Ideal dan Kurang Ideal.....	36
Gambar 18. Penerapan K3 di Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal	38
Gambar 19. Penerapan <i>Ergonomic Checkpoint</i> yang Ideal dan Kurang Ideal	40
Gambar 20. Penerapan Mitigasi Bencana di Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal.....	42
Gambar 21. Mesin dan Alat Praktik Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal	43
Gambar 22. Instalasi Kelistrikan Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal	45
Gambar 23. Penerapan Efisiensi Energi di Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal ..	46
Gambar 24. Fasilitas Tambahan Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal	48
Gambar 25. Proses Manajemen Resiko	57
Gambar 26. Penerapan K3 di dalam Bengkel Kayu	60
Gambar 27. Logo K3	62
Gambar 28. Jadwal <i>Maintenance</i> berbasis IT.....	64
Gambar 29. Sirkulasi Udara dengan <i>Turbo Ventilator</i>	65
Gambar 30. Tersedia Pengontrol Suhu di Setiap Area Kerja.....	65
Gambar 31. Pencahayaan yang Didominasi oleh Cahaya Natural.....	66
Gambar 32. Fasilitas Kebersihan di Area Kerja yang Memadai	66
Gambar 33. Fasilitas i-spaces di Bengkel/laboratorium	67
Gambar 34. Area Kerja dengan Fasilitas Penunjang yang Lengkap dan Relevan....	67

Gambar 35.	Lantai Bengkel/Laboratorium yang Rata, Tidak Licin, dan Aman	68
Gambar 36.	Tanda-Tanda <i>Hazard</i> di Dalam Bengkel/Laboratorium.....	68
Gambar 37.	Lintasan dan Area Kerja Praktikan	69
Gambar 38.	<i>Jig and Fixture</i> dalam Pemesinan CNC.....	77
Gambar 37.	Lintasan dan Area Kerja Praktikan	69
Gambar 39.	Lintasan dan Area Kerja Bengkel yang Nyaman dengan Minimal Dua <i>Forklift</i> Berpapasan	89
Gambar 40.	Lintasan dan Area Kerja Laboratorium yang Nyaman dengan Minimal Dua <i>Trolley</i> Berpapasan	90
Gambar 41.	Ilustrasi Prinsip 5 R	92
Gambar 42.	Ilustrasi Prinsip 5S.....	93
Gambar 43.	Ilustrasi Penerapan Budaya <i>Seiri</i>	95
Gambar 44.	Ilustrasi Penerapan Budaya <i>Seiton</i>	96
Gambar 45.	Ilustrasi Penerapan Budaya <i>Seiso</i>	98
Gambar 46.	Ilustrasi Penerapan Budaya <i>Seiketsu</i>	99
Gambar 47.	Ilustrasi Penerapan Budaya <i>Shitsuke</i>	101
Gambar 48.	Penggunaan <i>Conveyor Belt</i> pada Produksi Massal	105
Gambar 49.	<i>Robotic Deliviry System</i>	106
Gambar 50.	<i>Automated Guided Vehicles</i>	107
Gambar 51.	Pallet Racks	108
Gambar 52.	Kerangka Kerja Komprehensif Pembelajaran Abad 21	115
Gambar 53.	Pengenalan Diri dan Proses Adaptasi dalam Belajar tentang Teknologi	117
Gambar 54.	Beradaptasi dan Mengenali Lingkungan Kerja tanpa diawasi.....	118
Gambar 55.	Inovasi Produk SMK berbasis IoT (Menghidupkan Motor dengan Wifi)	121
Gambar 56.	<i>E-commerce</i> Produk <i>Teaching Factory</i> SMK (<i>cyberzone.xyz</i>)	122
Gambar 57.	Keseimbangan Baru Pembelajaran Abad 21	123
Gambar 58.	Keterampilan 4C Abad 21.....	130
Gambar 59.	Penerapan Ruang Berorientasi <i>Critical Thinking</i>	132
Gambar 60.	Penerapan Ruang Berorientasi <i>Creative Thinking Skills</i>	134
Gambar 61.	Penerapan Ruang Berorientasi <i>Collaborative</i>	136
Gambar 62.	Penerapan Ruang Berorientasi <i>Communication</i>	137
Gambar 63.	Kedalaman dan Keluasan Integrasi STEM	141
Gambar 64.	Level integrasi STEM di sekolah	142
Gambar 65.	<i>STEM School Logic Model</i>	143
Gambar 66.	Kolaboratif STEM berbasis Komunitas.....	148
Gambar 67.	Pembelajaran yang Menyenangkan berbasis Permainan	149
Gambar 68.	Pembelajaran yang Memberikan Tantangan dan Pengalaman Nyata	150
Gambar 69.	Penyediaan I-Spaces untuk Eksplorasi Informasi.....	151

Gambar 70.	Pengukuran Pembelajaran yang Inovatif	152
Gambar 71.	Pengukuran Pembelajaran yang Inovatif	153
Gambar 72.	Perkembangan Revolusi Industri.....	155
Gambar 73.	Dampak potensial dari Artificial Intelligence bagi Industri dan Organisasi	157
Gambar 74.	Tujuan Utama Industri 4.0.....	158
Gambar 75.	Integrasi Berbagai Teknologi dalam Industri 4.0	160
Gambar 76.	Keahlian Masa Depan (Tahun 2020)	168
Gambar 77.	Pekerjaan Masa Depan.....	170
Gambar 78.	Konsep <i>Smart Factory</i> yang dapat Diadopsi Sekolah Kejuruan	172
Gambar 79.	Fokus Sektor Strategis Menghadapi Revolusi Industri 4.0	173
Gambar 80.	Roadmap Industri Kimia 4.0	176
Gambar 81.	Roadmap Industri Tekstil 4.0.....	177
Gambar 82.	Roadmap Industri Otomotif 4.0	179
Gambar 83.	Roadmap Industri Makanan dan Minuman 4.0	181
Gambar 84.	Roadmap Industri Elektronika 4.0.....	183
Gambar 85.	Ilustrasi Isometrik Bengkel Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan.....	188
Gambar 86.	Ilustrasi Area Praktik Kerja Bangku.....	190
Gambar 87.	Ilustrasi Area Praktik Mesin Gerinda	191
Gambar 88.	Ilustrasi Area Praktik Mesin Bubut.....	193
Gambar 89.	Ilustrasi Area Praktik Mesin Frais.....	195
Gambar 90.	Ilustrasi Isometrik Laboratorium Otomasi Industri	201
Gambar 91.	Ilustrasi Area Praktik Laboratorium Pneumatik dan Hidrolik.....	202
Gambar 92.	Ilustrasi Area Laboratorium Dasar Kendali Elektronik	203
Gambar 93.	Ilustrasi Area Laboratorium Otomasi Industri dan Mekatronika.....	206
Gambar 94.	Ilustrasi Isometric Laboratorium Tata Busana	213
Gambar 95.	Ilustrasi Area Praktik Peragaan Busana.....	214
Gambar 96.	Ilustrasi Area Praktik Menjahit Masinal.....	216
Gambar 97.	Ilustrasi Area Praktik Membuat dan Mencetak Pola	217
Gambar 98.	Ilustrasi Area Praktik Menjahit Manual	218
Gambar 99.	Ilustrasi Isometric Laboratorium Tata Boga	223
Gambar 100.	Ilustrasi Area Praktik Persiapan dan Tata Hidang/Restoran/ Mini Bar.....	224
Gambar 101.	Ilustrasi Area Praktik Dapur Produksi	225
Gambar 102.	Ilustrasi Area Praktik Dapur Latih.....	227
Gambar 103.	Ilustrasi Isometrik Bengkel Nautika Penangkapan Ikan.....	231
Gambar 104.	Ilustrasi Area Praktik Navigasi dan Kecakapan Bahari	232
Gambar 105.	Ilustrasi Area Praktik Menjangka Peta	234
Gambar 106.	Ilustrasi Area Praktik Komunikasi Mersar	236
Gambar 107.	Ilustrasi Area Praktik Desain Interior dan Furnitur Kayu	248

Gambar 108. Ilustrasi Area Praktik Peragaan Busana.....	250
Gambar 109. Ilustrasi Area Praktik Laboratorium Komputer Kayu	251
Gambar 110. Ilustrasi Area Kerja Furnitur	252
Gambar 111. Ilustrasi Isometrik Laboratorium Otomatisasi Pertanian.....	264
Gambar 112. Ilustrasi Area Praktik Komputer dan Instrumentasi	266
Gambar 113. Ilustrasi Area Praktik Bengkel Las	268
Gambar 114. Ilustrasi Area Praktik Bangsal Mesin Pertanian	269
Gambar 115. Area Revitalisasi SMK	286
Gambar 116. Peta Bantuan Revitalisasi SMK	288
Gambar 117. Bantuan Mesin <i>High Speed</i> kepada Kompetensi Keahlian Tata Busana	289
Gambar 118. Bantuan Perangkat Komputer kepada Kompetensi Keahlian Teknik Komunikasi dan Jaringan.....	289
Gambar 119. <i>Teaching Factory</i> Perakitan Motor Diesel.....	292
Gambar 120. <i>Teaching Factory</i> Desain Interioir dan Furniture	293
Gambar 121. Kelas Industri “Yamaha”	295

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.	Demarkasi Warna Keselamatan Kerja 12
Tabel 2.	Jenis, Rasio, dan Deskripsi Standar Prasarana Ruang Praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan 17
Tabel 3.	Ilustrasi Aplikasi <i>Ergonomic Checkpoint</i> dalam Praktikum di Bengkel dan Laboratorium SMK..... 80
Tabel 4.	<i>Material Handling</i> yang dapat diterapkan di SMK..... 109
Tabel 5.	Tantangan industri 4.0 yang dikemukakan oleh Hecklau et al (2016) 164
Tabel 6.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Bangku 190
Tabel 7.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Mesin Gerinda..... 192
Tabel 8.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Mesin Bubut 193
Tabel 9.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Mesin Frais 195
Tabel 10.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Laboratorium Pneumatik dan Hidrolika..... 197
Tabel 11.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Laboratorium Desain..... 197
Tabel 12.	Total Area Bengkel Pemesinan yang Ideal 198
Tabel 13.	Peralatan dan Perlengkapan Area Laboratorium Dasar Teknik Elektro Hidrolik dan Pneumatik..... 202
Tabel 14.	Peralatan dan Perlengkapan Area Laboratorium Dasar Kendali Elektronik..... 204
Tabel 15.	Peralatan dan Perlengkapan Area Laboratorium Industri Otomasi 205
Tabel 16.	Peralatan dan Perlengkapan Area Laboratorium Mekatronika 207
Tabel 17.	Total Area Bengkel Otomasi Industri yang Ideal 208
Tabel 18.	Peralatan dan Perlengkapan Area Peragaan Busana 214
Tabel 19.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Menjahit Masinal 215
Tabel 20.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Pola 217
Tabel 21.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Menjahit Manual 218
Tabel 22.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Laboratorium Fesyen Desain 219
Tabel 23.	Total Area Laboratorium Tata Busana yang Ideal 219
Tabel 24.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Persiapan dan Tata Hidang/Restoran/Mini Bar..... 224
Tabel 25.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Dapur Produksi 226
Tabel 26.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Dapur Latih..... 227
Tabel 27.	Total Area Laboratorium Tata Boga yang Ideal..... 228
Tabel 28.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Navigasi dan Kecakapan Bahari 232
Tabel 29.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Menjangka Peta 234

Tabel 30.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Komunikasi Mersar	235
Tabel 31.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Alat Tangkap dan Tali Temali.....	238
Tabel 32.	Total Area Bengkel Nautika Kapal Penangkap Ikan yang Ideal	236
Tabel 33.	Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Hama dan Penyakit Ikan.....	238
Tabel 34.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kolam Induk Jantan dan Betina	239
Tabel 35.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kolam Pemijahan, Penanganan Larva, dan Pembuatan Pakan Alami.....	239
Tabel 36.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kolam Pendederan dan Produksi	240
Tabel 37.	Total Area Bengkel Industri Perikanan Laut	241
Tabel 38.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Pengembangan Software Animasi	243
Tabel 39.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Fotografi	243
Tabel 40.	Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Gambar Nirmana	245
Tabel 41.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Pencapan Basah/Sablon....	245
Tabel 42.	Total Area Laboratorium Desain Komunikasi Visual	246
Tabel 43.	Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Gambar Desain Obyek dan Produk.....	250
Tabel 44.	Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Komputer.....	251
Tabel 45.	Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Kerja Finishing Desain Produk.....	252
Tabel 46.	Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Furnitur	253
Tabel 47.	Total Area Laboratorium Desain Komunikasi Visual	255
Tabel 48.	Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Hama dan Penyakit.....	257
Tabel 49.	Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Pemuliaan dan Pembenuhan Tanaman.....	258
Tabel 50.	Peralatan dan Perlengkapan Area Green House/Saung Paranet/ Bangsal Perlindungan Tanaman	260
Tabel 51.	Total Area Laboratorium Agribisnis Tanaman Pangan dan Holtikultura	261
Tabel 52.	Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Komputer dan Instrumentasi.....	266
Tabel 53.	Peralatan dan Perlengkapan Bengkel Las dan Bubut.....	268
Tabel 54.	Peralatan dan Perlengkapan Area Bangsal Mesin Pertanian.....	270
Tabel 55.	Total Area Bengkel Otomatisasi Pertanian	272
Tabel 56.	Perlengkapan Pendukung Ruang Penyimpanan	273
Tabel 57.	Perlengkapan Pendukung Ruang Penyimpanan	276
Tabel 58.	Perlengkapan Pendukung Ruang Area Praktik	277

Modernisasi Bengkel dan Laboratorium Kejuruan

Tabel 59.	Perlengkapan Pendukung Ruang I-Spaces.....	279
Tabel 60.	Perlengkapan Pendukung Ruang Display	282

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. <i>Standard Operational Procedure</i> (SOP) di Bengkel.....	302
Lampiran 2. Instrumen 5R.....	314
Lampiran 3. <i>Ergonomic Checklist</i>	331
Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri	336
Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama di Bengkel.....	358

Kata Pengantar

Kemajuan teknologi dengan derasnya informasi dalam era digital 4.0 memberikan dampak yang terasa bagi pengelolaan pendidikan kejuruan terutama dalam mengantarkan lulusannya berkompetisi dalam Abad 21. Bengkel dan Laboratorium kejuruan merupakan tempat sekaligus wadah bagi peserta didik untuk mengembangkan kompetensi bidang keahliannya yang tidak terbatas dan memiliki spesifikasi kebutuhan yang beragam. Bengkel dan laboratorium yang baik adalah yang mampu mengikuti perkembangan jaman dan mereplikasi apa yang ada di industri. Kriteria menjadi bengkel yang nyaman, sehat dan selamat, serta modern perlu dipertimbangkan dalam mendirikan serta mengelola bengkel dan laboratorium kejuruan Abad 21.

Buku panduan ini dapat digunakan oleh pengelola bengkel dan laboratorium kejuruan dalam merancang tempat praktik yang sehat, aman, nyaman, dan modern. Buku ini merupakan hasil kajian yang dilakukan Lembaga Penjaminan dan Pengembangan Mutu Pendidikan (LPPMP) Universitas Negeri Yogyakarta bersama Direktorat Pembinaan SMK Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI. Dengan adanya buku ini diharapkan mampu menjembatani permasalahan lapangan yang dijumpai pengelola bengkel dan laboratorium kejuruan sehingga tetap memperhatikan standar pokok bengkel, kenyamanan, keselamatan dan kesehatan kerja, berorientasi Abad 21, teknologi IoT, dan berorientasi pada STEAM.

Salam

Tim

Sambutan Direktur PSMK



Untuk mewujudkan Visi Indonesia sebagai 10 negara ekonomi terbesar di dunia diperlukan peningkatan kompetensi Sumber Daya Manusia untuk mendukung kebutuhan tenaga kerja di masa depan seiring dengan semakin cepatnya proses Revolusi Industri 4.0. Sekolah Menengah Kejuruan merupakan salah satu pilar dalam menyiapkan tenaga kerja di masa depan yang relevan dengan kebutuhan SDM di Era industri 4.0.

Salah satu upaya peningkatan kualitas dan daya saing lulusan SMK adalah dengan berbagai program revitalisasi SMK yang diantaranya adalah peningkatan sarana dan prasarana laboratorium dan bengkel SMK. Untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kualifikasi dan sertifikasi di bidangnya diperlukan pengembangan laboratorium dan bengkel SMK sesuai dengan lingkungan kerja di Industri. Laboratorium dan bengkel merupakan pusatnya pembelajaran di SMK untuk menumbuhkan kreatifitas dan inovasi, membentuk budaya industri, menghasilkan siswa yang kompeten dan memiliki keterampilan berwirausaha yang tinggi. Untuk itu diperlukan penataan *layout* bengkel, manajemen pengelolaan bengkel, keselamatan kerja, dan penanaman budaya industri (budaya 5R) yang mengacu pada standar operasional dan lingkungan kerja sebenarnya seperti yang ada di industri melalui pelaksanaan pembelajaran Teaching Factory menghasilkan produk/layanan jasa yang dibutuhkan masyarakat dan mendukung pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic*) untuk menumbuhkan kewirausahaan berbasis inovasi teknologi (*Technopreneurship*).

Terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat terbitnya buku ini. Dengan adanya buku ini dapat menjadi panduan dalam pengembangan Laboratorium dan Bengkel SMK yang sesuai dengan kebutuhan tenaga kerja di masa depan.

Direktur Pembinaan SMK

Dr. Ir. M. Bakrun, MM
196504121990021002



BAB 1

BENGGKEL DAN LABORATORIUM KEJURUAN

A. Pengantar Bengkel & Laboratorium

Bengkel atau disebut dengan istilah “shop” atau “workshop” merupakan tempat yang digunakan untuk praktikum maupun produksi. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI, 2010), menerangkan definisi bengkel adalah tempat untuk berlatih, serta melakukan kegiatan dengan arah dan tujuan yang jelas. Laboratorium/bengkel merupakan ruangan yang dilengkapi dengan peralatan khusus untuk melakukan percobaan, penyelidikan dan sebagainya. Ini artinya, bengkel bukan hanya sekedar melakukan eksperimental saja, melainkan untuk melakukan pekerjaan yang jelas produk yang dihasilkan. Brown (1979) berpendapat bahwa bengkel merupakan bagian *laboratory*. Ia membagi laboratorium menjadi tiga, yaitu: (1) *Unit Laboratory*, (2) *General Unit Laboratory*, dan (3) *General Laboratory*. *Unit Laboratory* memiliki fungsi yang



spesifik dan mendalam dalam melakukan eksperimental seperti perusahaan otomotif, robot, perusahaan pengelasan, dan lain sebagainya. *General Unit Laboratory* sifat cangkupannya lebih luas dari *Unit Laboratory* dan memiliki keanekaragaman alat potong, bahan dasar, dan pekerjaan. *General Laboratory* cangkupannya lebih luas lagi dan merupakan gabungan dari kedua-duanya. Penjelasan macam-macam tipe laboratorium diatas, maka bengkel termasuk dalam jenis kategori *General Unit Laboratory*.



Gambar 1. Ruang Praktik Kejuruan yang Mereplikasi Dunia Kerja

Yoto (2014:35) menyatakan bahwa bengkel/laboratorium merupakan ciri khusus pada sekolah kejuruan. Peserta didik dapat mengasah *hardskill* di bidang kejuruan untuk menghasilkan suatu produk yang telah dipersiapkan oleh instruktur. Oleh karena itu, tantangan bengkel kejuruan yang efektif untuk pembelajaran adalah yang mereplika industri sebagaimana dijelaskan oleh Prosser & Quigley (1950) “*Vocational education will be efficient in proportion as the environment in which the learner is trained is a replica of the*



environment in which he must sequently work". Berarti pendidikan kejuruan akan berjalan efektif apabila kondisi lingkungan dalam proses berlatih dan belajar disesuaikan/disamakan dengan kondisi dimana siswa akan bekerja nantinya.

Bengkel atau laboratorium merupakan tempat yang menyediakan lingkungan untuk simulasi siswa dalam mengaplikasikan dalam bentuk praktik dari pengetahuan teori yang di dapat. Bengkel praktik juga dapat dikatakan sebagai tempat siswa mengembangkan ketrampilan praktik. Jeff E, at. al (1999: 3) mengemukakan "*workshop is a place where work occurs, where tools are used to accomplish this work, where things may be repaired, and where the work may result in particular product or outcome*". Artinya bahwa bengkel adalah tempat dimana terdapat suatu pekerjaan terjadi, adanya alat-alat yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan, adanya hal-hal yang mungkin dapat diperbaiki, dan adanya pekerjaan yang dapat membuat atau menghasilkan produk tertentu.

Beberapa definisi tentang bengkel diatas dapat ditarik garis besarnya bahwa bengkel merupakan tempat yang dilengkapi dengan peralatan untuk mengembangkan ketrampilan, melakukan percobaan dan penyelidikan serta tempat dimana ada kegiatan suatu pekerjaan baik itu memperbaiki, membuat atau menghasilkan suatu produk tertentu. Sekolah kejuruan khususnya SMK, bengkel merupakan faktor penting dalam proses belajar mengajar dan bahkan menjadi faktor penentu dari pembentukan ketrampilan siswa karena bengkel merupakan sarana yang paling efektif bagi siswa untuk melakukan praktik.

Bengkel sebagai tempat mengembangkan ketrampilan siswa harus di dukung dengan kondisi bengkel sebaik mungkin. Jeff E, at. al (1999: 67) mengemukakan: "*the workshop can provide a safe environment for participants to try out new things before applying them outside in the real word*". Artinya bengkel dapat menyediakan lingkungan yang aman bagi para siswa untuk mencoba hal-hal baru



sebelum menerapkannya dalam dunia nyata yaitu dunia industri. Bengkel sekolah yang baik adalah bengkel yang mengadopsi dari industri. Bengkel akan menerapkan lingkungan, peralatan dan peraturan yang ada sama dengan industry, agar siswa terbiasa dengan lingkungan industri, terbiasa dengan alat yang ada di industri, dan memahami peraturan-peraturan yang diterapkan di industri.

B. Persyaratan Pokok Bengkel & Laboratorium

1. Persyaratan Umum Bengkel dan Laboratorium

Secara umum, persyaratan yang harus dimiliki suatu bengkel praktik adalah mengandung tiga unsur, yaitu: *safety*, *comfortable*, dan *energy efficiency* (TSI, 2014) dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Keamanan

Bengkel/laboratorium dirancang untuk menjaga kesehatan dan kesejahteraan penghuni. Zat berpotensi berbahaya yang digunakan di bengkel yang berbeda meliputi bahan kimia, bahan radioaktif dan infeksi biologis. Materi ini dapat dimanipulasi setiap hari sebagai bagian dari eksperimen, penelitian atau produksi. Keselamatan harus tetap menjadi tujuan utama laboratorium. Peraturan, pedoman dan standar untuk memastikan keselamatan laboratorium telah diterbitkan oleh banyak kelompok industri. Langkah utama dalam mencapai tujuan keselamatan laboratorium dengan mematuhi persyaratan tersebut.

b. Kenyamanan

Keselamatan laboratorium harus diimbangi dengan kenyamanan pekerja. Kenyamanan terutama berkaitan dengan pemeliharaan suhu dan kecepatan udara yang sesuai. Produktivitas pekerja akan menderita jika ruang terlalu hangat atau terlalu dingin dan ruang dengan arus udara tinggi dianggap *drafty* dan sejuk. Arus udara juga berdampak pada keamanan dengan membatasi penahanan pada

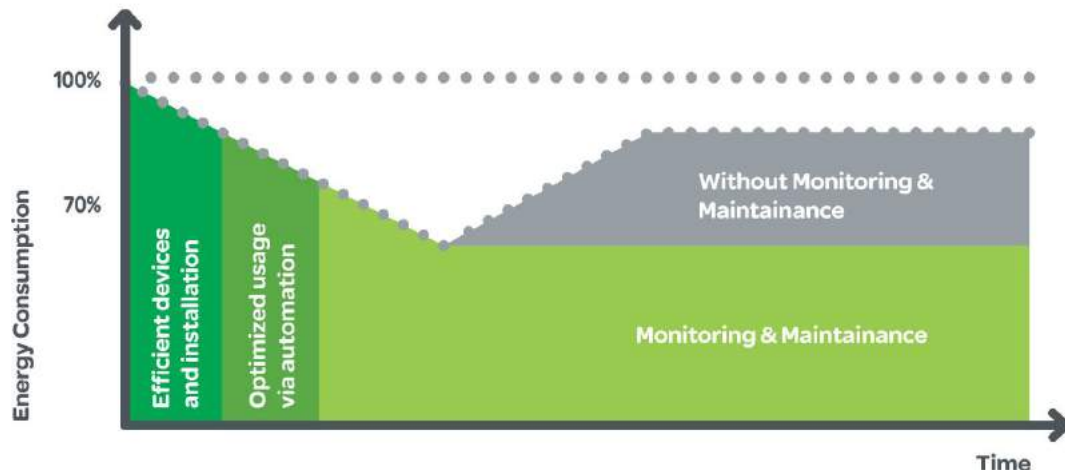


tudung asap dan peralatan pelindung lainnya. Kemudahan penggunaan peralatan laboratorium juga menjadi faktor kenyamanan pekerja. Laboratorium yang menggunakan peralatan yang sangat khusus, seperti sarung tangan, mungkin paling aman. Namun, peralatan ini membawa kemudahan penggunaan hukuman yang tidak tepat untuk bahaya yang dihadapi di sebagian besar laboratorium kimia. Peralatan dan tata letak laboratorium harus memungkinkan staf untuk melakukan tugas yang diperlukan dengan sedikit usaha tambahan.

c. Efisiensi energi

Laboratorium biasanya dirancang sebagai sistem sekali pakai, tanpa resirkulasi. Volume udara yang besar dapat digunakan bengkel menghabiskan jumlah energi yang cukup besar. Mengurangi biaya energi ini berdampak langsung pada biaya rutin pengelolaan. Selain itu, laboratorium energi perlu memiliki bangunan yang terprogram secara otomatisasi dengan mengandalkan sistem pemipaan dan *exhaust*. Laboratorium harus dirancang agar efisiensi energi tidak mengurangi kenyamanan dan keselamatan. Perlu dilakukan monitoring secara berkala penggunaan kebutuhan energi di dalam laboratorium dan bengkel. Selvaggio (2015) menekankan bahwa pentingnya monitoring dan perawatan secara berkala dalam meningkatkan efisiensi energi di dalam laboratorium dan bengkel dapat menekan hingga 30% energi keseluruhan operasional pada umumnya. Berikut ini adalah grafik monitoring dan perawatan untuk tujuan efisiensi energi laboratorium.





Gambar 2. Hubungan Monitoring dan Perawatan Berkala terhadap Efisiensi Energi di dalam Bengkel dan Laboratorium

Persyaratan yang harus diperhatikan dan dilaksanakan sebagai ciri utama dari bengkel dan laboratorium adalah temperatur lingkungan kerja yang baik sesuai dengan kaidah persyaratannya, pencahayaan yang baik dan hemat energi, tingkat kebisingan ruang yang rendah, warna yang sesuai dan tidak menimbulkan refleksi yang merusak mata, kelengkapan perangkat untuk keselamatan kerja, dan tata letak yang ideal (Brown, 1972). Pernyataan ini memberikan gambaran bahwa pada saat mendesain bentuk bangunan dari laboratorium itu sendiri harus mempertimbangkan aspek-aspek yang telah disampaikan George Brown tersebut. Kejadian yang sering terjadi dalam lingkungan praktik adalah kasus kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja tersebut dapat membahayakan sipengguna (operator), alat/mesin, dan lingkungan sekitarnya. Untuk mengetahui hal-hal yang perlu diperhatikan dalam bangunan laboratorium dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Panas (*Heat*)

Panas dapat memberikan efek terhadap perubahan temperatur ruangan, sedangkan temperatur ruangan yang panas dapat mempengaruhi konsentrasi belajar peserta didik. Desain laboratorium harus memperhatikan sirkulasi udara. Sirkulasi ini

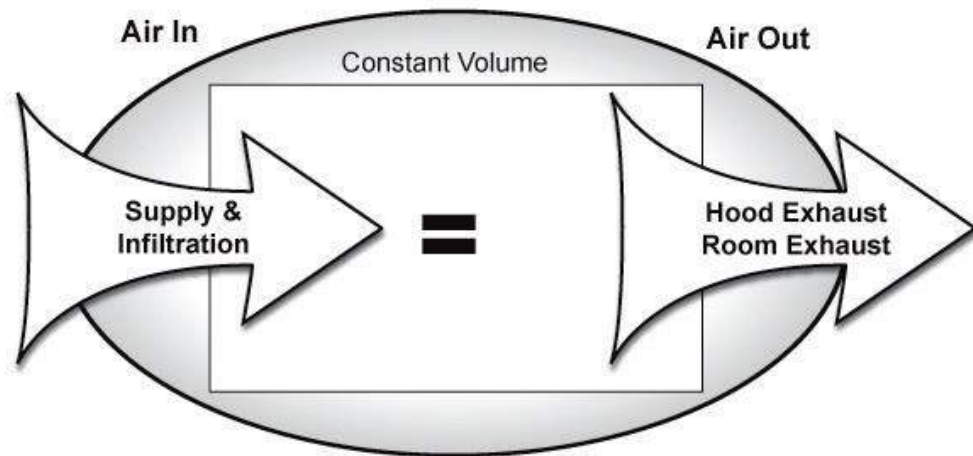


bertujuan mengganti udara yang ada di dalam ruangan dengan udara yang baru. Sirkulasi udara yang cocok digunakan pada laboratorium adalah ventilasi dan *air conditioner* (AC). Ventilasi digunakan untuk ruangan yang tidak menggunakan AC, seperti ruang guru, gudang, laboratorium gambar teknik, ruang tunggu, dan ruang tengah.

Pengurangan panas yang ada di dalam bengkel dapat diatasi dengan menggunakan sirkulasi udara. Sirkulasi udara dibagi menjadi dua, yaitu sirkulasi alami (jendela), dan sirkulasi buatan (*blower*). Sirkulasi udara buatan yang baik adalah jendela dengan jarak atap dengan lantai minimal 15 m, agar udara di dalam bengkel tidak terlalu pengap. Sirkulasi buatan khusus yang menggunakan *blower* dapat diletakkan di setiap divisi pemesinan, baik itu divisi *lathe*, *milling*, *grinding*, *boring*, *CNC*, *welding*, dan lain sebagainya sehingga uap yang dikeluarkan pada saat produksi dapat disedot oleh *blower* dengan cepat.

Kenyamanan kerja akan lebih baik lagi apabila ruangan di dalam bengkel tersebut menggunakan sistem pendingin *Air Conditioner* (AC). AC dapat mendinginkan temperature ruangan dengan cepat dan dapat digunakan sebagai sistem pendingin mesin eksternal. Kunci utama panasnya suatu ruangan apabila tidak memiliki AC terletak pada desain ventilasi. Ventilasi bengkel praktik dipertimbangkan agar udara yang masuk harus dapat keluar dari bengkel. Volume udara yang mengalir, biasanya tersusun dari suplai udara dan infiltrasi, sama persis dengan volume udara keluar, atau udara yang habis melalui ruang knalpot, kepulan asap, lemari penyimpanan bahan kimia dan exfiltrasi. Semua aliran udara harus dipertanggungjawabkan saat merancang bangunan dengan ventilasi yang baik. Dalam prakteknya, volume udara yang dipasok ke dalam bengkel kurang dari jumlah udara yang habis, sehingga menimbulkan tekanan negative di dalam bengkel.

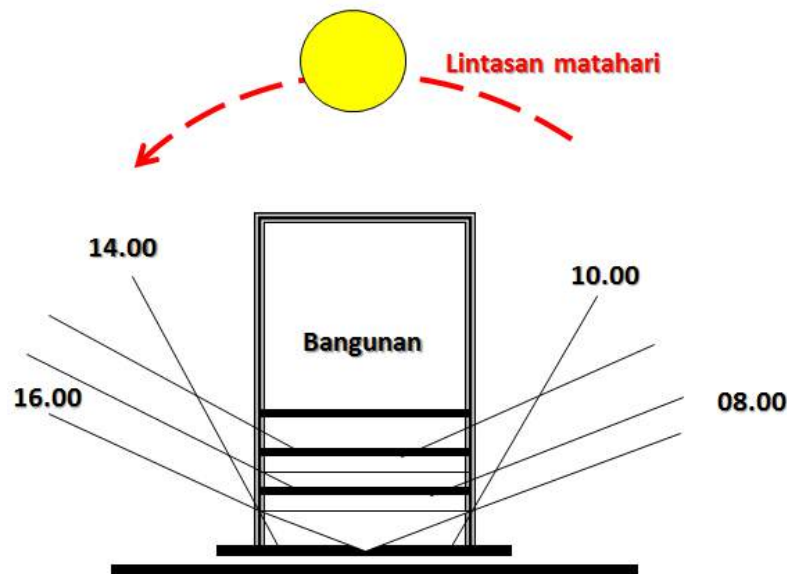




Gambar 3. Skema Sirkulasi Udara Lewat Ventilasi

2. Pencahayaan (*Lighting*)

Pencahayaan (*lighting*) sangat penting keberadaannya dalam suatu bengkel. Perlu diperhatikan terutama kondisi proses belajar peserta didik apakah mengalami radiasi cahaya, kelebihan iluminasi cahaya, atau terlalu silau. Untuk mendesain posisi bangunan bengkel yang ideal, maka perlu memperhatikan perputaran matahari terhadap bumi. Jika iluminasi cahaya yang masuk 10.000 *foot candels* dan itu sangat berbahaya dengan kesehatan siswa. Bias sinar matahari yang dapat masuk ke ruang belajar harus diperhitungkan berdasarkan posisi dan arah dari bangunan. pemanfaatan cahaya alami pada laboratorium harus sedapat mungkin menggunakan cahaya matahari pada siang hari untuk menghemat energi.



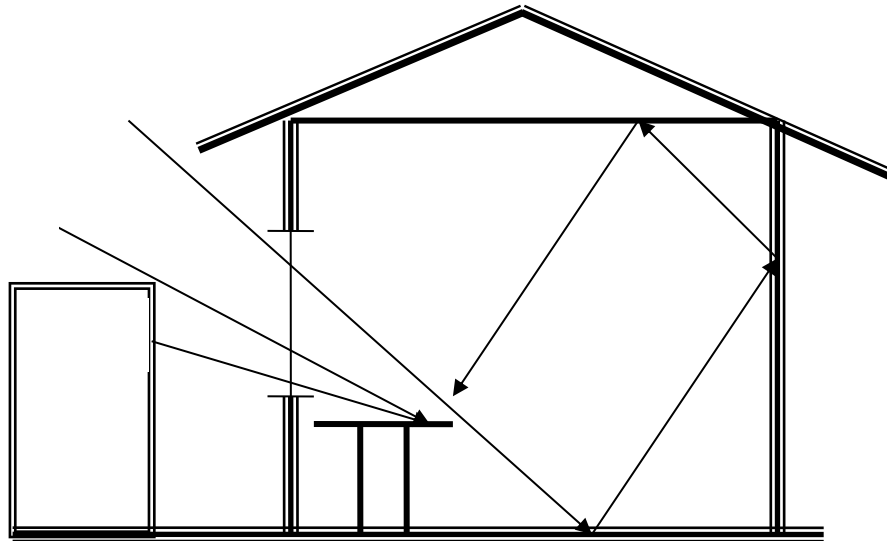
Gambar 4. Pemanfaatan Lintasan Matahari Untuk Penerangan Bengkel

Posisi bangunan bengkel yang baik adalah melintang ke arah utara dan selatan atau sebaliknya seperti tampak pada Gambar 4. Posisi ini dilakukan karena pencahayaan secara alami akan didapatkan secara gratis dari pagi sampai sore hari. Ketika pukul 08.00 – 12.00 suhu dari pantulan cahaya matahari dari timur akan dirasakan hangat di dalam bengkel. Pada pukul 12.00-14.00 cahaya matahari yang terik di siang hari akan terhalang atap bangunan yang dapat mengurangi panas di dalam ruangan bengkel/laboratorium. Selanjutnya, setelah pukul 14.00 – 17.00 cahaya matahari tetap terpantulkan di dalam bangunan dengan suhu yang hangat. Penentuan posisi bengkel perlu meniru filosofi negara Cina terutama menggunakan prinsip *fengshui* yang mempertimbangkan arah matahari dalam membangun suatu bangunan.

Brown (1979) menerangkan iluminasi cahaya yang disarankan untuk ruang kelas adalah 150 *footcandles*, untuk ruang perakitan atau ruang *finishing* 150 *footcandles*, ruang utama kerja praktikum 150 *footcandles*, dan ruang penyimpanan atau gudang 30 *footcandles*. Penyelaraskan atau penyeimbangan pencahayaan di dalam



laboratorium terutama laboratorium gambar teknik, dinding-dinding dan langit-langit dicat dengan warna yang terang seperti putih atau kelabu. Perlunya konstruksi jendela yang berjejer memberikan cahaya yang masuk ke dalam ruangan menjadi tembus dan memantul seperti tampak pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Pengaturan Iluminasi Cahaya Ruangan

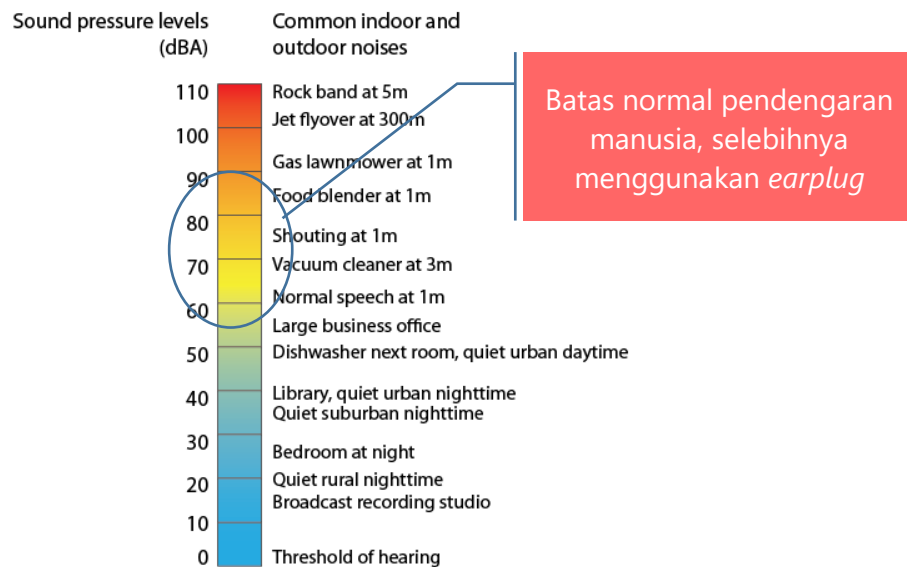
3. Bunyi, Suara, dan Kebisingan

Bunyi, suara, dan kebisingan (*noise*) merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan dalam kegiatan Proses Belajar Mengajar (PBM). Suara dan kebisingan jangan sampai merusak organisme tubuh manusia akibat intensitas dan frekuensi yang terlalu sering didengar oleh telinga manusia. Pada pembelajaran di dalam laboratorium suara dan bunyi bising dari luar lingkungan laboratorium dapat diredam dengan baik dengan peredam akustik yang menempel di dinding laboratorium.

Bunyi yang mampu diterima oleh telinga manusia pada normalnya antara 70-140 desibel. *Industrial Noise and Vibration Centre* (www.invc.co.uk) menyebutkan bahwa kebisingan dapat terjadi melalui dua cara, yaitu secara aerodinamis dan secara



mekanis. Aerodinamis meliputi kipas angin, *blower*, *pneumatic*, *compressor*, dan *combustion*, sedangkan secara mekanis meliputi: proses *impact* (mesin *press*), mesin yang berputar (*gear*, pompa, motor, gaya listrik), dan gaya patah (*tool* retak atau patah). Kebisingan pada alat dan mesin tersebut sebenarnya dapat diatasi dengan cara melakukan *maintenance* rutin mengenai bagian-bagian yang mudah menimbulkan panas, getaran, dan suara. Jika alat dan mesin tersebut tidak dirawat dengan baik, maka dapat menimbulkan suara yang tidak nyaman di pendengaran normal manusia.



Gambar 6. Benda-Benda yang Menghasilkan Suara Keras

Pembelajaran di dalam bengkel, suara dan bunyi bising di lingkungan bengkel dapat diredam dengan baik dengan peredam seperti *ear plug* yang bertujuan menyaring dan mencegah suara yang diinput oleh gendang telinga. Kemungkinan yang akan terjadi penurunan kualitas pendengaran sampai pada ketulian jika tidak memakai peredam.



4. Warna (*Colour*)

Warna (*colour*) memberi dampak terhadap refleksi cahaya yang ditimbulkan pada iluminasi. Kemampuan mata sangat peka terhadap rasangan yang diberikan warna. Warna tersebut memiliki filosofi tersendiri yang menyebabkan efek penerimaan yang berbeda apabila salah dalam mewarnai segala komponen atau perabot dalam laboratorium. Laboratorium ini membutuhkan pekerjaan yang teliti, maka warna-warna yang digunakan seperti tembok dan langit-langit adalah putih atau kelabu.

Pemilihan warna dinding, alat, dan mesin harus dibuat dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan, fungsi warna, serta bahan cat. Pentingnya pemilihan tersebut dikarenakan di dalam bengkel tersebut banyak dijumpai alat/mesin yang beroperasi sehingga penstandarisasi warna dan peringatan tanda bahaya kecelakaan kerja perlu dilakukan. Bengkel membutuhkan pekerjaan yang teliti, maka warna-warna yang digunakan seperti tembok dan langit-langit adalah warna yang cerah seperti putih atau kelabu. Warna mesin adalah warna yang kontras dengan warna dinding, seperti biru atau hijau. Warna *line* pada lantai berwarna kuning, serta tanda-tanda peringatan bahaya kecelakaan kerja menggunakan warna-warna yang mencolok dan berbeda dengan warna lain yaitu warna merah.



Tabel 1. Demarkasi Warna Keselamatan Kerja

Warna	Keterangan
	Batas Area Kerja Batas Ruangan Kerja Batas Jalur Lalu Lintas
	Produk Jadi Sarana Umum
	Barang/Bahan Baku Sarana P3K Sarana Keselamatan Sarana Darurat & Evakuasi Jalur Pejalan Kaki
	Barang/Bahan yang akan diproses
	Barang/Bahan Inspeksi QC
	Produk/Bahan Ditolak (<i>Reject</i>) Sisa Pekerjaan yang tidak terpakai Tanda Berhenti
	Rak/Lemari Meja Perlengkapan/Peralatan/Mesin
	Area terbatas untuk tujuan operasional
	Mesin/Alat Berbahaya. Area terbatas untuk keselamatan Sarana Darurat Kebakaran.
	Zona Mengandung Bahaya.



2. Persyaratan Ruang Praktik SMK Berdasarkan Permendikbud Nomor 8 Tahun 2018 Tentang Petunjuk Operasional DAK Fisik Bidang Pendidikan

Fasilitas pendidikan merupakan kunci utama dalam pelaksanaan pendidikan kejuruan (SMK). *World Health Organization* (2011) memperjelas bahwa “*The laboratory work space and facilities must be such that the workload can be performed without compromising the quality of work and the safety of the laboratory staff, other health care personnel, patients and the community*”. Kowalski (2010) menjelaskan “*Facilitation involves making it easier for school employees to accomplish their responsibilities individually and for them to meet school goals collectively. One of the most important aspects of facilitation is creating opportunities for staff to interact so that they can be part of a learning community*”. Berdasarkan penjelasan tersebut maka diketahui bahwa fasilitas merupakan bagian yang penting pada laboratorium. Fasilitas yang baik akan tercipta dengan baik apabila ada tanggung jawab antar individu terhadap fasilitas-fasilitas tersebut.

Fasilitas fisik sekolah perlu adanya pengelolaan yang baik guna mencapai tujuan dari pemanfaatan fasilitas tersebut. Pengertian pengelolaan fasilitas menurut Rick B. *et al* (2003: 12) mendefinisikan; “*Facility management is therefore about empowering people through provision of infrastructure that adds value to the processes that they support*. Artinya pengelolaan fasilitas merupakan pemberdayaan masyarakat yaitu pengguna fasilitas bengkel melalui penyediaan *infrastruktur* yang memberikan nilai tambah terhadap proses yang digunakan. Adanya fasilitas dapat menunjang dan mempermudah kegiatan pembelajaran yang diadakan di bengkel sekolah. Ed Young, *et. al* (2003: 3) mengemukakan; *The physical environment, however, rarely has direct unmediated impacts upon human health and well-being. It is the interaction of individual characteristics with physical features of the environment that we must examine to understand how environments including schools affect behavior.*



Lingkungan fisik dapat berdampak langsung karena merupakan interaksi karakteristik individu dengan ciri-ciri fisik dari lingkungan yang dapat mempengaruhi perilaku siswa dalam belajar. Fasilitas yang lengkap tanpa adanya pemanfaatan serta keterjagaan tidak akan berarti karena dapat berdampak pada kerugian bagi sekolah. Fasilitas yang terbatas jika dimanfaatkan dan dijaga dengan maksimal justru akan berdampak pada keuntungan bagi sekolah dan pengguna bengkel. Rick, B. *et al* (2003: 12) mengemukakan bahwa; *Facility managers are charged with the responsibility of ensuring that the infrastructure is available, operational, strategically aligned, safe and sustainable. Facilities must encourage high productivity through a continual search for ways to improve quality, reduce cost and minimize risk. Indonesia Australia technical and vocational education project (IATVEP)* menyebutkan beberapa keuntungan dalam menjaga kondisi fasilitas sekolah dalam kondisi selalu dalam keadaan baik diantaranya;

- a. Mendorong kualitas pendidikan serta lulusan yang bermutu tinggi
- b. Meningkatkan kualitas pengajaran
- c. Meningkatkan nilai ekonomi dari fasilitas yang ada;
- d. Mengurangi biaya perbaikan
- e. Menjaga fasilitas pendidikan tetap dalam kondisi yang baik
- f. Memaksimalkan penggunaan

Pemenuhan kebutuhan fasilitas di SMK khususnya bengkel dan laboratorium sangat variatif dari segi kuantitas dan kualitas. Kuantitas berkaitan dengan seberapa banyak rasio alat/mesin dengan peserta didik untuk mencapai nisbah yang ideal, sedangkan kualitas adalah mutu dari alat/mesin yang digunakan oleh peserta didik yang terupdate, canggih, modern, dan multifungsi. Kriteria kualitas memang sulit untuk dicapai SMK apabila ingin menyetarakan peralatan dan perlengkapan praktik sesuai dengan permintaan industri. Sementara ini, program-program pemerintah dalam memberikan bantuan fasilitas



SMK fokus pada kuantitas untuk mengejar rasio ideal antara alat/mesin dengan peserta didik dan rombongan belajar (rombel).

Pemenuhan mutu minimal ruang praktik telah menjadi fokus utama Direktorat Pendidikan SMK dalam melakukan revitalisasi bengkel dan laboratorium SMK dengan mempublikasikan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan (Permendikbud) Nomor 8 Tahun 2018 tentang Petunjuk Operasional DAK Fisik Bidang Pendidikan. Penyusunan norma dan kriteria standar ruang praktik minimal harus dipenuhi oleh SMK untuk memberikan kenyamanan dan keamanan dalam praktikum. Adapun salah satu contoh minimal standar ruang praktik pada kompetensi keahlian Teknik Pemesinan sesuai peraturan tersebut sebagai berikut.

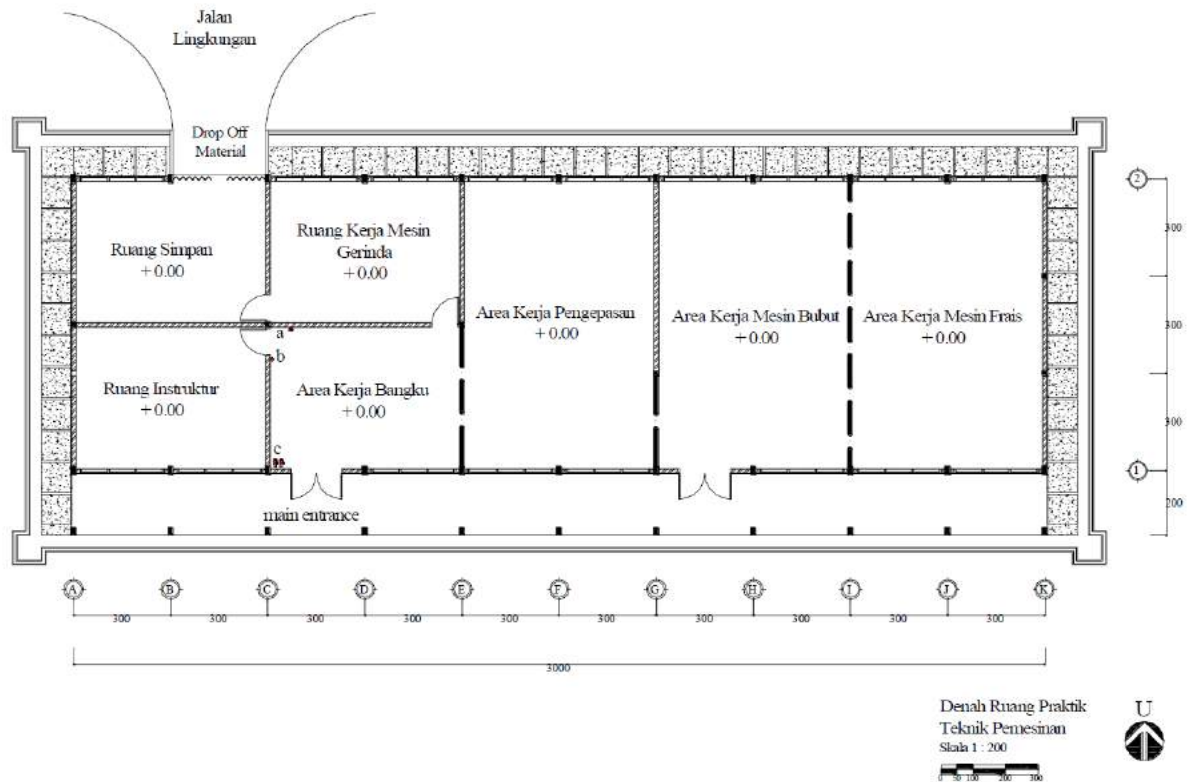
- a. Ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan berfungsi sebagai tempat pelaksanaan kegiatan pembelajaran: pekerjaan logam dasar, pengukuran dan pengujian logam, membubut lurus, bertingkat, tirus, ulir luar dan dalam, memfrais lurus, bertingkat, roda gigi, menggerinda-alat, dan pengepasan/ pemasangan komponen.
- b. Luas minimum ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan adalah 270 m² untuk menampung 72 peserta didik yang meliputi: area kerja bangku 54 m², area kerja mesin bubut 54 m², area kerja mesin frais 54 m², area kerja gerinda 54 m², ruang kerja pengepasan 54 m², ruang penyimpanan dan instruktur 54 m².
- c. Disiapkan kotak kontak/stop kontak 1 phasa dengan jarak masing- masing 3 m, dan kotak kontak/stop kontak 3 phasa dengan jarak masing-masing 6 m, pada sepanjang dinding bagian dalam ruang praktik.
- d. Ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan dilengkapi prasarana.
- e. Ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan dilengkapi perabot.
- f. Ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan dilengkapi peralatan praktik utama/praktik produksi.



Tabel 2. Jenis, Rasio, dan Deskripsi Standar Prasarana Ruang Praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan

No.	Jenis	Rasio	Deskripsi
1.	Area kerja bangku	3 m ² / peserta didik	Kapasitas untuk 18 peserta didik. Luas minimum adalah 54 m ² . Lebar minimum adalah 9 m.
2.	Area kerja mesin bubut	3 m ² / peserta didik	Kapasitas untuk 18 peserta didik. Luas minimum adalah 54 m ² . Lebar minimum adalah 9 m.
3.	Area kerja mesin frais	3 m ² / peserta didik	Kapasitas untuk 18 peserta didik. Luas minimum adalah 54 m ² . Lebar minimum adalah 9 m.
4.	Area kerja mesin gerinda	3 m ² / peserta didik	Kapasitas untuk 18 peserta didik. Luas minimum adalah 54 m ² . Lebar minimum adalah 9 m.
5.	Ruang kerja pengepasan	3 m ² / peserta didik	Kapasitas untuk 18 peserta didik. Luas minimum adalah 54 m ² . Lebar minimum adalah 9 m.
6.	Ruang instruktur dan penyimpanan (RIS)	3 m ² / peserta didik	Luas R. Instruktur adalah 27 m ² . Kapasitas untuk 9 orang. Luas R. Penyimpanan adalah 27 m ² . Luas minimum RIS adalah 54 m ² . Lebar minimum adalah 9 m.





Gambar 7. Contoh Denah Ruang Praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesian Sesuai Permendikbud No. 8 Tahun 2018 tentang DAK Fisik

3. Standar-Standar Utama dalam Bengkel dan Laboratorium

Bengkel atau *workshop* secara garis besar memiliki fungsi sebagai tempat untuk memberikan kelengkapan bagi pelajaran teori yang telah diterima sehingga antara teori dan praktik bukan merupakan dua hal yang terpisah, melainkan dua hal yang merupakan satu kesatuan. Bengkel juga memiliki peranan untuk memberikan keterampilan kerja ilmiah bagi siswa, serta untuk memupuk dan membina rasa percaya diri sebagai keterampilan yang diperoleh di bengkel (Alim Sumarno, 2011).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 40 tahun 2008 Tentang Standar sarana dan prasarana untuk sekolah menengah kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan (SMK/MAK), sebuah sekolah terutama SMK harus mempunyai bengkel atau tempat praktik yang memadai. Bertujuan agar siswa mempraktikkan langsung materi yang didapat. Bengkel yang layak atau memadai untuk praktik paling tidak memenuhi beberapa hal diantaranya: atmosfer bengkel (kondisi bengkel) yang baik, perawatan bengkel yang terjaga, peralatan praktik yang memadai, perlengkapan bahan praktik yang memadai, penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) bagi personel bengkel dan siswa, penerapan 5S (*seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke*) di bengkel. Bengkel merupakan sarana untuk menunjang dan mengembangkan atas teori yang dikuasainya. Kenyamanan praktik di dalam bengkel akan mempengaruhi hasil praktik itu sendiri, untuk itu diperlukan perancangan bengkel yang memenuhi standar.

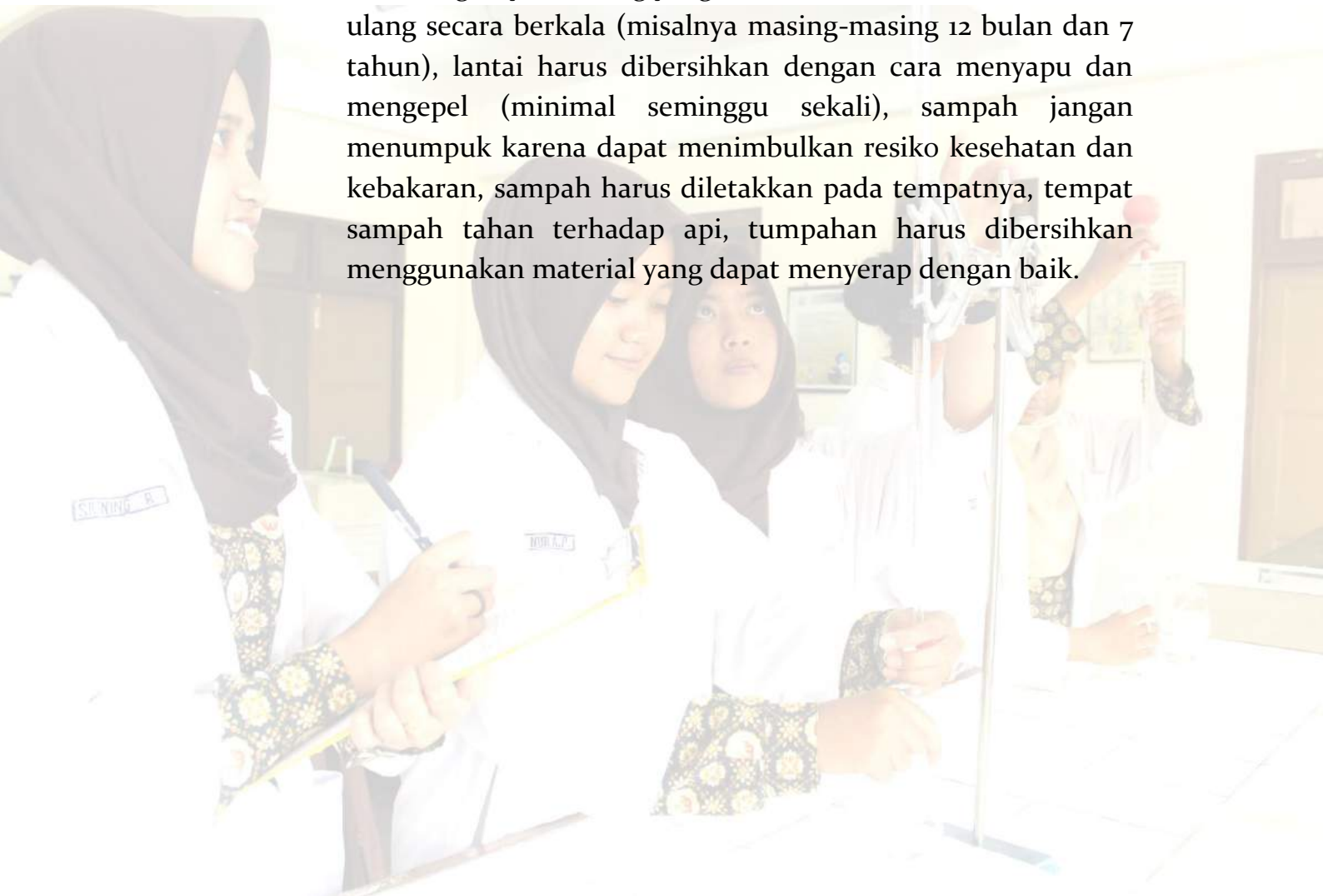
Menurut Ismara & Prianto (2017), beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh bengkel sebagai berikut:

- a. *Tempat kerja, peralatan tetap dan perabotannya, maupun peralatan dan sistemnya yang terintegrasi atau tambahan:* terawat dengan baik, tetap bersih, dalam keadaan efisien, dalam urutan kerja yang efisien, dan dalam kondisi baik dan sebaiknya diberi sistem cadangan dengan pemeliharaan terencana dan pencatatan yang sesuai, sedangkan untuk pemeliharaan, meliputi: inspeksi, penyetelan, pelumasan, pembersihan seluruh peralatan dan perlengkapan bengkel.
- b. *Atmosfer bengkel meliputi beberapa persyaratan, yaitu:* kondisi sekeliling bengkel harus terpelihara dengan cara membuka jendela, memasang kipas angin di dinding atau langit-langit untuk memberi kesejukan udara di bengkel, jika ventilasi diperlukan untuk melindungi para personel bengkel, sistemnya harus dipasang alarm pendeteksi kegagalan, mampu memasok



udara bersih 5-8 liter/detik/pekerja, dirawat, dibersihkan dan kinerjanya diperiksa secara rutin.

- c. *Temperatur tempat kerja selama jam kerja, harus memenuhi persyaratan, seperti:* untuk pekerjaan normal: 160 °C (60,80 F) untuk pekerjaan berat: 130 °C (55,40 F); apabila di dalam bengkel terdapat pemanas atau pendingin maka tidak boleh menghembuskan uap yang berbahaya; sejumlah termometer dipasang di dalam bengkel.
- d. *Pencahayaan:* harus memadai dan mencukupi, jika memungkinkan memanfaatkan cahaya alami, lampu darurat harus dipasang untuk berjaga-jaga seandainya lampu utama mengalami kegagalan dan menimbulkan bahaya (Alfred Freddy Manik, 2011).
- e. *Perawatan (house keeping):* tempat kerja, perabotan, dan fitting harus tetap bersih, dinding, lantai dan langit-langit harus tetap bersih, memeriksa penumpukan debu di atas permukaan datar terutama pada struktur bangunan, balok girder penopang atap dan sebagainya, dinding yang dicat harus dibersihkan dan dicat ulang secara berkala (misalnya masing-masing 12 bulan dan 7 tahun), lantai harus dibersihkan dengan cara menyapu dan mengepel (minimal seminggu sekali), sampah jangan menumpuk karena dapat menimbulkan resiko kesehatan dan kebakaran, sampah harus diletakkan pada tempatnya, tempat sampah tahan terhadap api, tumpahan harus dibersihkan menggunakan material yang dapat menyerap dengan baik.





Gambar 8. Tempat Praktik yang Nyaman, Aman, Sehat, dan Modern

- f. *Work station*: harus nyaman untuk semua yang bekerja di sana, memiliki pintu darurat yang ditandai dengan jelas, lantai harus tetap bersih dan tidak licin, bahaya sandungan disingkirkan, bekerja pada posisi kaku dan janggal sebaiknya tidak dilakukan terlalu lama, benda-benda kerja dan material kerja harus mudah diraih dari posisi kerja.
- g. *Tempat duduk*: di manapun pekerjaan dilakukan, tempat duduk harus tersedia, tempat duduk harus sesuai dengan jenis pekerjaannya dan memiliki sandaran punggung dan penumpu kaki (*foot rest*), harus pada kondisi yang baik jika terjadi kerusakan harus diperbaiki atau diganti.
- h. *Lantai*: tidak diberi beban berlebih, rata dan mulus, tidak berlubang, bergelombang atau rusak yang mungkin menyebabkan bahaya sandungan, bebas hambatan dari barang-barang di letakkan di tempat yang telah ditentukan, tidak licin, memiliki sarana drainase yang memadai jika ada kemungkinan terkena air, memiliki pemisah antara jalur-jalur lalulintas dan pejalan kaki berupa hand rail, penghalang atau marka lantai, memiliki penghalang di sekitar lubang atau tempat yang tersedia.



Bengkel dan laboratorium kejuruan merupakan cerminan miniatur industri yang tentunya membutuhkan ketepatan baik dalam standarisasi ruang praktik dan fasilitas yang menunjang pembentukan kompetensi. Sarana dan prasarana merupakan sesuatu yang mutlak diperhatikan oleh pengelola bengkel/laboratorium. Berdasarkan standar-standar yang dikembangkan Ismara & Prianto, maka dihasilkan standar-standar ideal yang perlu dipersiapkan SMK untuk memberikan layanan optimal kepada peserta didik khususnya dalam mengembangkan kompetensi keahlian peserta didik. Standar-standar yang harus diperhatikan pengelola bengkel antara sebagai berikut.

a. Standar Bangunan Bengkel/Laboratorium

Bengkel/laboratorium yang nyaman untuk digunakan praktik tentunya memiliki standar bangunan itu sendiri. Tidak terlalu sempit bahkan tidak terlalu luas dengan kata lain bangunan harus ideal. Selain itu, akses kendaraan untuk bongkar/muat barang dan produk dapat dilalui kendaraan besar. Berdiri di lahan yang luas, aman dari bencana alam (banjir, tanah longsor, dan tanah retak), tahan gempa, kokoh, dan bersertifikat memberikan pengguna dan pengelola di dalam bengkel/laboratorium menjadi aman, nyaman, dan optimal dalam mengeksplorasi keterampilan di bidang vokasionalnya.

Beberapa poin yang harus dipenuhi oleh pengelola bengkel sebagai berikut.

1. Lebar bengkel lebih dari 15 m
2. Tinggi bengkel per lantai lebih dari 6 m
3. Rasio lebar dengan tinggi yaitu 1 : 2
4. Luas minimal lantai per murid lebih dari 5 m²/murid
5. Jarak minimal bangunan bengkel dengan bangunan lain setidaknya dapat diakses Truck (> 4 m)
6. Akses jalan menuju bengkel dapat diakses Truck (> 4 m)
7. Setiap 3 m terdapat kolom untuk semua konstruksi bengkel
8. Pondasi dalam tiang pancang (paku bumi)
9. Dinding bengkel dari batu bata merah



10. Atap bengkel terbuat dari bahan PVC
11. Konstruksi rangka atap adalah bja plat I
12. Bengkel bersertifikat SHM sendiri, milik sendiri, dan memiliki IMB

Contoh bangunan bengkel/laboratorium yang “kurang ideal” dan “ideal” untuk diperhatikan bagi pengelola bengkel kejuruan dalam menentukan bangunan bengkel dapat melihat pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 9. Bangunan Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

b. Standar Lantai Bengkel/Laboratorium

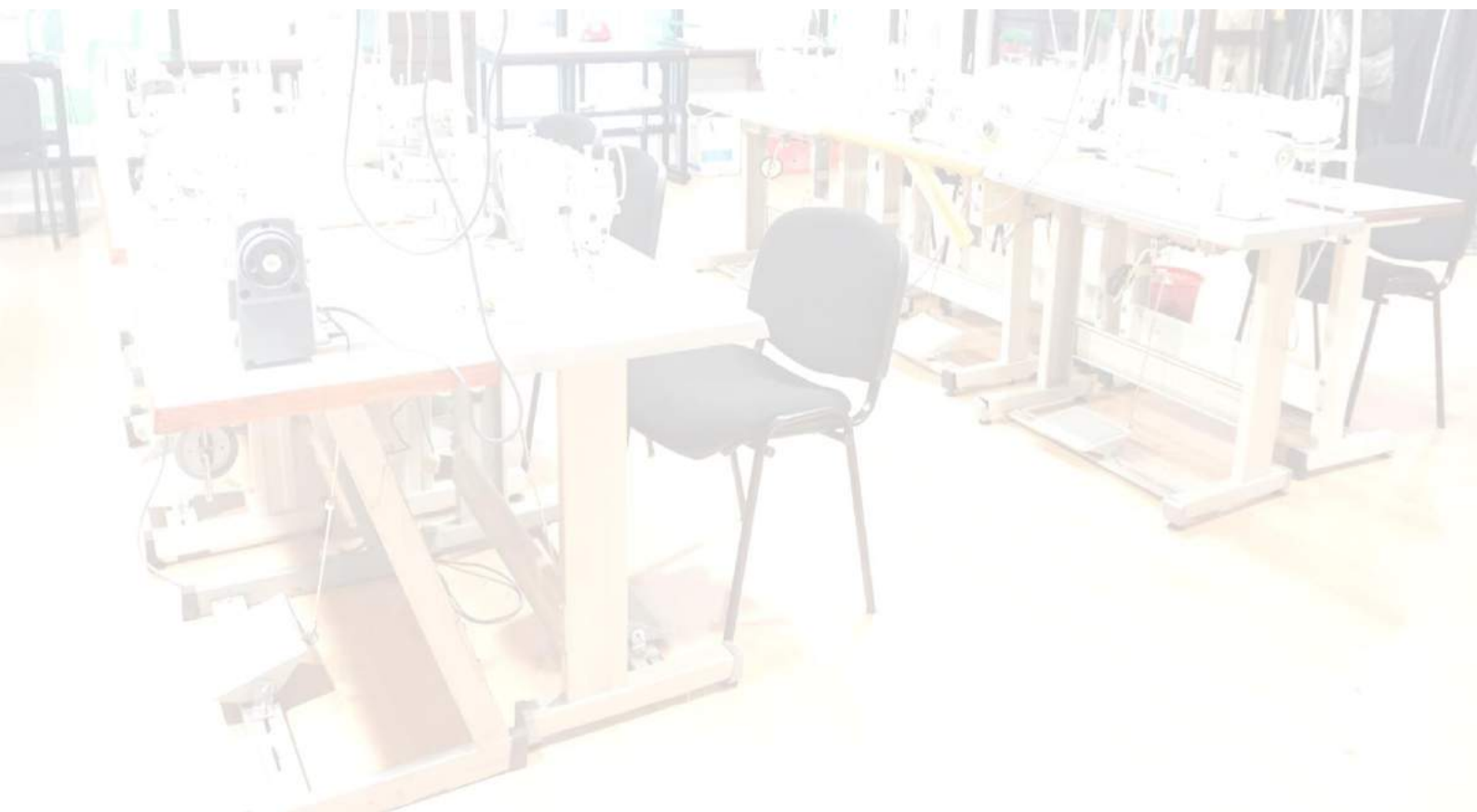
Lantai bengkel yang terbuat dari cor efektif untuk meredam getaran dari alat-alat yang memiliki getaran cukup besar. Sehingga tidak menimbulkan kebisingan yang mengganggu dan



getaran tidak merambat terlalu jauh ke area lain. Lantai cor juga efektif apabila ada peralatan atau bahan yang terjatuh maka lantai tidak akan mudah mengalami kerusakan. Persyaratan lantai bengkel yang baik sebagai berikut.

1. Lantai khusus kerja logam berupa beton cor dengan plester halus.
2. Lantai khusus ruang instruktur berupa keramik/kayu.
3. Lantai khusus ruang teknisi/toolman berupa keramik/kayu.
4. Lantai khusus ruang kelas (rombel) berupa keramik/kayu.
5. Lantai khusus ruang ganti/toilet berupa keramik.
6. Lantai khusus gudang penyimpanan berupa beton cor plester halus.
7. Lantai khusus laboratorium bengkel berupa keramik/kayu.
8. Pewarnaan lantai menggunakan cat khusus *epoxy floor coating* dengan bahan resin dan hardener.
9. Warna demarkasi lantai mengacu pada rambu K3, bersih, jelas, terawat, dan ada petunjuk arah/lalu lintas.
10. Tidak ada lantai yang rusak dan aman untuk dilewati forklift

Contoh bengkel/laboratorium yang “kurang ideal” dan “ideal” untuk diperhatikan bagi pengelola bengkel kejuruan dalam menentukan lantai bengkel dapat melihat pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 10. Lantai Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

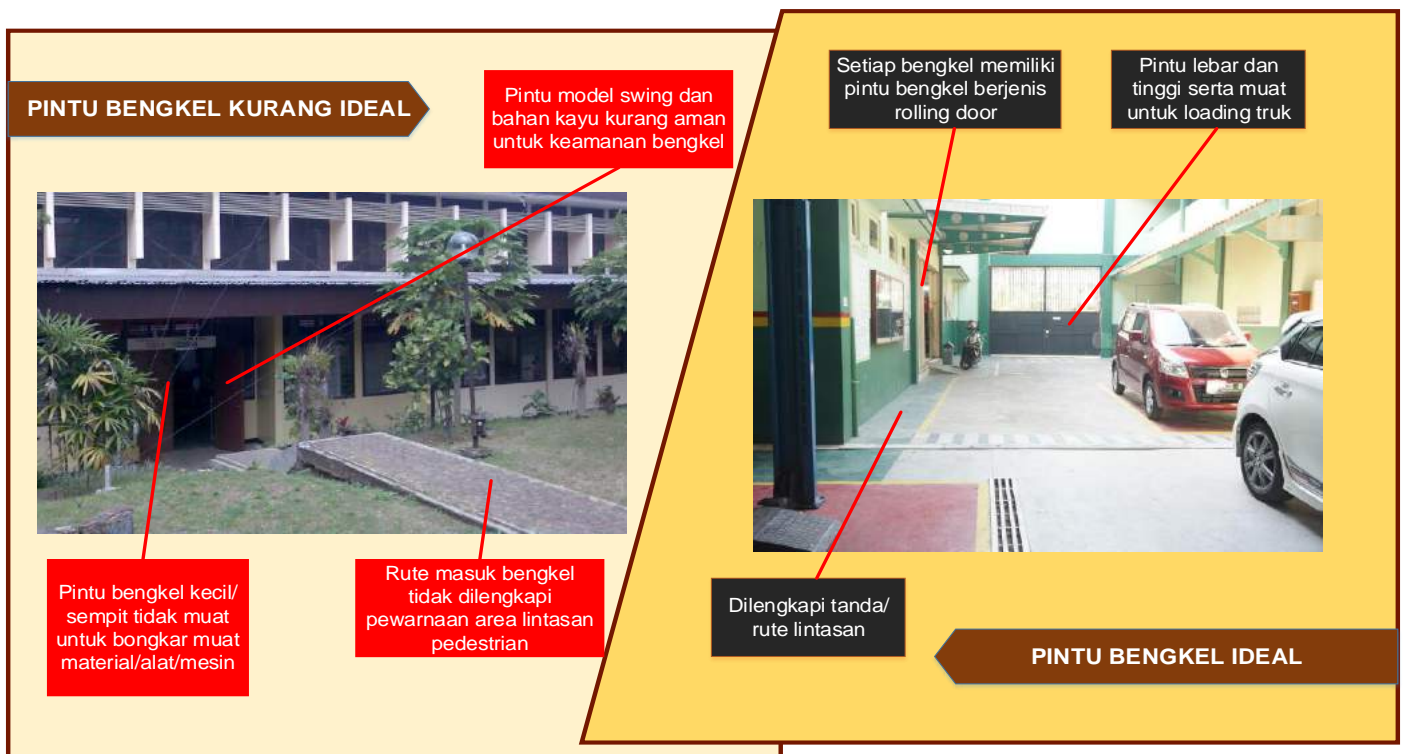
c. Standar Pintu Bengkel/Laboratorium

Bengkel secara umum memiliki dua macam jenis pintu yaitu pintu utama (*rolling door*) dan pintu ganda yang digunakan untuk beberapa ruangan. Sebuah bengkel harus memiliki pintu akses yang besar berbentuk *rolling door* agar saat distribusi barang masuk dan keluar mudah terjangkau. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan desain pintu bengkel yang mampu muat bongkar muat barang serta aman dari pencurian. Standar pintu bengkel yang ideal sebagai berikut.



1. Lebar pintu utama bengkel lebih dari 4 m atau dapat dimasuki truk
2. Tinggi pintu utama bengkel lebih dari 5 m atau melewati batas maksimal angkat forklift
3. Lebar pintu ruangan lebih dari 2,5 m atau dapat dimasuki forklift
4. Tinggi pintu ruangan atau lebih 5 m atau batas maksimal angkat forklift
5. Lebar pintu darurat lebih dari 2,5 m / muat untuk 3-4 orang
6. Tinggi pintu darurat lebih dari 3 m
7. Desain pintu ruangan menggunakan double swing dengan bahan full kaca
8. Keamanan pintu menggunakan kunci remote / pin

Contoh bengkel/laboratorium yang “kurang ideal” dan “ideal” untuk diperhatikan bagi pengelola bengkel kejuruan dalam menentukan pintu bengkel dapat melihat pada gambar-gambar berikut ini.

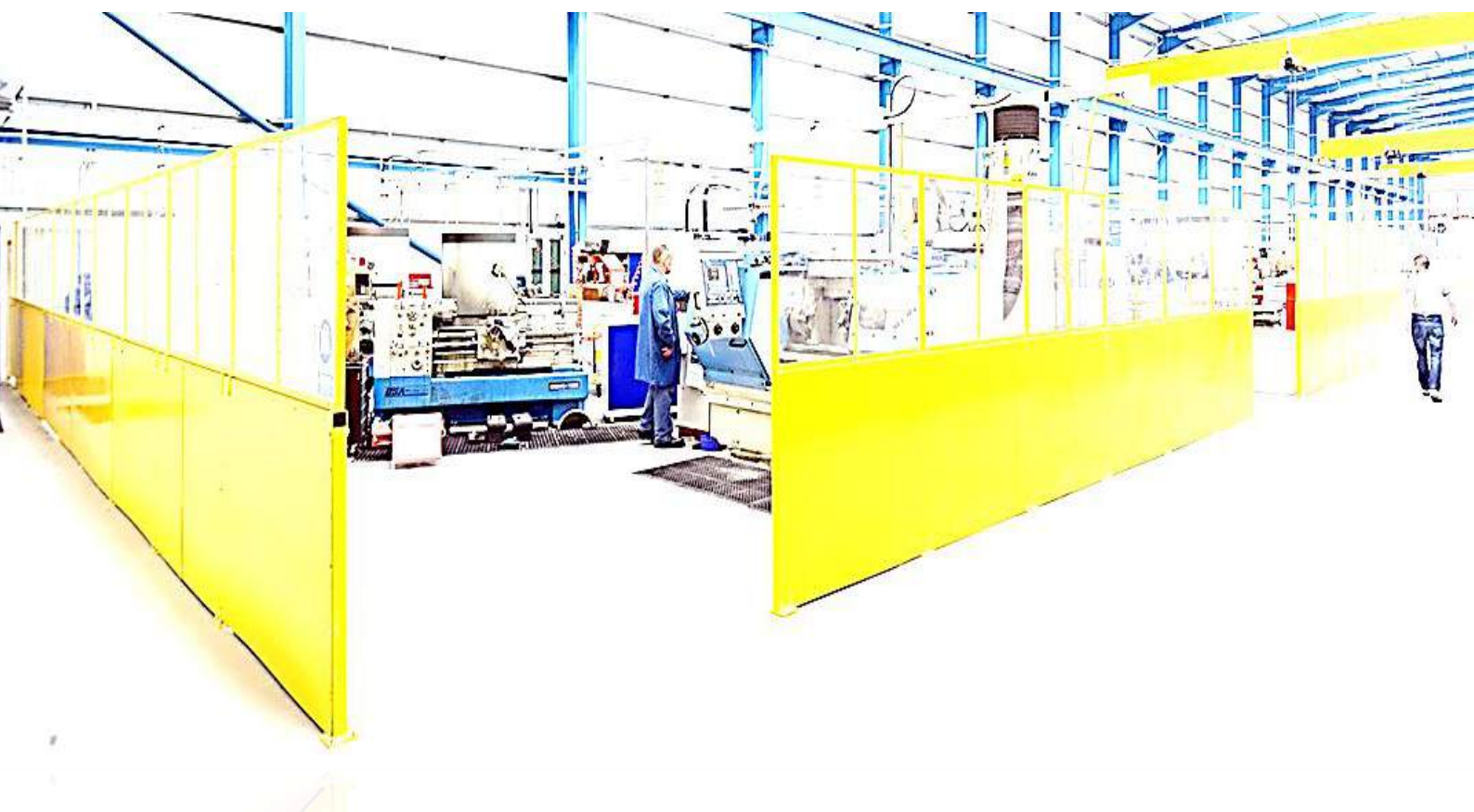


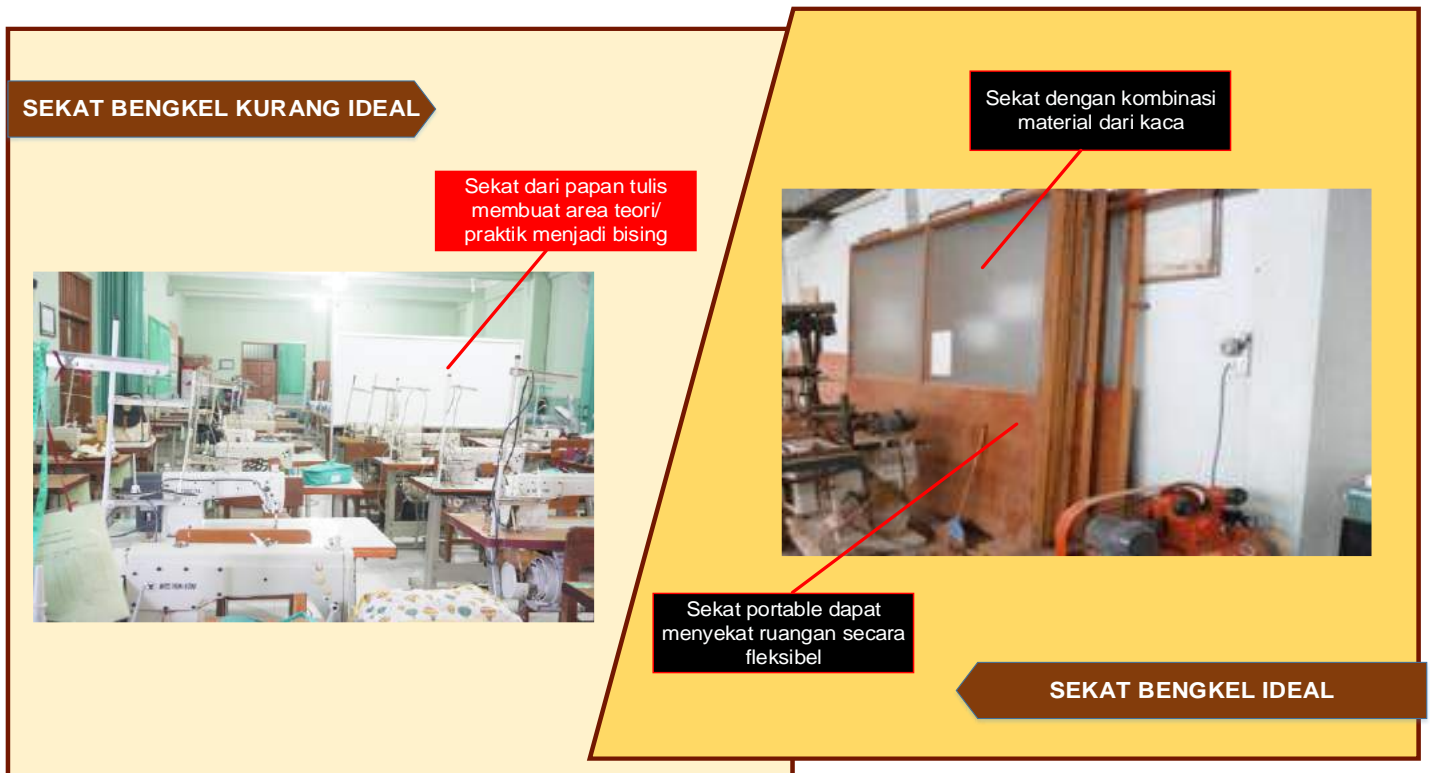
Gambar 11. Pintu Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal
d. Standar Penyekatan Bengkel/Laboratorium

Bengkel harus memiliki sekat portabel yang dapat dipindah-pindah, sehingga penggunaannya dapat disesuaikan. Sekat dapat dirapikan mendekati tembok seperti tampak pada gambar, apabila memerlukan area kerja yang cukup luas. Pada saat melaksanakan ujian praktik sekat dapat ditempatkan sesuai dengan kebutuhan. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan desain penyekatan bengkel yang mampu mempartisi ruangan, area kerja, dan kelas yang memiliki standar terbaik sebagai berikut.

1. Bahan penyekat dari Full Kaca.
2. Tinggi penyekat lebih dari 3 meter.
3. Jenis penyekat adalah semi permanen.
4. Keamanan penyekat harus kedap suara, aman terhadap getaran dan gempa bumi.

Contoh Bengkel/laboratorium yang “kurang ideal” dan “ideal” untuk diperhatikan bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memilih dan mendesain sekat bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 12. Sekat Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

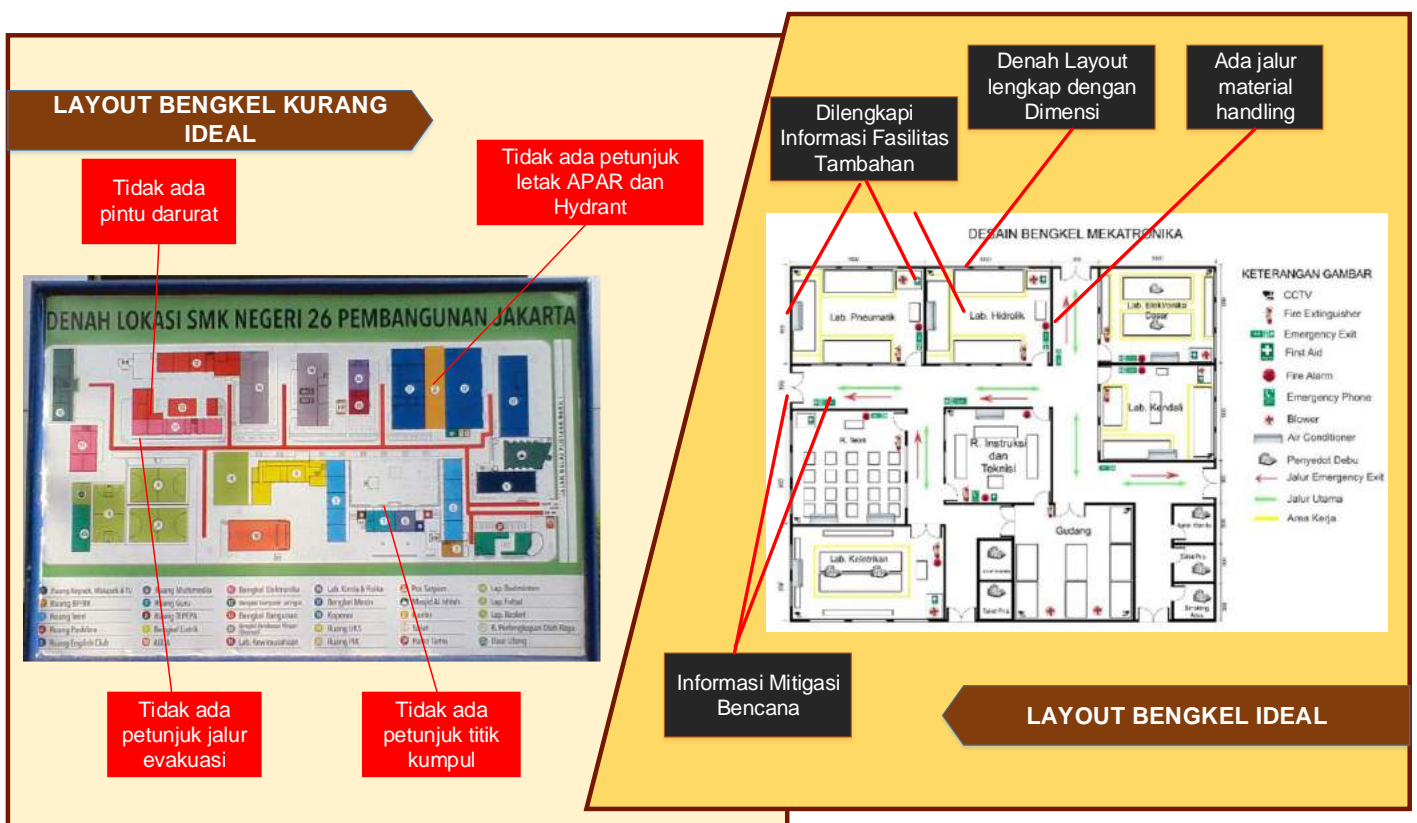
e. Standar *Layout* Bengkel/Laboratorium

Layout bengkel/laboratorium merupakan bagian penting dalam memberikan informasi mengenai denah dan dimensi dari masing-masing ruang. *Layout* bengkel yang baik perlu memberikan keterangan petunjuk mitigasi bencana. Pengenalan *layout* bengkel/laboratorium dapat dipublikasikan baik di dalam dan luar ruangan pada bengkel sebagai informasi dan tata letak dari bengkel/laboratorium. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan desain *layout* bengkel Abad 21 yang berorientasi pada pembelajaran model *Teaching Factory* dengan kelengkapan sebagai berikut.



1. Bentuk lokasi bengkel berbentuk sayap.
2. Tipe *layout* bengkel dengan kombinasi line production dengan flexibility layout.
3. Level proses dalam *layout* bengkel ditata sesuai dengan urutan level kompetensi yang jelas, rapi, dan berkelanjutan.
4. Publikasi desain *layout* bengkel harus memiliki *prototype* dalam bentuk 3D yang dipamerkan di bengkel.
5. Informasi *layout* harus detail, sesuai dengan kondisi sekarang, dan menunjukkan informasi mitigasi bencana.

Contoh *layout* bengkel/laboratorium yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memilih dan mendesain *layout* bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 13. Layout Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

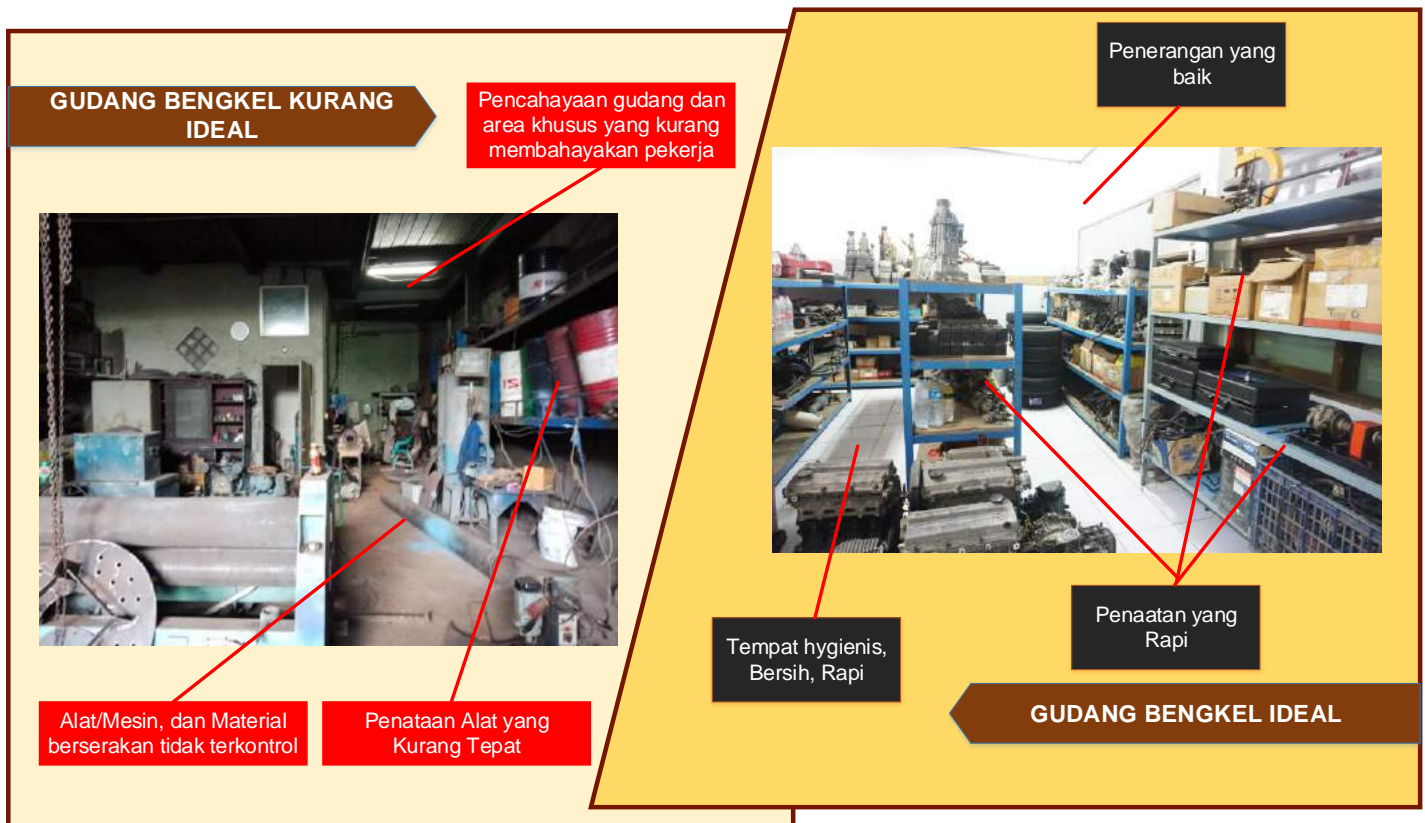


f. Standar Pergudangan dan Area-Area Khusus Penyimpanan

Bengkel harus memiliki area yang lengkap dan tertata dengan cukup rapi. Bagian dinding terdapat beberapa papan tempel yang memberikan informasi bermanfaat tidak hanya untuk pengguna bengkel namun juga bagi orang lain yang memasuki bengkel juga mendapatkan tambahan informasi dan wawasan melalui papan tempel tersebut. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana gudang dan area penyimpanan menjadi ruangan yang tidak terisolir dan terkesan rapi, bersih, tertata, dan teratur. Pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam penataan gudang dan area penyimpanan di dalam bengkel.

1. Gudang perlu dipisahkan antara gudang alat, asesoris mesin, bahan praktik mudah meledak dan tidak meledak.
2. Struktur gudang dengan atap yang tinggi, memiliki banyak ventilasi, jendela, tidak lembab, kokoh.
3. Lantai gudang di hardener dengan dilengkapi informasi pedestrian dan jalur lalu lintas forklift.
4. Pintu gudang didesain dapat dilewati truk untuk loading alat/mesin atau bahan praktik.
5. Gudang memiliki ruang administrasi, perangkat komputer, rak/lemari, dan wastafel.
6. Ruang display produk yang tertata rapi, memiliki album koleksi produk, dan dilengkapi video produk terbaik.
7. Ruang display alat/mesin atau *prototype* yang tertata rapi, memiliki album koleksi inventaris bengkel, dan dilengkapi video profil bengkel.
8. Terdapat ruang penyimpanan sisa bahan praktik/limbah produksi.

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam menata gudang dan area penyimpanan bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 14. Gudang Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

g. Standar Kenyamanan Pandangan

Pandangan dan pencahayaan dalam bengkel harus sangat baik karena pencahayaan alami yang efisien berasal dari luar sehingga dapat masuk dengan maksimal. Pencahayaan juga perlu diperhatikan agar tidak menyilaukan pekerja yang ada di dalam bengkel. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana mengoptimalkan cahaya alami dan melakukan manajemen penyebaran cahaya buatan. Kecermatan dalam pemilihan pencahayaan memberikan efektifitas produksi dan memberikan kenyamanan pandangan dalam praktikum. Pertimbangan - pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam membuat nyaman pandangan menjadi lebih efektif.

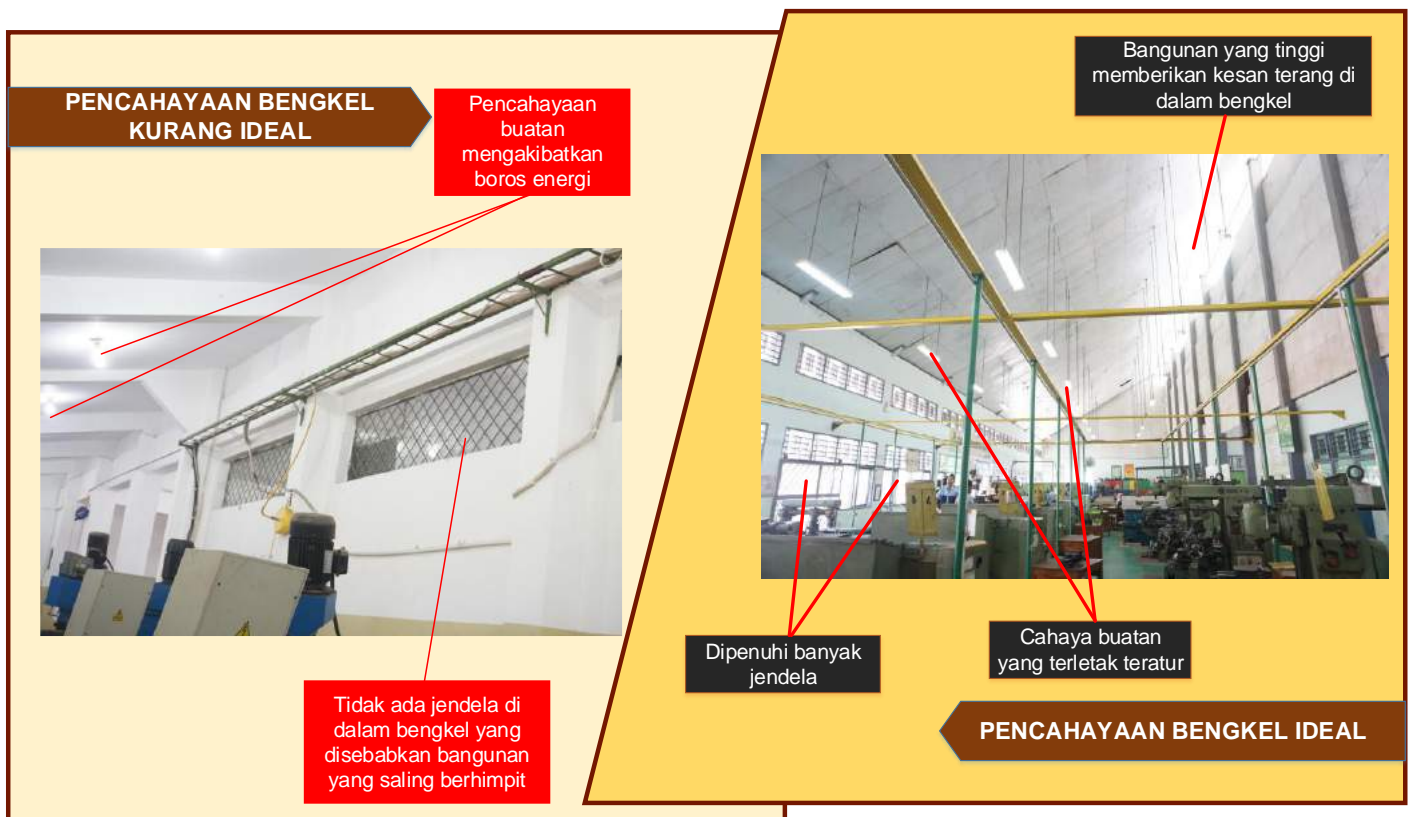




1. Luas area jendela dengan luasan bengkel lebih dari 40%.
2. Susunan jendela berbentuk bilateral dengan susunan 4 jendela dengan satu celah dinding.
3. Tinggi jendela adalah batas tertinggi atap bengkel.
4. Tipe kaca bening dengan ketebalan kaca lebih dari 1 cm, jenis tempered glass.
5. Jenis jendela adalah kombinasi antara jendela tetap dengan model swing/nako/ geser.
6. Kaca jendela harus bersih, mengkilap, dan dibersihkan setiap hari.
7. Pengaturan cahaya alami sangat teduh, cahaya menyebar hingga 50% area bengkel.
8. Penerangan buatan yaitu berpijar, tidak panas, tidak menyilaukan.
9. Sistem pencahayaan umum adalah 50% cahaya natural, 50% cahaya buatan
10. Pantulan cahaya memantul ke semua bagian bengkel.
11. Cahaya buatan interior terdiri dari satu lampu mampu mengcover lebih dari 2 area kerja.
12. Cahaya buatan lokal dalam alat/mesin dilengkapi asesoris lampu dan 1 lampu penerang di atas mesin.
13. Cahaya buatan eksterior dilengkapi 1 lampu eksterior mampu menerangi dengan jelas pada jarak 3 - 5m.
14. Tersedia lampu *emergency portabel*, permanen/ terpasang, dan berfungsi baik.



Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan kenyamanan pandangan di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 15. Kenyamanan Pencahayaan yang Ideal dan Kurang Ideal

h. Standar Kenyamanan Pendengaran

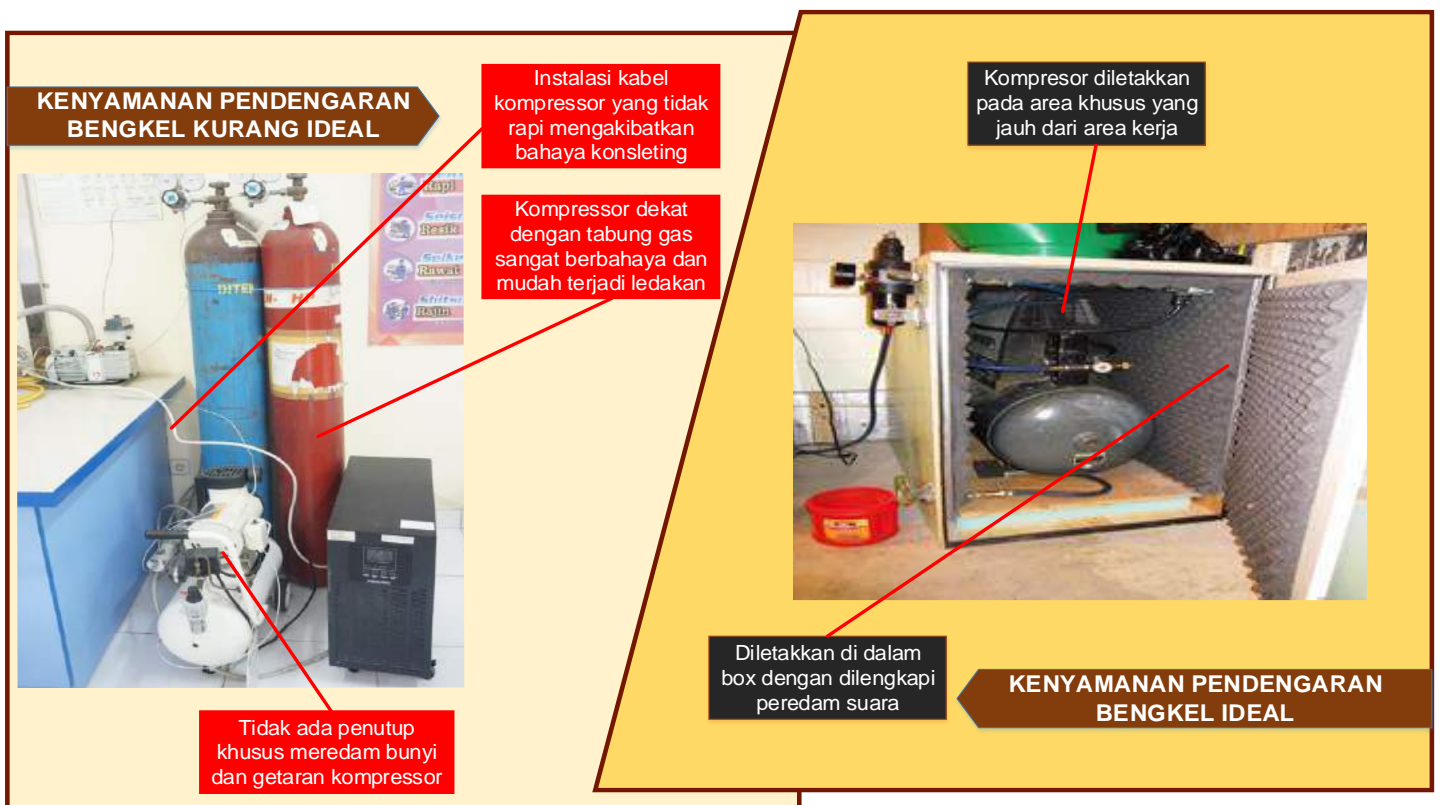
Suara yang bising tentunya memberikan pekerjaan menjadi kurang nyaman. Peredam yang tepat dengan karakteristik pekerjaan yang ada di bengkel perlu dipertimbangkan. Area-area khusus yang kedap suara menjadi pertimbangan dalam tata kelola layout bengkel/laboratorium kejuruan. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana memberikan kenyamanan pendengaran bagi pengguna bengkel/laboratorium dan menekan tingkat kebisingan. Kecermatan dalam pengelolaan alat/mesin memberikan efektifitas produksi dan memberikan kenyamanan



pendengaran dalam praktikum. Pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam membuat kenyamanan pendengaran menjadi lebih efektif.

1. Peredaman kebisingan alat/mesin dengan mengisolasi alat/mesin yang menghasilkan kebisingan pada area khusus berperedam.
2. Ambang batas kebisingan adalah 70-85 db (seperti suara *vacuum cleaner*).
3. Memiliki 2 atau lebih alat pengukur kebisingan dan berfungsi baik.

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan kenyamanan pendengaran di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 16. Kenyamanan Pendengaran Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

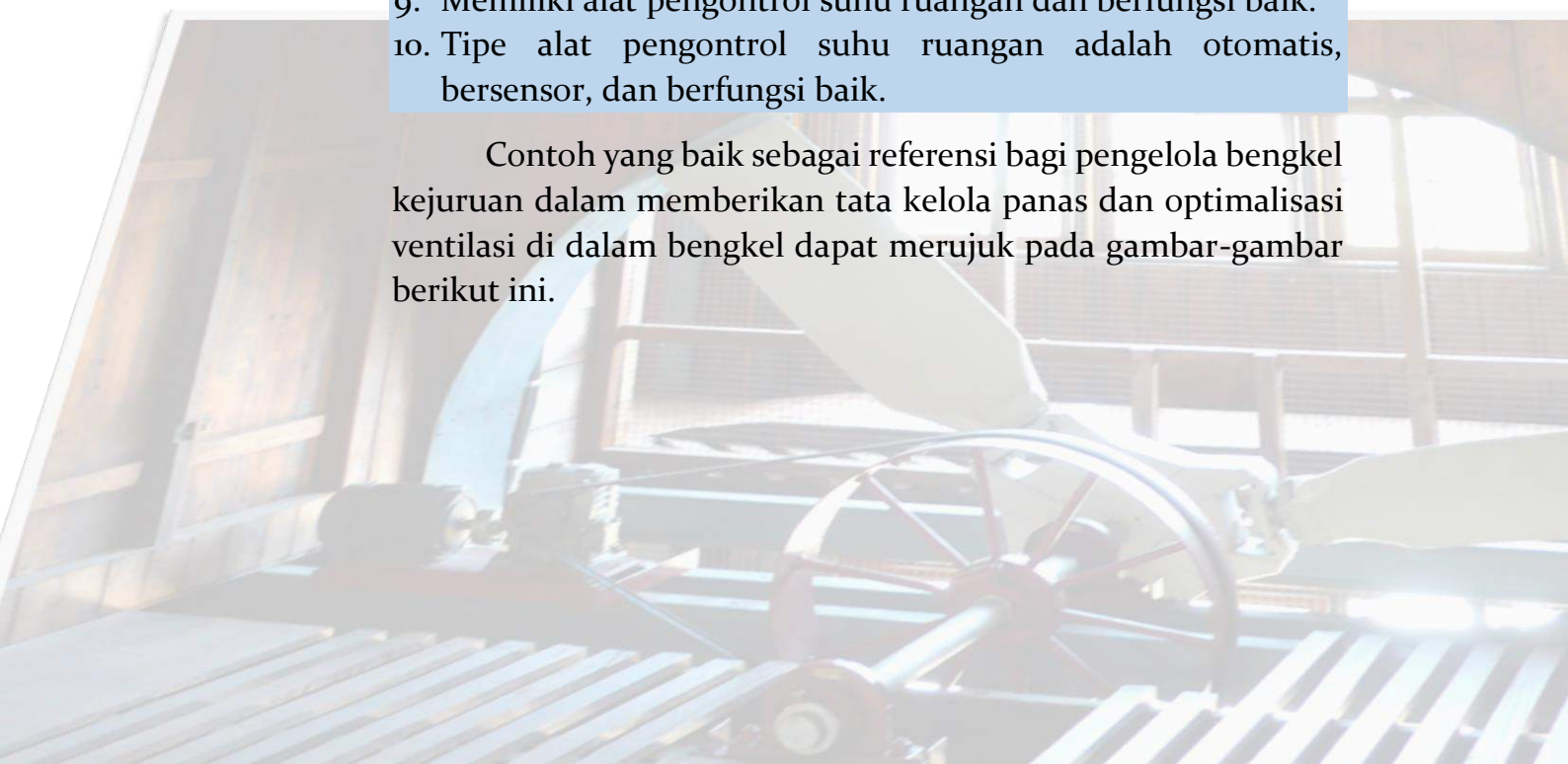


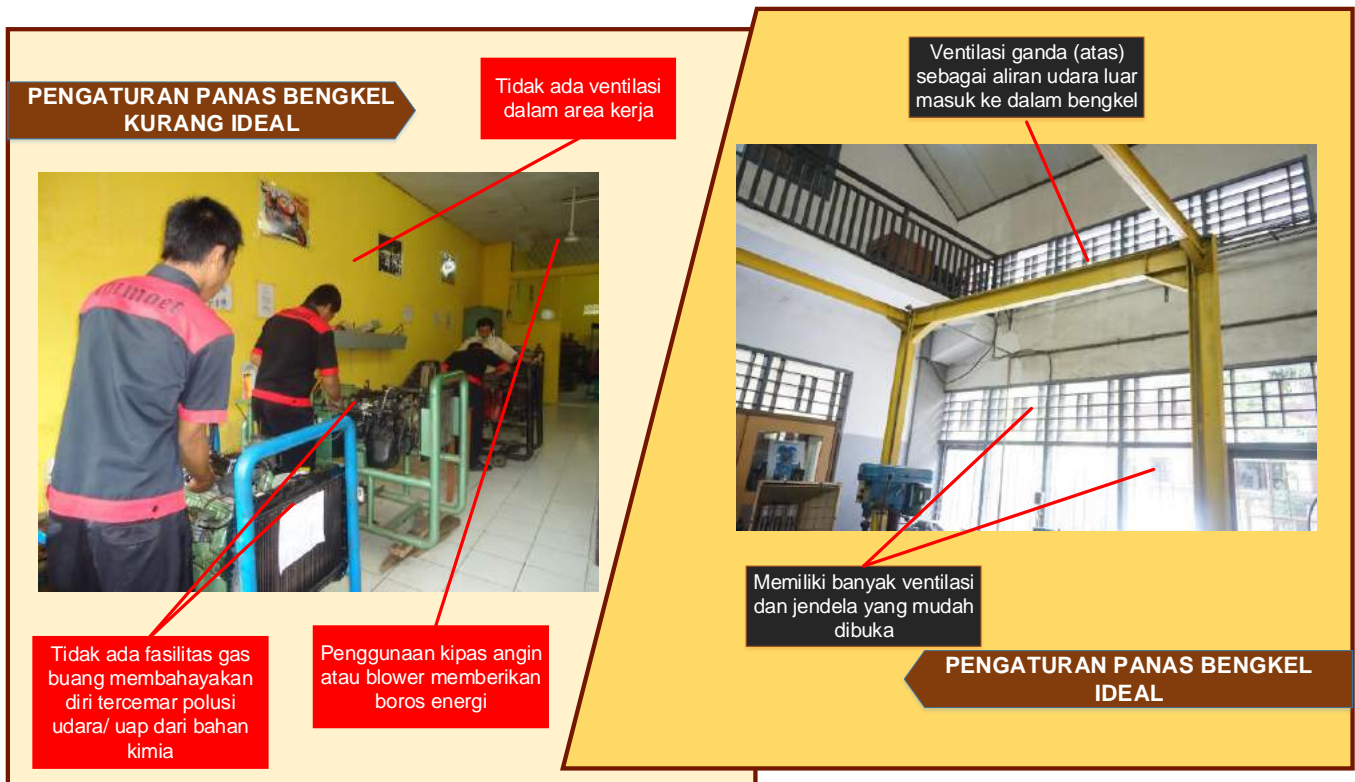
i. Standar Panas dan Ventilasi

Pertimbangan panas dan ventilasi penting diperhatikan ketika akan merencanakan suatu bengkel. Ventilasi yang efektif dapat melalui lubang udara (*ventilator*) dan *blower* (penghisap udara di dalam bengkel). Ventilasi-ventilasi ini akan mengurangi suhu yang ada di dalam ruangan yang berdampak pada kenyamanan pekerja di dalam bengkel. Kecermatan dalam pengelolaan alat/mesin yang dapat menghasilkan panas serta pemilihan pelengkap bangunan dapat menekan tingkat panas yang terjadi di dalam ruangan. Oleh karena itu, perlu adanya pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam meminimalisir panas yang dalam ruang kerja yaitu bengkel/laboratorium.

1. Sirkulasi udara segar lebih dari 30%.
2. Sistem ventilasi bengkel menggunakan ventilasi, Kipas Angin, *air cooler*, dan *Blower*.
3. Sistem ventilasi ruangan/laboratorium kerja dengan komposisi 1 ruangan dengan 2 AC.
4. Kelembapan bengkel adalah 50% (Sejuk, Nyaman).
5. Kelembapan ruangan kurang dari 50% (Dingin).
6. Memiliki alat pengukur kelembapan udara (*hygrometer*) dan berfungsi baik.
7. Suhu bengkel antara 20 - 25 °C.
8. Suhu ruangan antara 20 - 25 °C.
9. Memiliki alat pengontrol suhu ruangan dan berfungsi baik.
10. Tipe alat pengontrol suhu ruangan adalah otomatis, bersensor, dan berfungsi baik.

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan tata kelola panas dan optimalisasi ventilasi di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 17. Pengaturan Panas dan Ventilasi yang Ideal dan Kurang Ideal

j. Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan prinsip dasar dalam pengelolaan bengkel/laboratorium. Penggunaan K3 dalam praktikum memberikan keselamatan bagi pengguna bengkel, usia alat/mesin, kualitas praktik, dan keselamatan lingkungan sekitar. K3 sangat penting diterapkan bagi pengguna bengkel/laboratorium agar kecelakaan kerja dapat diminimalisir dan Standar Operasional Prosedur diterapkan secara tepat. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana K3 tersebut dapat hadir dalam lingkungan bengkel/laboratorium yang memiliki akses mudah dijangkau dan dipergunakan secara fleksibel. Kondisi perlengkapan K3 rutin dilakukan pengecekan untuk memastikan perlengkapan K3 dalam kondisi prima dan layak digunakan. Pertimbangan- pertimbangan berikut ini dapat

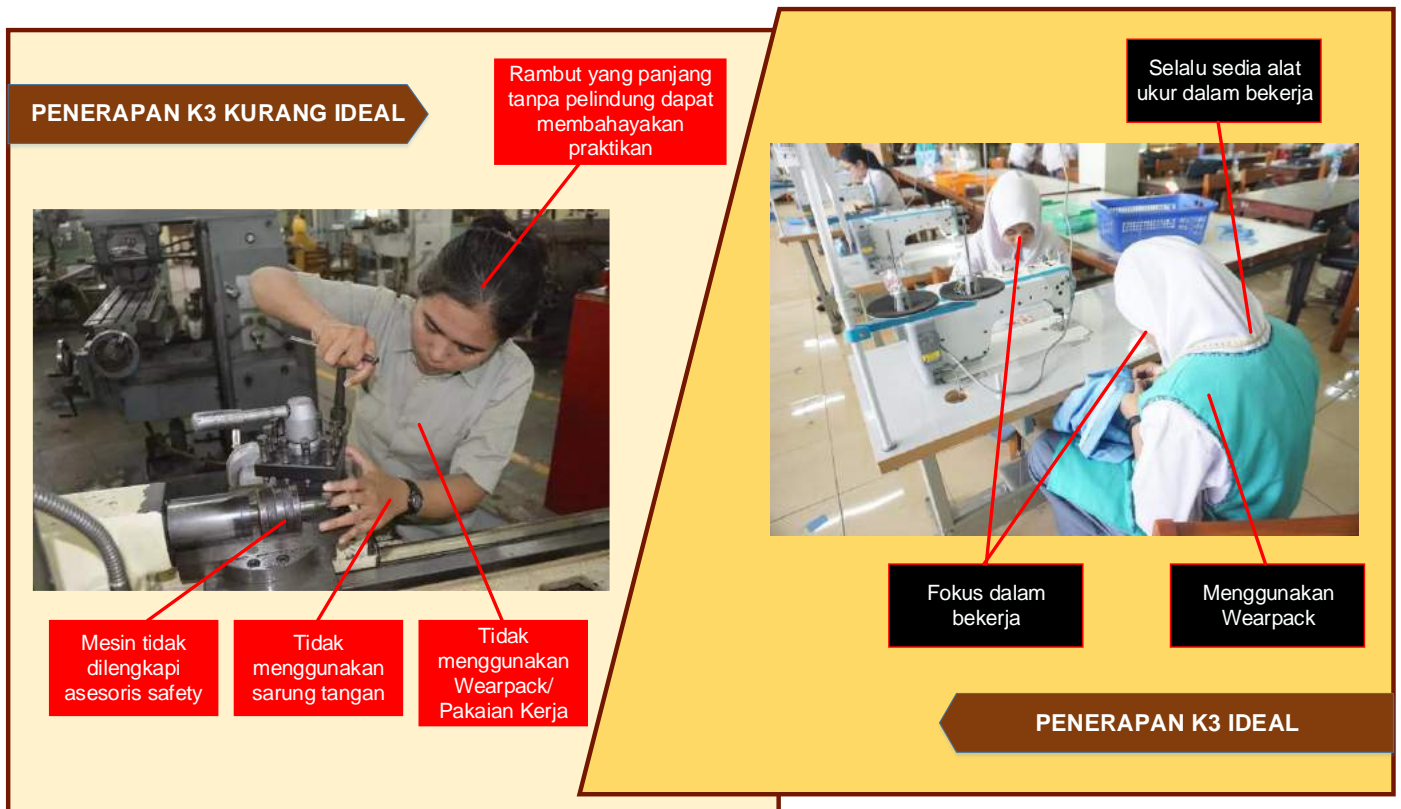


menjadi informasi dalam meminimalisir kecelakaan kerja di dalam bengkel/laboratorium dengan merujuk pada informasi berikut ini.

1. Peralatan K₃ lengkap, berfungsi dengan baik, selalu digunakan, dan terawat.
2. Informasi K₃ sangat lengkap disetiap alat/mesin, bersih, jelas, dan komunikatif.
3. Simbol K₃ sangat lengkap disetiap alat/mesin dan area kerja, jelas, komunikatif, sesuai aturan yang berlaku.
4. Standarisasi perlengkapan K₃ yaitu terstandar ISO, OSHA, ANSI, dll.
5. Rasio ideal alat K₃ dengan pengguna adalah 1:1.
6. Penerapan 5 R di setiap waktu.
7. Memiliki ruangan khusus terisolasi dengan keamanan terbaik.
8. Bengkel sangat aman, nyaman, dan terhindar dari bahaya kerja.
9. Perlengkapan K₃ ada di setiap alat/mesin atau berada disetiap area kerja dan tersusun rapi dalam kabinet.
10. Kondisi perlengkapan K₃ adalah bersih, terawat, modern, aman dan berfungsi baik.
11. P₃K lengkap dan berada di setiap area kerja.
12. Penanganan kecelakaan kerja yaitu cepat, pengguna terampil dalam penanganan kecelakaan kerja, dekat dengan pusat kesehatan.
13. Perawatan alat/mesin selalu memperhatikan running maintenance.
14. Pencegahan kecelakaan kerja dengan menerapkan manajemen SMK₃ berjalan efektif, ada monev K₃, penghargaan.

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan tata kelola K₃ yang baik di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 18. Penerapan K₃ di Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

k. Standar *Ergonomic Checkpoint*

Ergonomic checkpoint merupakan model terbaru bagi pengelola bengkel dalam memperhatikan area kerja sebagai prioritas dalam kenyamanan bekerja. Kecelakaan kerja dapat diminimalisir apabila bengkel/laboratorium mempertimbangkan secara cermat faktor ergonomik dalam bekerja. Area kerja dan lalu lintas produksi menjadi lancar dengan adanya informasi-informasi dalam *ergonomic checkpoint*. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana *ergonomic checkpoint* tidak hanya mempertimbangkan pewarnaan lantai bengkel saja, melainkan meliputi banyak aspek. Pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam meminimalisir cedera fisik dan kecelakaan kerja di dalam bengkel/laboratorium dengan merujuk pada informasi berikut ini.



1. Luas area kerja setiap alat/mesin lebih dari 3 m²/ pengguna.
2. Lalu lintas bengkel minimal dapat dilalui dua forklift berpapasan.
3. Terdapat kursi fleksibel (beroda), kuat, nyaman dan dapat diatur.
4. Lantai bengkel halus, rata, dan tidak gelombang di area bengkel.
5. Penataan alur produksi yaitu loading/ unloading material/mesin menggunakan *crane*.
6. Alat pengungkit pekerjaan menggunakan alat pengungkit otomatis.
7. Desain alat praktik modern, mudah digunakan, informatif, dan nyaman digunakan.
8. Inspeksi alat rutin/selalu dilakukan.
9. Terdapat informasi berkaitan tanda, warna, petunjuk penggunaan yang jelas, dan informasi inventarisasi.
10. Selalu menggunakan *jig & fixture* disetiap pekerjaan.
11. Kenyamanan instrumentasi dan pengukuran dilakukan di area khusus dengan disorot oleh lampu pijar.
12. Instalasi kelistrikan dipasang di atas, rapi, dan tidak mengganggu proses pekerjaan.
13. Selalu melakukan gerakan *stretching* bersama-sama setiap memulai praktik.

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan pemahaman penerapan *ergonomic checkpoint* yang baik di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 19. Penerapan Ergonomic Checkpoint yang Ideal dan Kurang Ideal

1. Standar Mitigasi Bencana

Mitigasi bencana merupakan sikap tanggap darurat kepada pengguna bengkel jika terjadi bencana baik yang terinformasi secara massif atau yang isidental. Pemahaman mitigasi bencana penting ditekankan kepada pengguna serta pengelola bengkel/laboratorium agar keselamatan human menjadi prioritas dengan memperhatikan informasi-informasi mitigasi bencana agar penyelamatan menjadi satu pintu. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana pelaksanaan mitigasi bencana tidak hanya melalui integrasi dalam muatan pembelajaran tetapi mewujudkannya dalam bentuk informasi-informasi mengenai mitigasi bencana. Pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam mengatur implementasi mitigasi



bencana di bengkel/laboratorium dengan merujuk pada informasi berikut ini.

1. Pengetahuan mitigasi bencana selalu disampaikan di setiap pembelajaran di bengkel.
2. Informasi Denah Evakuasi Bencana diwujudkan dalam *prototype* jalur evakuasi dalam bentuk 3D.
3. Petunjuk evakuasi ada di dinding, lantai, dan berada pada setiap area yang mudah dilihat.
4. Tersedia beberapa pintu darurat yang mudah di akses.
5. Titik kumpul berada dalam tanah yang stabil, beton, dan jauh dari gedung bertingkat atau pohon.
6. Tersedia APAR di setiap area kerja dan mudah dijangkau.
7. Alarm tanda bahaya ada di setiap area, berfungsi baik, dan tersambung dengan *sound system*.

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan pemahaman penerapan mitigasi bencana yang baik di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 20. Penerapan Mitigasi Bencana di Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

m. Standar Alat dan Mesin

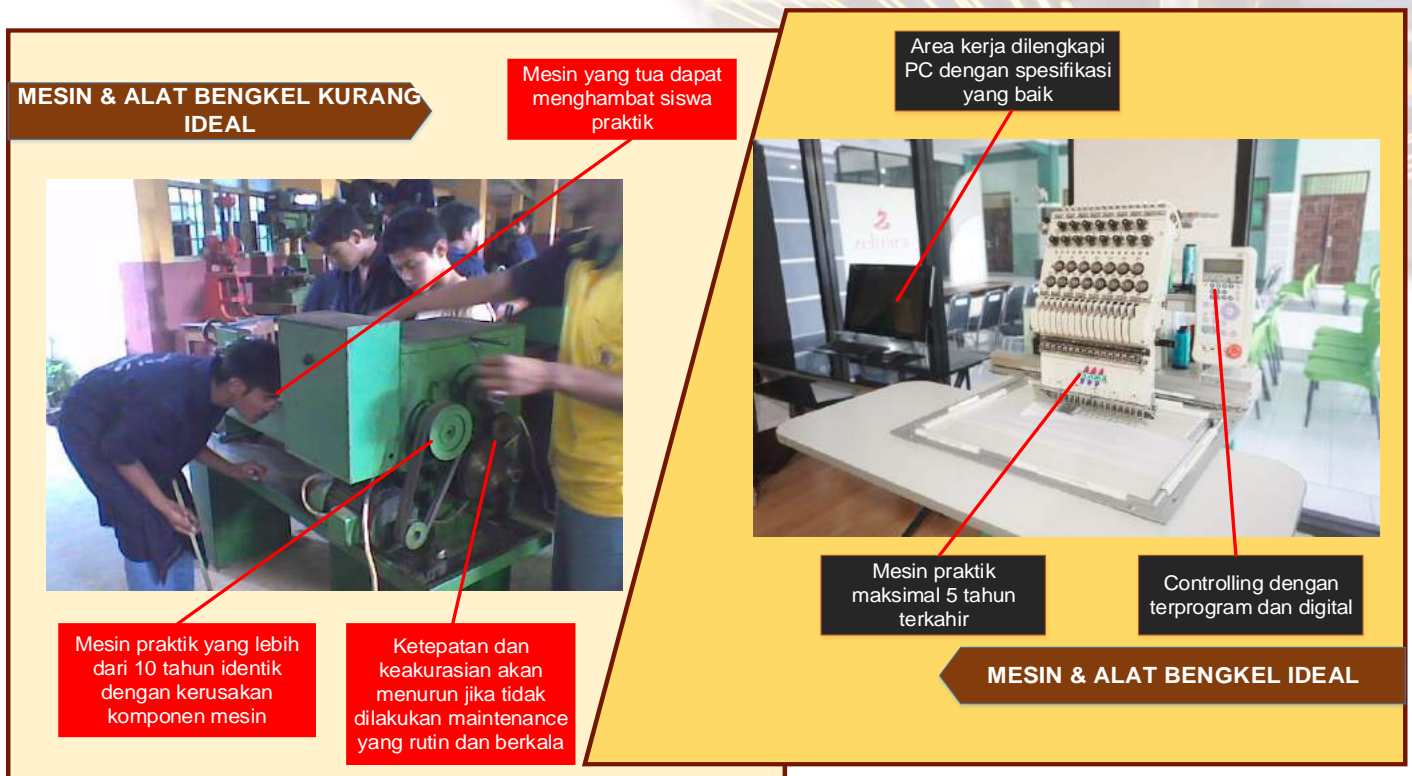
Alat dan mesin yang ada di dalam bengkel maupun laboratorium lebih optimal kinerjanya apabila dalam kondisi baru atau sudah digunakan dalam kurun waktu 5 tahun. Upgrading alat dan mesin menyesuaikan kebutuhan dan trend yang berkembang di industri. Kemajuan standar alat dan mesin yang di industri perlu diikuti oleh sekolah kejuruan agar kompetensi yang diberikan dapat dinamis mengikuti perkembangan zaman. Kondisi yang murah, hemat energi, dan efektif memberi potensi bagi pengelola bengkel yang membeli alat/mesin dalam kondisi baru dan bukan dari barang bekas. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana standar alat dan mesin tidak hanya ada, melainkan diperhitungkan usia pakai serta



kecanggihan mesin agar tidak out of date. Pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam mengatur implementasi mitigasi bencana di bengkel/laboratorium dengan merujuk pada informasi berikut ini.

1. Kebaharuan alat/mesin berada pada pembuatan 5 tahun terakhir.
2. Perawatan alat/mesin secara berkala, terjadwal, dan rutin melakukan *running maintenance*.
3. Tersedia berbagai varian asesoris alat/mesin yang lengkap.
4. Sistem kerja alat/mesin Berbasis *daring, wireless*.

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan pemahaman penerapan standar alat dan mesin yang baik di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 21. Mesin dan Alat Praktik Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal



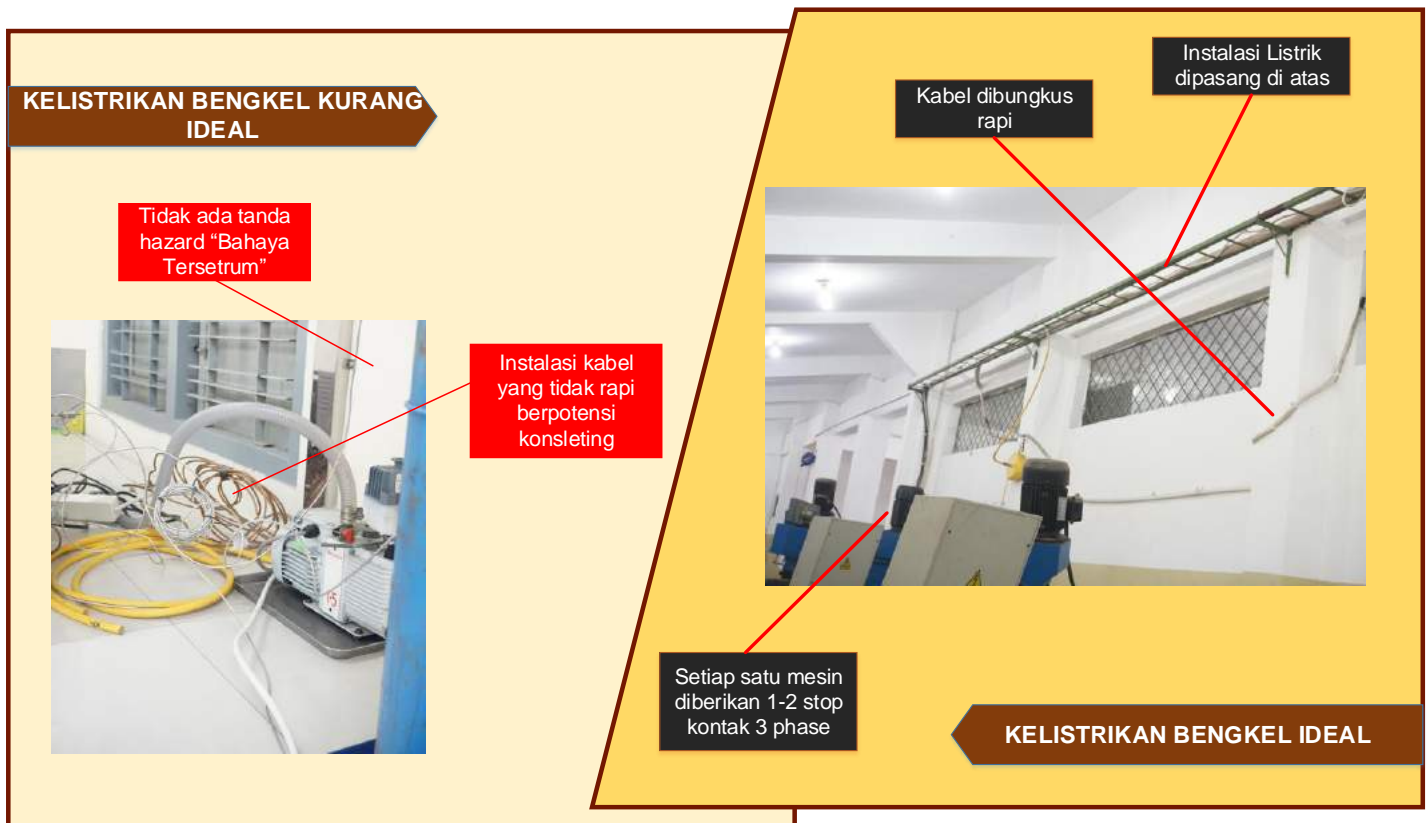
n. Standar Instalasi Kelistrikan

Kelistrikan merupakan bagian dalam bengkel karena hampir setiap alat dan mesin bersinggungan dengan listrik. Instalasi kelistrikan di dalam ruangan betul-betul dipertimbangkan agar rapi dan tidak mengganggu lalu lintas di dalam bengkel. Pemasangan instalasi ini perlu dipertimbangkan agar tidak terjadi konsleting serta dijauhkan dari zat-zat yang mudah terbakar. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana standar instalasi kelistrikan yang aman dan terhindar dari arus pendek pada beban yang berlebih. Pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam mengatur implementasi instalasi kelistrikan di bengkel/laboratorium dengan merujuk pada informasi berikut ini.

1. Daya listrik yang digunakan adalah 3 fasa
2. Pembagian daya listrik adalah 1 kontak/1 mesin
3. Penggunaan genset adalah 1 genset untuk 2 unit
4. Sekring khusus daya yaitu 1 sekering untuk 1 unit
5. Sistem jalur kabel yaitu terletak di atas, rapi, dan tersembunyi
6. Sirkuit lampu untuk 1 sirkuit untuk lebih dari 5 lampu
7. Stop kontak ada disetiap jarak 2 - 2,9 m

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan pemahaman penerapan standar instalasi kelistrikan yang baik di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 22. Instalasi Kelistrikan Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

o. Standar Efisiensi Energi

Pengelolaan bengkel dan laboatorium rawan sekali dengan pemborosan baik energi listrik dan konsumsi material. Sekolah yang berwawasan *sustainable development* perlu memperhatikan efisiensi energi yang memberikan manfaat terhadap penekanan biaya operasional produksi. Tidak hanya efisiensi energi yang diperhatikan, tetapi bagaimana pengelola melihat limbah produksi menjadi produk baru yang mampu mengakomodir pengasahan keterampilan siswa. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana standar efisiensi energi yang efektif dan efisien. Pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam mengatur memperhatikan efisiensi energi di bengkel/laboratorium dengan merujuk pada informasi berikut ini.

1. Penggunaan solar sell memiliki lebih dari 1 solar sell dan dimanfaatkan.
2. Penggunaan energi angin memiliki lebih dari 1 kincir angin yang dimanfaatkan.
3. Pendaaur-ulangan sisa produksi untuk bahan praktik baru dan dapat dijual.
4. Pencahayaan bengkel lebih dari 50% alami dan sisanya buatan.

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel SMK dalam memberikan pemahaman penerapan standar efisiensi energi yang baik di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.



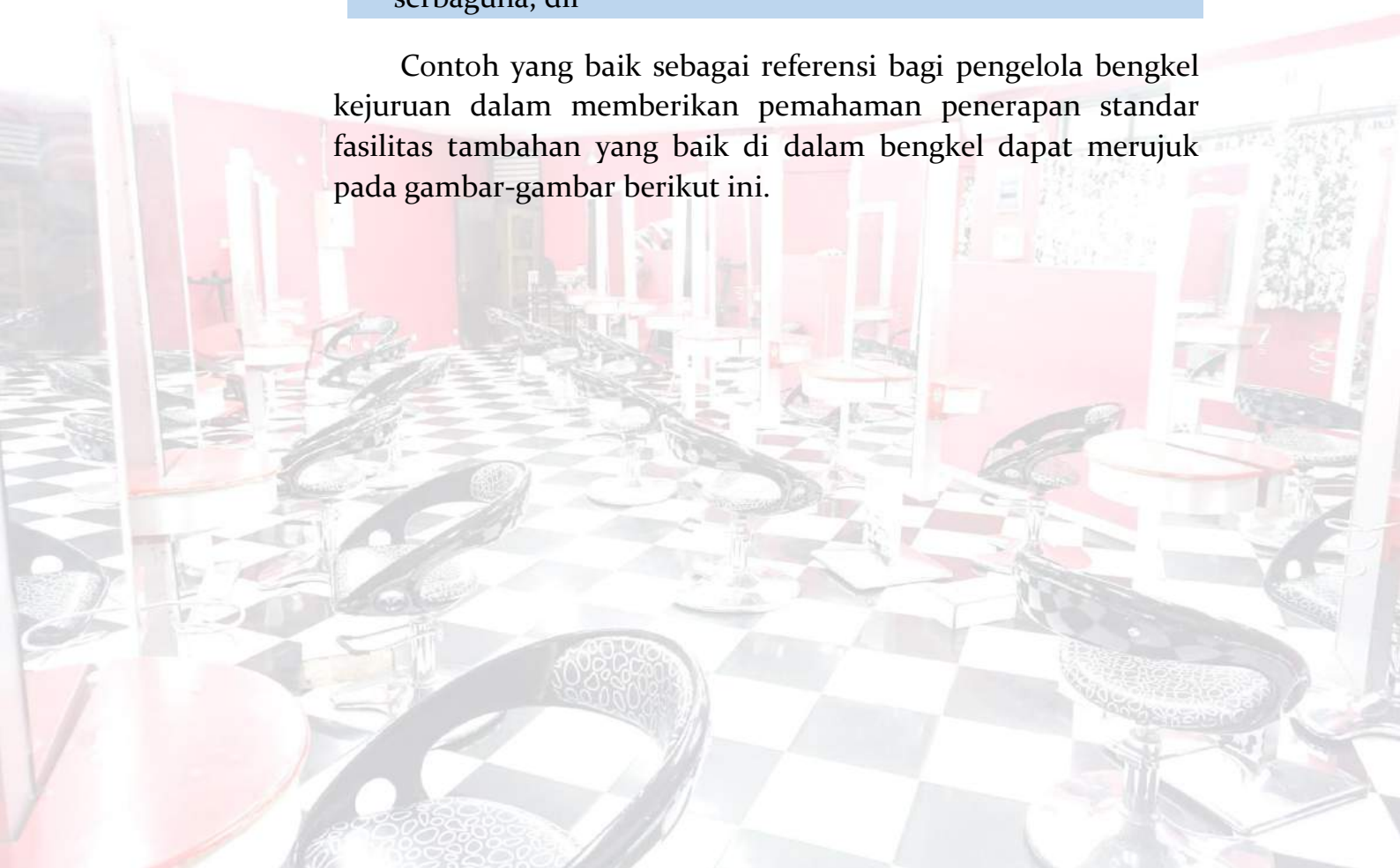
Gambar 23. Penerapan Efisiensi Energi di Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal

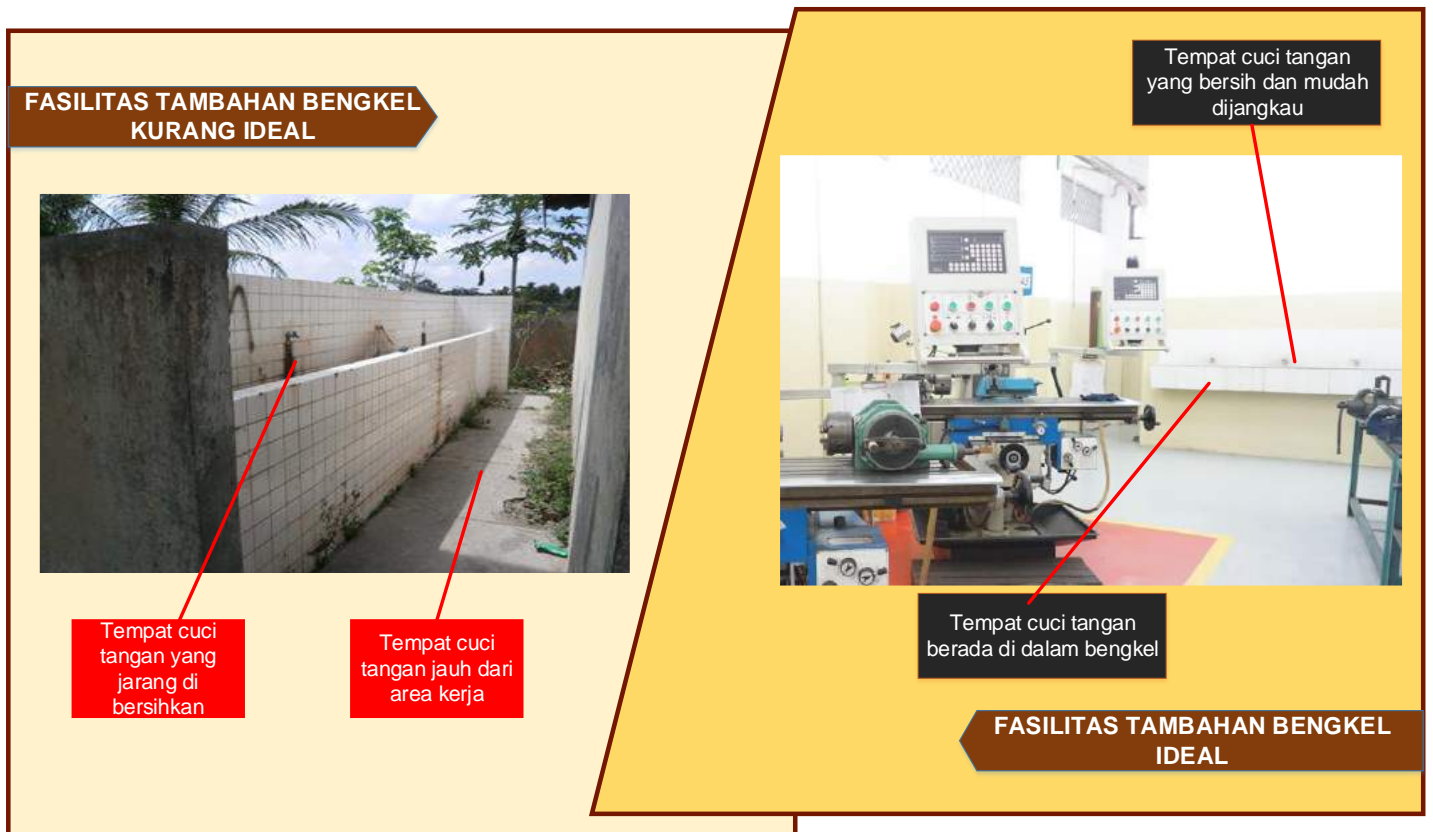
p. Standar Fasilitas Tambahan

Standar fasilitas tambahan adalah peralatan dan perlengkapan yang menunjang bengkel agar tidak terjadi kecelakaan kerja, alat bantu teknis, dan kebakaran. Fasilitas tambahan seyogyanya harus disampaikan kepada para pengguna bengkel agar mereka para pengguna dapat mengetahui letak/posisi fasilitas tambahan itu berada. Pengelola bengkel perlu mempertimbangkan bagaimana standar fasilitas tambahan yang baik dan efektif. Pertimbangan-pertimbangan berikut ini dapat menjadi informasi dalam mengatur tata kelola fasilitas tambahan di bengkel/laboratorium dengan merujuk pada informasi berikut ini.

1. Fasilitas air minum adalah 1 unit / <25 siswa
2. Fasilitas cuci tangan adalah 1 unit / <10 siswa
3. Terdapat toilet pria dan wanita, ada tempat cuci tangan, WC Duduk dan kloset, dibersihkan setiap hari
4. Tersedia makanan & minuman, ada akses internet, dan sebagai ruang diskusi
5. Terdapat komputer, meja dan kursi, diskusi, dan berakses internet cepat
6. Tersedia loker yang aman, ada gantungan baju, lemari serbaguna, dll

Contoh yang baik sebagai referensi bagi pengelola bengkel kejuruan dalam memberikan pemahaman penerapan standar fasilitas tambahan yang baik di dalam bengkel dapat merujuk pada gambar-gambar berikut ini.





Gambar 24. Fasilitas Tambahan Bengkel yang Ideal dan Kurang Ideal



BAB 2

MENATA BENGKEL YANG SEHAT, SELAMAT, NYAMAN, DAN MODERN

A. Bengkel yang Sehat dan Selamat

Bengkel dan laboratorium erat kaitannya dengan kecelakaan kerja, oleh karena itu keselamatan dan kesehatan kerja menjadi prioritas utama pengguna bengkel, keterawatan alat dan mesin, serta melindungi produk praktik dari cacat produksi. Estetika, pergerakan, dan waktu dapat menjadi suplemen dalam menghasilkan produk yang berkualitas dengan efisiensi yang tinggi.

1. Mengenali Bahaya (*Hazard*) di dalam Bengkel & Laboratorium

Proses pengendalian sumber bahaya di lingkungan kerja sangat diutamakan. Pengendalian sumber bahaya dapat mendukung



produktifitas kerja dan keamanan pekerja itu sendiri. Identifikasi bahaya kerja yang meliputi hal-hal sebagai berikut:

a. Sumber bahaya (*hazard*)

Sumber bahaya adalah sesuatu yang menyebabkan cedera atau kerusakan baik terhadap para pekerja, mesin dan hal lain yang bersangkutan dengan proses produksi. Sesuatu atau hal yang dapat menyebabkan cedera atau kerusakan baik terhadap para pekerja, mesin dan hal lain yang bersangkutan dengan proses pekerjaan produksi. *Hazard* didefinisikan sebagai suatu potensi bahwa dari suatu urutan kejadian akan timbul suatu kerusakan atau dampak yang merugikan.

Hazard (sumber bahaya) adalah sumber, situasi, atau tindakan yang berpotensi menciderai manusia atau kelainan fisik atau mental yang teridentifikasi berasal dari atau bertambah buruk karena kegiatan kerja atau situasi yang terkait dengan pekerjaan. Bahwa sumber bahaya dalam terminology keselamatan dan kesehatan kerja dapat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu sebagai berikut:

a. Bahaya Keselamatan Kerja (*safety hazard*)

Bahaya keselamatan kerja (*safety hazard*) adalah jenis bahaya yang berdampak pada timbulnya kecelakaan yang dapat menyebabkan luka (*injury*) hingga kematian serta kerusakan property. Jenis bahaya keselamatan antara lain yaitu :

a) **Bahaya mekanik**, disebabkan oleh mesin atau alat kerja mekanik seperti terjatuh, tertindih, dan terpeleset. Sebagai contoh, lantai yang licin dapat memberikan para pengguna bengkel berpotensi terpeleset. Selain itu, penataan ruangan yang tidak teratur dan berserakan menyebabkan rawan tersandung. Kecelakaan kerja dapat saja terjadi apabila pengguna tidak



mencermati kondisi medan di dalam ruang praktik.

- b) **Bahaya Elektrik** disebabkan peralatan yang mengandung listrik. Potensi bahaya listrik dapat dijumpai disegala area bengkel dikarenakan listrik merupakan kebutuhan dasar manusia dalam beraktivitas, listrik dapat menyebabkan beberapa akibat *risk*. Listrik dapat menghasilkan percikan api dari korsleting arus listrik, sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja berupa kebakaran bengkel. Listrik dapat dengan mudah merambat melalui benda-benda konduktor seperti *handtools* atau mesin pada bengkel sehingga berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja berupa praktikan/pekerja tersetrum listrik dengan penyakit akibat kecelakaan kerja seperti luka bakar, kejang, hingga kematian.



- c) **Bahaya Kebakaran** disebabkan oleh substansi kimia yang bersifat mudah terbakar. Contoh, api dapat ditemukan pada proses pengelasan serta dapat muncul sebagai akibat dari korsleting arus listrik, percikan api pada bahan bakar dapat menyebabkan kebakaran pada bengkel otomotif. *Risk* yang ditimbulkan adalah kecelakaan kerja berupa kebakaran pada bengkel.



- d) **Bahaya Peledakan** disebabkan oleh substansi kimia yang sifatnya *explosive*. Sebagai contoh, bahaya bahan yang mudah meledak seperti bensin dapat memicu ledakan yang berlanjut pada kebakaran, bahan-bahan kimia, gas, soda, dan zat adiktif lain yang termasuk kategori dalam material mudah terbakar dan meledak. Resiko yang dihasilkan dari bahaya ini adalah ledakan, kebakaran, terpapar radiasi, dan luka fisik.



b. Bahaya Kesehatan Kerja (*Health Hazard*)

Bahaya Kesehatan Kerja (*health hazard*) adalah jenis bahaya yang berdampak pada kesehatan yang menyebabkan gangguan kesehatan dan penyakit akibat kerja. Jenis bahaya kesehatan antara lain yaitu:

- a) **Bahaya Fisik** antara lain kebisingan, getaran, suhu ekstrim dan pencahayaan. Bahaya fisik memberikan efek pada kemampuan fisik pekerja terutama kelelahan, kebisingan, kejenuhan, dan kerusakan pada bagian-bagian tubuh serta penurunan fungsi panca indera.

Contoh bahaya fisik yaitu kelelahan pada pencahayaan lampu yang terlalu terang atau redup, getaran yang dihasilkan pada pekerjaan pengeboran, kebisingan pada area kerja pemotongan plat, dan lain sebagainya. Resiko ini akan berdampak pada fisik pekerja sehingga kenyamanan bekerja menjadi berkurang dan berdampak pada jangka panjang pada fisik pekerja.

- b) **Bahaya Kimia** antara lain yang berkaitan dengan material seperti *aerosol*, *dust* dan *fumes*. Asap merupakan *hazard* fisik, namun kandungan asap merupakan *hazard* kimia. Kandungan asap las atau kandungan asap kendaraan bermotor mengandung CO, COX, NOX dengan resiko kanker paru-paru. Bahaya bahan yang mudah meledak seperti bensin dapat memicu ledakan yang berlanjut pada kebakaran. Bahaya bahan yang beracun jika terhirup atau masuk kedalam tubuh manusia dapat menyebabkan keracunan,



kejang hingga kematian. Contoh bahan yang beracun adalah air aki.

- c) **Bahaya Ergonomi** antara lain gerakan berulang, *manual handling*. Kursi yang kurang nyaman dapat membuat praktikan/pekerja tidak nyaman dan produktivitasnya berkurang. Selain itu, kursi berpengaruh terhadap posisi duduk sehingga jika posisi duduk salah akan menimbulkan penyakit akibat kerja berupa *lordosis*, dan lain-lain.



**HATI-HATI
TANGAN
TERJEPIT**

Pencahayaan yang tidak tepat dapat menyebabkan praktikan/pekerja merasa tidak nyaman dalam menjalankan job nya. Pencahayaan terlalu terang dapat mengakibatkan mata sakit. Pencahayaan terlalu redup dapat mengakibatkan kecelakaan kerja akibat jarak pandang yang kurang serta memicu minus mata. Contoh lain penataan alat dapat mempengaruhi kenyamanan praktikan/pekerja, sebab jika penataan alat kurang memadai atau berantakan, praktikan/pekerja akan kesulitan dalam mencari alat sehingga produktivitasnya berkurang. Posisi antar pekerja atau *space* mempengaruhi kenyamanan praktikan/pekerja. Posisi yang terlalu dekat dapat menyebabkan benturan antar praktikan sehingga tidak nyaman. Contoh lain yaitu suara bising mesin dapat mempengaruhi kenyamanan dalam bekerja serta konsentrasi praktikan/pekerja.



Udara dapat mempengaruhi kenyamanan praktikan/pekerja, jika dalam satu ruangan tidak memenuhi kebutuhan oksigen untuk praktikan/pekerja maka akan mempengaruhi kinerja paru-paru praktikan dan dapat





menimbulkan pusing, mual, pingsan akibat kekurangan oksigen, dan lain-lain.

- d) **Bahaya Biologi** antara lain berkaitan dengan makhluk hidup yang berasal dari lingkungan kerja seperti bakteri, virus, dan jamur. Alat atau bahan yang berpindah tangan atau berasal dari lemari penyimpanan yang kotor dapat menularkan bakteri sehingga menimbulkan penyakit. Contoh bakteri yang ada pada alat dan bahan adalah *E. Coli*. Praktikan/pekerja yang sedang sakit dapat dengan mudah menularkan virus serta bakteri terutama pada ruangan ber-AC. Contoh: seorang pekerja sedang terkena flu dan dengan mudah menularkan *Orthomyxovirus* kepada pekerja lain sehingga pekerja lain juga terkena flu.



- e) **Bahaya Psikologi** antara lain yang berkaitan dengan beban kerja yang begitu berat dan hubungan kondisi kerja yang tidak nyaman. Sebagai contoh Stress akibat tumpukan pekerjaan yang tidak selesai berlanjut dengan depresi dan gangguan kejiwaan lainnya. *Procrastination* menyebabkan pekerjaan tidak selesai tepat waktu.



b. Resiko (*risk*)

Kata resiko berasal dari bahasa arab yaitu “*rizk*” yang berarti “*hadiah yang tidak terduga dari surga*”. Kamus Webster memberikan pengertian negatif yaitu “kemungkinan kehilangan, luka, kerugian atau kerusakan”. Dalam IEC/TC56 (AS/NZS 3931) mengartikan resiko sebagai kombinasi dari frekuensi, atau probabilitas munculnya, konsekuensi dari suatu kejadian berbahaya yang spesifik” (Cross, 1998). Pengertian resiko menurut Australian New Zealand Standard Risk Management (2004)



adalah peluang munculnya suatu kejadian yang dapat menimbulkan efek terhadap suatu objek. Resiko diukur berdasarkan nilai *likelihood* (kemungkinan munculnya sebuah peristiwa) dan *consequence* (dampak yang ditimbulkan oleh peristiwa tersebut). Resiko yang dinilai secara kualitatif, semi-kuantitatif atau kuantitatif. Dalam buku *Risk Assesment and Management Handbook: for Environmental, Health and Safety Profesional*, risik dibagi menjadi 5 (lima) macam, antara lain:

1) Resiko Keselamatan (*Safety Risk*)

Resiko ini secara umum memiliki ciri-ciri antara lain probabilitas rendah (*low probability*), tingkat paparan yang tinggi (*high-level exposure*), tingkat konsekuensi kecelakaan yang tinggi (*high-consequence accident*), bersifat akut, dan menimbulkan efek secara langsung. Tindakan pengendalian yang harus dilakukan dalam respon tanggap darurat adalah dengan mengetahui penyebabnya secara jelas dan lebih focus pada keselamatan manusia dan pencegahan timbulnya kerugian terutama pada area tempat kerja.

2) Resiko Kesehatan (*Health Risk*)

Resiko ini memiliki ciri-ciri antara lain memiliki probabilitas yang tinggi (*High probability*), tingkat paparan yang rendah (*low-level exposure*), konsekuensi yang rendah (*low-consequence*), memiliki masa laten yang panjang (*long-latency*), *delayed effect* (efek tidak langsung terlihat) dan bersifat kronik. Hubungan sebab akibatnya tidak mudah ditentukan. Resiko ini focus pada kesehatan manusia terutama yang berada di luar tempat kerja atau fasilitas.

3) Resiko Lingkungan dan Ekologi (*Environmental and Ecological Risk*)

Resiko ini memiliki ciri-ciri antara lain melibatkan interaksi yang beragam antara populasi dan komunitas ekosistem pada



tingkat mikro maupun makro, ada ketidakpastian yang tinggi antara sebab dan akibat, resiko ini focus pada habitat dan dampak ekosistem yang mungkin bisa bermanifestasi jauh dari sumber resiko.

4) Resiko Kesejahteraan Masyarakat (*public Welfare/Goodwill Risk*)

Ciri dari resiko ini lebih berkaitan dengan persepsi kelompok atau umum tentang performance sebuah organisasi atau produk, nilai property, estetika dan penggunaan sumber daya yang terbatas. Fokus pada nilai-nilai yang terdapat dalam masyarakat dan persepsinya.

5) Resiko Keuangan (*Financial Risk*)

Ciri-ciri dari resiko ini antara lain memiliki resiko yang jangka panjang dan jangka pendek dari kerugian property, yang terkait dengan perhitungan asuransi, pengembalian investasi. Fokusnya diarahkan pada kemudahan pengoperasian dan aspek *financial*. Resiko ini pada umumnya menjadi pertimbangan utama, khususnya bagi *stakeholder* seperti para pemilik perusahaan/pemegang saham dalam setiap pengambilan keputusan dan kebijakan organisasi, dimana setiap pertimbangan akan selalu berkaitan dengan *financial* dan mengacu pada tingkat efektifitas dan efisiensi.

6) Manajemen Resiko

Manajemen resiko merupakan bagian dari sebuah system manajemen, merupakan tahap awal dari proses peningkatan secara berkelanjutan yang diterapkan pada sebuah perusahaan atau organisasi. Manajemen resiko dapat didefinisikan sebagai proses untuk menghilangkan atau meminimalkan efek merugikan terhadap resiko yang dimiliki oleh sebuah sitem kerja (Djunaedi, 2005).





Gambar 25. Proses Manajemen Resiko

Manajemen resiko adalah metode yang tersusun secara logis dan sistematis, banyak terdapat teknik yang digunakan dalam melakukan manajemen resiko tergantung terhadap tipe resiko, namun sebagian besar memiliki rangkaian kegiatan yang sama yaitu identifikasi bahaya, evaluasi nilai resiko dan pengendalian. Proses ini dapat diterapkan pada semua tingkatan kegiatan, jabatan, proyek, produk maupun aset. Manajemen resiko dapat memberikan manfaat optimal jika diterapkan sejak awal kegiatan. Manajemen resiko dapat dilakukan pada tahap pelaksanaan maupun operasional kegiatan (Djunaedi, 2005).

Berdasarkan AS/NZS 4360:2004 terdapat beberapa keuntungan yang akan diperoleh perusahaan jika menerapkan manajemen resiko, antara lain:

- *Fewer surprise*. Pengendalian kejadian yang tidak diinginkan adalah dengan cara identifikasi dan melakukan usaha untuk menurunkan probabilitas dan mengurangi efek buruk. Suatu kejadian tidak dapat dihindari, namun perusahaan telah mampu menghadapi dengan perencanaan dan persiapan.



- *Exploitation of opportunity*. Sikap pencarian kemungkinan akan meningkat jika seseorang memiliki kepercayaan diri akan pengetahuan mereka tentang resiko dan memiliki kemampuan untuk mengendalikannya.
- *Improved planning, performance and effectiveness*. Akses terhadap informasi strategis tentang organisasi, proses serta lingkungan membuka kesempatan untuk muncul ide baru dan perencanaan yang lebih efektif. Hal ini dapat meningkatkan kemampuan perusahaan dalam memperbesar *opportunity*, mengurangi hasil negatif dan mencapai performa yang lebih baik.
- *Economy and Efficiency*. Keuntungan dalam hal ekonomi dan efisiensi akan tercapai dengan lebih fokus pada sumber daya, perlindungan aset, dan menghindari biaya kesalahan.
- *Improved Stakeholder Relationship*. Manajemen resiko mendorong komunikasi antara organisasi dengan *stakeholder* mengenai alasan pengambilan suatu keputusan sehingga tercipta komunikasi dua arah.
- *Improved information for decision making*. Manajemen resiko menyediakan informasi dan analisis akurat sebagai penunjang pengambilan keputusan dalam hal ini investasi dan merger.
- *Enhanced reputation*. Investor, pemberi dana, supplier, dan pelanggan akan lebih tertarik terhadap perusahaan yang telah dikenal melakukan manajemen resiko dengan baik.
- *Director protection*. Manajemen resiko yang baik maka pekerja akan lebih hati-hati dan waspada terhadap resiko, maka akan menghindarkan dari masalah.
- *Accountability, assurance and governance*. Keuntungan dan kelangsungan yang diperoleh dengan melaksanakan dan mendokumentasikan pendekatan yang dilaksanakan perusahaan.



- *Personal well being*. Manajemen risiko terhadap risiko pribadi secara umum akan meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan pribadi.

Resiko sangat mungkin terjadi dalam semua proses produksi, baik bengkel maupun pabrik. Contoh risiko antara lain:

- 1) Variasi individu yang berhubungan dengan kerentanan
- 2) Jumlah manusia yang terpajan
- 3) Frekuensi pemajanan
- 4) Derajat risiko individu
- 5) Kemungkinan pengendalian bahaya
- 6) Kemungkinan untuk mencapai tingkat yang aman
- 7) Aspek finansial individu
- 8) Pendapat masyarakat
- 9) Tanggung jawab sosial

Semua permasalahan diatas harus dapat dikendalikan sehingga proses produksi dapat berjalan sesuai dengan program yang telah dirancang dan dapat meminimalkan kecelakaan kerja.

2. Pengelolaan Bengkel & Laboratorium dengan Memperhatikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan hal yang harus ada dalam sebuah bengkel sekolah. Kecelakaan dan penyakit kerja dalam bengkel tidak hanya merugikan untuk pengguna saja tetapi juga pihak sekolah baik secara langsung maupun tak langsung. Phil & Liz (2008: 8) mengemukakan “*health and safety is about preventing people from being harmed at work, by taking the right precautions and by providing a satisfactory working environment*”. Terjemahannya K3 adalah tentang mencegah orang dari yang dirugikan di tempat kerja, dengan mengambil tindakan pencegahan yang tepat dan dengan menyediakan lingkungan kerja yang memuaskan.





Gambar 26. Penerapan K3 di dalam Bengkel Kayu

Kesehatan kerja (*occupational health*) merupakan bagian dari kesehatan masyarakat yang berkaitan dengan semua pekerjaan instalasi di ruang bengkel yang mempengaruhi kesehatan pekerja. Bahaya pekerjaan akibat kesalahan praktik, seperti halnya masalah kesehatan lingkungan lain, bersifat akut atau khronis dan efeknya mungkin segera terjadi atau perlu waktu lama. Efek terhadap kesehatan dapat secara langsung maupun tidak langsung. Kesehatan kerja perlu diperhatikan, selain dapat meningkatkan tingkat produktifitas, kesehatan kerja tersebut dapat memberikan kenyamanan bagi praktikan. Ima & Prianto (2018) mengemukakan, tujuan dari kesehatan kerja antara lain:

- a. Memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan pekerja di bengkel/laboratorium ketinggian yang setinggi-tingginya, baik fisik, mental maupun kesehatan sosial.
- b. Mencegah timbulnya gangguan kesehatan pekerja yang diakibatkan oleh tindakan/kondisi lingkungan kerjanya.
- c. Memberikan perlindungan bagi praktikan dalam pekerjaannya dari kemungkinan bahaya yang disebabkan oleh faktor-faktor yang membahayakan kesehatan.
- d. Menempatkan dan memelihara praktikan di bengkel Instalasi Listrik sesuai dengan kemampuan fisik dan psikis praktikan.



Fungsi K3 secara umum tidaklah lain untuk mencegah kecelakaan dan dapat merugikan baik bagi orang itu sendiri maupun pihak sekolah. Charles (2003: 33) menambahkan tujuan dari K3 adalah:

- a. untuk mengurangi kecelakaan, melalui upaya kerja sama, dengan menghilangkan sebanyak mungkin bahaya di tempat kerja;
- b. untuk mengurangi jumlah kecelakaan dan keluhan kesehatan terkait banyaknya pekerja yang diajukan ke badan hukum tanpa melanggar hak federal dan negara buruh;
- c. untuk meningkatkan partisipasi pekerja dalam semua program keselamatan dan kesehatan;
- d. untuk mempromosikan pelatihan, menghindari, dan pencegahan bahaya kerja; dan
- e. untuk membangun jaringan komunikasi lain dimana pekerja dapat menyuarakan keprihatinan mereka mengenai potensial bahaya.

Konsep kesehatan kerja dewasa ini semakin banyak berubah, bukan sekedar “kesehatan pada sektor industri” saja melainkan juga mengarah kepada upaya kesehatan untuk semua orang dalam melakukan pekerjaannya (*total health of all at work*). (Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja). Keselamatan kerja atau *occupational safety*, dalam istilah sehari-hari sering disebut dengan *safety* saja, secara filosofi diartikan sebagai suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmaniah maupun rohaniah tenaga kerja pada khususnya dan manusia pada umumnya serta hasil budaya dan karyanya. Segi keilmuan diartikan sebagai suatu pengetahuan dan penerapannya dalam usaha mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Pengertian Kecelakaan Kerja (*accident*) adalah suatu kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan yang merugikan terhadap manusia, merusak harta benda atau kerugian terhadap proses. Pengertian Hampir Celaka, yang dalam istilah *safety* disebut dengan insiden (*incident*), ada juga yang menyebutkan dengan istilah “*near-miss*” atau “*near-accident*”, adalah suatu kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan dimana dengan



keadaan yang sedikit berbeda akan mengakibatkan bahaya terhadap manusia, merusak harta benda atau kerugian terhadap proses kerja.



**UTAMAKAN
KESELAMATAN & KESEHATAN KERJA**

Gambar 27. Logo K₃

OHSAS 18001 adalah suatu standar internasional untuk sistem manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Diterbitkan bertujuan untuk mengelola aspek kesehatan dan keselamatan kerja (K₃) daripada keamanan produk. OHSAS 18001 menyediakan kerangka bagi efektifitas manajemen K₃ termasuk kesesuaian dengan peraturan perundang-undangan yang diterapkan pada aktifitas kerja dan mengenali adanya bahaya-bahaya yang ditimbulkan dari kerja tersebut. Lingkungan yang aman dan terhindar dari resiko yang tidak diinginkan dapat menciptakan kenyamanan di tempat kerja. Keselamatan dalam bekerja tidak hanya menerapkan peraturan serta tata tertib yang telah dibuat, akan tetapi membutuhkan organisasi penanggung jawab sebagai pengelola dan memantau jalannya K₃ dalam bengkel. Phil & Lis (2008: 46) mengemukakan penanggung jawab utama K₃ yaitu:

- a. Mengelola pekerjaan sehingga aman;
- b. Menunjuk seseorang untuk memberikan bantuan kesehatan dan keselamatan.
- c. Memberikan pengawasan yang memadai.
- d. Memberikan informasi, instruksi dan pelatihan.
- e. Memantau kinerja kesehatan dan keselamatan.



BAB 2 – Menata Bengkel yang Sehat, Selamat, Nyaman, dan Modern

Standar umum keselamatan dan kesehatan bengkel sekolah yang dibutuhkan sebagaimana disebutkan oleh Brown (1979: 43) terdiri dari:

- a. Pengontrolan keselamatan dan kesehatan bagi pengguna bengkel.
- b. Memisahkan bahan-bahan yang berbahaya
- c. Peralatan pelindung diri
- d. Pengontrolan lingkungan
- e. Pelayanan pengobatan dan pertolongan pertama
- f. Alat pencegah kebakaran
- g. Penanganan dan perlindungan bahan
- h. Mesin operasi dan pelindung mesin
- i. Pengelasan, pemotongan, dan pematrian
- j. Industri khusus

Bengkel atau tempat kerja harus dalam keadaan bersih, nyaman, dan aman. Phil & Lis (2008: 90-92) mengemukakan untuk menjadikan tempat kerja bersih aman dan nyaman mempunyai kriteria sebagai berikut:

- a. Pemeliharaan (*maintenance*), tempat kerja dan peralatan harus terawat dan terjaga dengan baik agar dapat bekerja dengan efisien. Pemeliharaan tidak menunggu ketika alat/mesin mengalami kerusakan tetapi perlu diupayakan upaya pencegahan kerusakan melalui *preventive maintenance*.



Planner

PREVENTIVE MAINTENANCE SCHEDULE - CHECKLIST

ADD	MODIFY	ALL	LINE	STATION	SAVE	UPDATE	CHANGE	MAIL	CLEAR	PRINT	CANCEL
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	SPROCKET	Replacement of all Sprockets	3	1/14/2016	56				
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	INFEED CHAIN	Replacement of RS 40 Chain	3	1/14/2016	56				
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	LONG SEALER	Replacement of Bevel gear	3	1/14/2016	56				
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	FOLLOW UP MOTOR	Replacement of Worm gear	3	1/14/2016	56				
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	LONG SEALER	Replacement of Long sealer block	3	1/14/2016	56				
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	UNIVERSAL JOINT	Replacement of Universal joint	3	1/14/2016	56				
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	END SEALER	Replacement of Slip ring and carbon brush	3	1/14/2016	56				
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	TUBING CONVEYOR	Replacement of Tubing conveyor	3	1/14/2016	56				
LINE 06	PACKAGING	PKG 16	BELT	Replacement of V-Belt	3	1/14/2016	56				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	END SEALER	Replacement of Slip ring and carbon brush	3	2/1/2016	73				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	TUBING CONVEYOR	Replacement of Tubing conveyor	3	2/1/2016	73				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	BELT	Replacement of V-Belt	3	2/1/2016	73				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	SPROCKET	Replacement of all Sprockets	3	2/1/2016	73				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	INFEED CHAIN	Replacement of RS 40 Chain	3	2/1/2016	73				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	LONG SEALER	Replacement of Bevel gear	3	2/1/2016	73				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	FOLLOW UP MOTOR	Replacement of Worm gear	3	2/1/2016	73				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	LONG SEALER	Replacement of Long sealer block	3	2/1/2016	73				
LINE 04	PACKAGING	PKG 9	UNIVERSAL JOINT	Replacement of Universal joint	3	2/1/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	LONG SEALER	Replacement of Long sealer block	3	1/31/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	UNIVERSAL JOINT	Replacement of Universal joint	3	1/31/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	END SEALER	Replacement of Slip ring and carbon brush	3	1/31/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	TUBING CONVEYOR	Replacement of Tubing conveyor	3	1/31/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	BELT	Replacement of V-Belt	3	1/31/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	SPROCKET	Replacement of all Sprockets	3	1/31/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	INFEED CHAIN	Replacement of RS 40 Chain	3	1/31/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	LONG SEALER	Replacement of Bevel gear	3	1/31/2016	73				
LINE 01	PACKAGING	PKG 2	FOLLOW UP MOTOR	Replacement of Worm gear	3	1/31/2016	73				
SILO	BLOWER		BLOWER	Change belt		2/24/2016	96				
SILO	BLOWER		FILTER	Change filler		2/24/2016	96				
SILO	TIPPING STATION		FILTER	Change filter set		2/29/2016	101				
SILO	BLOWER		FILTER	Change oil (Use ISO VG 150 Fully synthetic or Mobil SHC 629)		2/29/2016	101				
SILO	VIBRO DISCHARGER		FILTER	Cleaning of de dusting filter and check abnormal sound	0.08	2/29/2016	101				
LINE 02	PACKAGING	PKG 4	CONTROL BOX	Replace Timer	0.08	3/25/2016	127				
LINE 02	PACKAGING	PKG 5	CONTROL BOX	Replace Timer	0.08	3/25/2016	127				
LINE 03	PACKAGING	PKG 8	CONTROL BOX	Replace Timer	0.08	3/25/2016	127				

Gambar 28. Jadwal Maintenance berbasis IT

- b. *Ventilation*, adanya ventilasi yang cukup untuk sirkulasi udara dalam bengkel. Ventilasi yang baik adalah mampu memberikan



udara yang bersih dan segar di dalam ruang praktik baik alami maupun bantuan alat sirkulasi udara.



Gambar 29. Sirkulasi Udara dengan *Turbo Ventilator*

- c. *Temperature control*, jika ruangan yang digunakan untuk jangka waktu yang lama maka pengontrol suhu dibuat senyaman mungkin dengan mempertahankan suhu selama jam kerja (biasanya 16o C/16.8o F). Selain itu adanya termometer suhu untuk mengukur suhu ketika jam kerja. Akses ke ruang istirahat harus disediakan ketika kondisi tidak nyaman terjadi dan tidak dapat dihindari.



Gambar 30. Tersedia Pengontrol Suhu di Setiap Area Kerja



- d. Pencahayaan (*lighting*), dalam suatu tempat kerja sedapat mungkin harus ada pencahayaan alami yang baik. Pencahayaan darurat harus tersedia dimana terjadi suatu kegagalan pencahayaan normal yang dapat menyebabkan bahaya. Pencahayaan harus dapat mencukupi area bengkel sehingga orang dapat bergerak disekitar bengkel dengan aman. Pencahayaan yang dapat menyilaukan mata harus dihindari.



Gambar 31. Pencahayaan yang Didominasi oleh Cahaya Natural

- e. Kebersihan (*cleanliness*), tempat kerja seperti dinding, lantai serta perabotan lainnya harus dijaga agar tetap bersih.

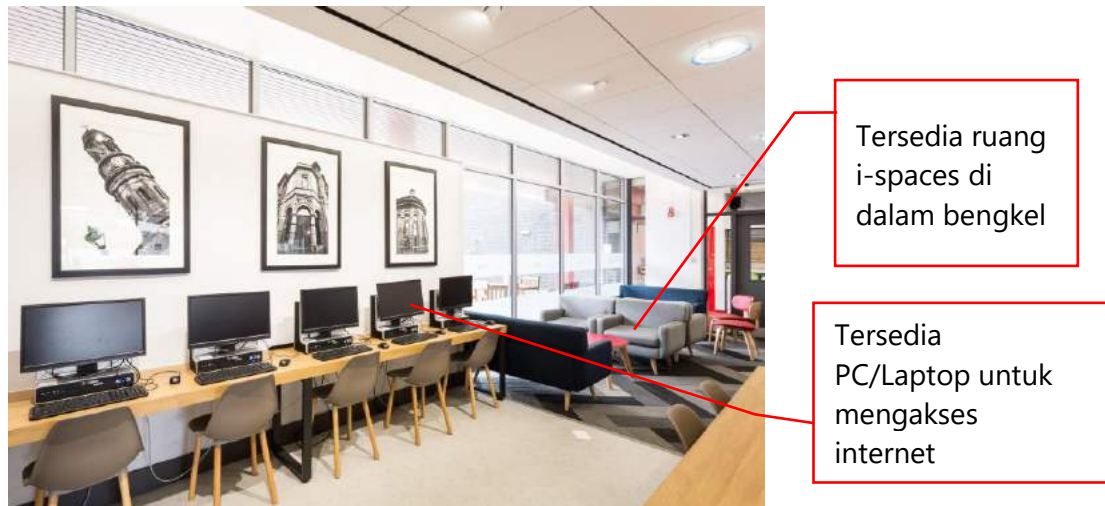


Gambar 32. Fasilitas Kebersihan di Area Kerja yang Memadai

- f. *Space*, dalam sebuah bengkel harus terdapat ruang kosong dengan ketinggian diatas 3 meter atau lebih sehingga walaupun

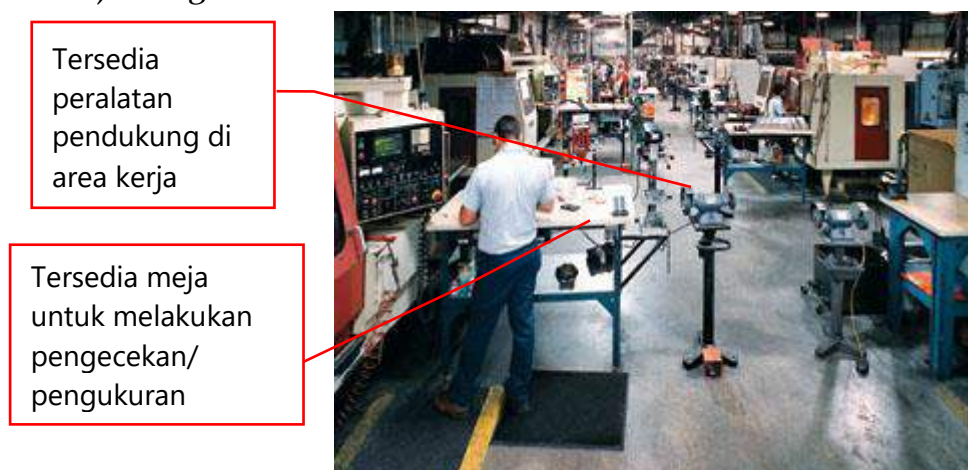


dalam ruangan terdapat mesin/alat namun masih tersisa untuk bergerak dengan mudah. Ruang kosong ini juga dapat digunakan untuk aktivitas diskusi siswa ketika menggunakan bengkel/laboratorium.



Gambar 33. Fasilitas i-spaces di Bengkel/laboratorium

g. *Well designed workstations*, area bengkel perlu di desain dengan baik dan cocok untuk pekerja dan pekerjaan tertentu. Untuk itu perlu adanya penyediaan tempat duduk yang baik untuk setiap pekerjaan yang harus dilakukan dengan duduk dan harus ada ruang yang cukup disekitar area bengkel agar bekerja dengan aman.



Gambar 34. Area Kerja dengan Fasilitas Penunjang yang Lengkap dan Relevan



- h. *Safe floors*, lantai yang aman disesuaikan dengan lingkungan pekerjaan yang ada. Lantai yang aman tidak mengganggu lalu lintas produksi.



Gambar 35. Lantai Bengkel/Laboratorium yang Rata, Tidak Licin, dan Aman

- i. *Danger of falling*, untuk daerah-daerah yang rawan dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja perlu adanya peringatan atau rambu-rambu sebagai contoh lantai yang licin yang dapat menyebabkan terpeleset dan jatuh perlu adanya peringatan.



Gambar 36. Tanda-Tanda *Hazard* di Dalam Bengkel/Laboratorium



- j. *Safe traffic routes*, adanya rute yang aman dan pengaturan untuk pejalan kaki, mesin dan kendaraan di tempat kerja.



Gambar 37. Lintasan dan Area Kerja Praktikan

- k. *Safe escalator (and moving roadways)*, bengkel yang menyediakan eskalator maupun menyediakan jalan yang dapat bergerak harus berfungsi dengan aman. Perangkat keselamatan dan pengaturan pemberhentian darurat juga harus disediakan.
- l. *Good welfare facilities*, adanya fasilitas penunjang lainnya yang dapat mendukung siswa dalam praktik seperti; toilet, tempat cuci tangan, kamar ganti, dan lain-lain.

Pengelolaan K3 di dalam bengkel berbeda dengan laboratorium. Laboratorium merupakan sarana untuk menunjang dan mengembangkan atas teori yang dikuasainya, untuk memenuhi persyaratan standar internasional maka laboratorium harus memenuhi ketentuan dalam *Workplace (Health, Safety and Welfare) 1992* dan *Approved Code of Practice no: L24*. Kenyamanan praktik di dalam laboratorium akan mempengaruhi hasil praktik itu sendiri, untuk itu diperlukan perancangan laboratorium yang memenuhi standar. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh laboratorium, meliputi:



- a. Tempat kerja, peralatan tetap dan perabotannya maupun peralatan dan sistemnya yang terintegrasi atau tambahan harus: terawat dengan baik; tetap bersih; dalam keadaan efisien; dalam urutan kerja yang efisien; dan dalam kondisi baik dan sebaiknya diberi sistem cadangan dengan pemeliharaan terencana dan pencatatan yang sesuai, sedangkan untuk pemeliharaan, meliputi: inspeksi; penyetelan; pelumasan; pembersihan seluruh peralatan dan perlengkapan laboratorium.
- b. Atmosfer laboratorium meliputi beberapa persyaratan, yaitu: kondisi sekeliling laboratorium harus terpelihara dengan cara membuka jendela, memasang kipas angin di dinding atau langit-langit dan memasang AC untuk memberi kesejukan udara di laboratorium; jika ventilasi diperlukan untuk melindungi para personel laboratorium.
- c. Sistem harus dipasang alarm pendeteksi kegagalan, mampu memasok udara bersih 5-8 liter/detik/pekerja, dirawat, dibersihkan dan kinerjanya diperiksa secara rutin.
- d. Temperatur tempat kerja selama jam kerja, harus memenuhi persyaratan, seperti: untuk pekerjaan normal: 16^o C (60,8^o F) untuk pekerjaan berat: 13^o C (55,4^o F); apabila di dalam laboratorium terdapat pemanas atau pendingin maka tidak boleh menghembuskan uap yang berbahaya; sejumlah termometer dipasang di dalam laboratorium.
- e. Pencahayaan: harus memadai dan mencukupi; jika memungkinkan memanfaatkan cahaya alami; lampu darurat harus dipasang untuk berjaga-jaga seandainya lampu utama mengalami kegagalan dan menimbulkan bahaya.
- f. Perawatan (*house keeping*): tempat kerja, perabotan, dan fitting harus tetap bersih; dinding, lantai dan langit-langit harus tetap bersih; memeriksa penumpukan debu di atas permukaan datar terutama pada struktur bangunan, balok girder penopang atap dan sebagainya; dinding yang dicat harus dibersihkan dan dicat ulang secara berkala (misalnya masing-masing 12 bulan dan 7

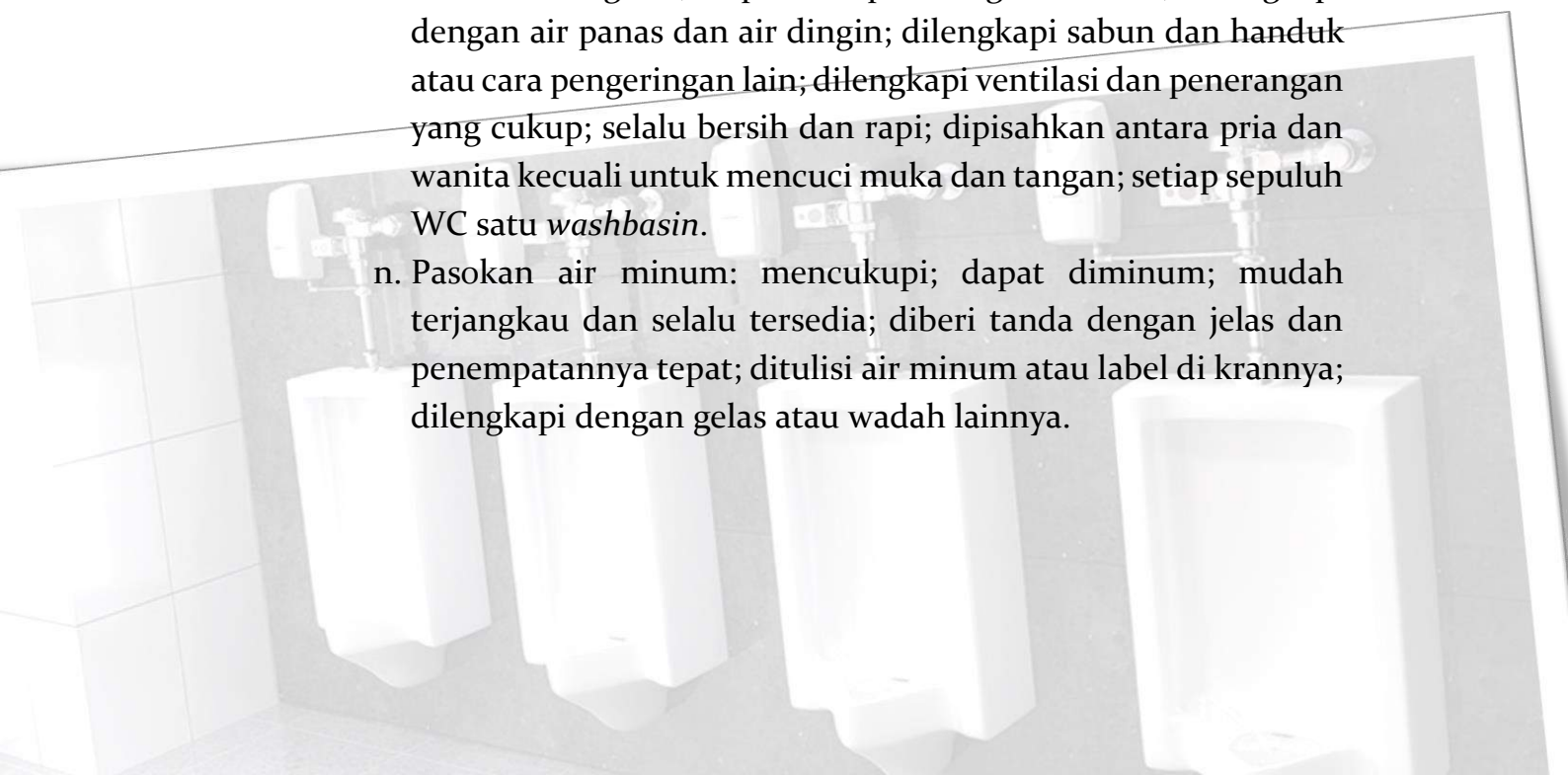


tahun); lantai harus dibersihkan dengan cara menyapu dan mengepel (minimal seminggu sekali); sampah jangan menumpuk karena dapat menimbulkan resiko kesehatan dan kebakaran; sampah harus diletakkan pada tempatnya, tempat sampah harus tahan terhadap api; tumpahan harus dibersihkan menggunakan material yang dapat menyerap dengan baik.

- g. *Workstation*: harus nyaman untuk semua yang bekerja di sana; memiliki pintu darurat yang ditandai dengan jelas; lantai harus tetap bersih dan tidak licin; bahaya sandungan disingkirkan; bekerja pada posisi kaku dan janggal sebaiknya tidak dilakukan terlalu lama; benda-benda kerja dan material kerja harus mudah diraih dari posisi kerja.
- h. Tempat duduk: di manapun pekerjaan dilakukan, tempat duduk harus tersedia; tempat duduk harus sesuai dengan jenis pekerjaannya dan memiliki sandaran punggung dan penumpu kaki (*foot rest*); harus pada kondisi yang baik jika terjadi kerusakan harus diperbaiki atau diganti.
- i. Lantai harus: tidak diberi beban berlebih; rata dan mulus; tidak berlubang, bergelombang atau rusak yang mungkin menyebabkan bahaya sandungan; bebas hambatan dari barang-barang di letakkan di tempat yang telah ditentukan; tidak licin; memiliki sarana drainase yang memadai jika ada kemungkinan terkena air; memiliki pemisah antara jalur-jalur lalulintas dan pejalan kaki berupa hand rail, penghalang atau marka lantai; memiliki penghalang di sekitar lubang atau tempat yang tersedia.



- j. Pemasangan kaca harus: material transparan yang digunakan pada pintu, jendela, dinding, dan sebagainya dengan lebar lebih dari 250 mm (25 cm) harus berupa: polikarbonat, glas blok, kaca yang jika pecah tidak berhamburan; lembaran kaca besar untuk pintu keluar-masuk (*accessway*) harus diberi tanda agar kelihatan.
- k. Jendela atap (*skylight*) dan ventilator: harus dapat dibuka dengan mudah dan aman; jika dibuka tidak menyembulkan sehingga membahayakan orang yang melintasi; harus dapat dibersihkan dengan aman (kemungkinan menggunakan peralatan khusus).
- l. Toilet harus: memiliki identifikasi yang jelas dan mudah diakses; dipisahkan antara pria dan wanita; mengutamakan privasi; diatur sedemikian rupa sehingga urinal toilet pria tidak terlihat dari luar jika pintu toilet terbuka; dipasang kaca buram di jendela atau diberi tirai; dijaga kebersihan dan kerapiannya; berventilasi dan berpenerangan cukup; ruang antara toilet dan tempat kerja/tempat umum harus diberi ventilasi; dilengkapi dengan fasilitas cuci tangan dan pengeringnya; kubikel WC harus dapat dikunci dari dalam, cukup luas untuk memberikan privasi, dilengkapi dengan tisu; jumlah fasilitas toilet yang harus disediakan.
- m. Fasilitas pencucian: ditempatkan di dalam atau dekat toilet dan atau kamar ganti; dapat dicapai dengan mudah; dilengkapi dengan air panas dan air dingin; dilengkapi sabun dan handuk atau cara pengeringan lain; dilengkapi ventilasi dan penerangan yang cukup; selalu bersih dan rapi; dipisahkan antara pria dan wanita kecuali untuk mencuci muka dan tangan; setiap sepuluh WC satu *washbasin*.
- n. Pasokan air minum: mencukupi; dapat diminum; mudah terjangkau dan selalu tersedia; diberi tanda dengan jelas dan penempatannya tepat; ditulisi air minum atau label di krannya; dilengkapi dengan gelas atau wadah lainnya.



- o. Kamar ganti: disiapkan antara pria dan wanita; dilengkapi dengan bangku panjang, fasilitas almari penyimpanan, dan fasilitas pencucian jika memungkinkan; cukup luas untuk mengakomodasi sejumlah pekerja yang akan mengganti pakaian secara bersamaan (John Ridley, 2008).

B. Bengkel yang Nyaman

Bengkel yang nyaman adalah bengkel yang memberikan kenyamanan bagi penggunanya. Bengkel tersebut dapat tumbuh dari peraturan tata tertib yang ditaati dengan kesadaran diri, standar operasional prosedur yang jelas, kelengkapan fasilitas praktik dan penunjang, manajemen yang sehat, komunikasi yang berujung kerjasama kolaboratif, jauh dari resiko bahaya kecelakaan kerja dan cedera fisik, dan kemudahan akses dalam bekerja yang ergonomik.

1. Menerapkan Prinsip *Ergonomic Checkpoint*

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, *Ergon* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti aturan/hukum. Ergonomi secara singkat juga dapat diartikan aturan/hukum dalam bekerja. Secara umum ergonomi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang kesesuaian pekerjaan, alat kerja dan atau tempat/lingkungan kerja dengan pekerjanya. Secara praktisnya adalah ilmu tentang tata cara bekerja dengan prinsip dasar “Sesuaikan pekerjaan dengan pekerjanya dan sesuaikan pekerja dengan pekerjaannya” “*Fitting the job to the Person and Fitting The Person To The Job*”. (Occupational Safety and Health Administration, 2000). Putut dkk (2014: 229) mengemukakan, Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari kaitan perilaku manusia dengan pekerjaan.



Ergonomi mempelajari prinsip dalam mendesain peralatan, mesin, proses, dan tempat kerja yang sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia yang menggunakan, atau penyesuaian tugas pekerjaan dengan kondisi tubuh manusia untuk menurunkan stress yang akan dihadapi. Sedangkan menurut Putut dkk (2014: 229), ergonomi membuat manusia bekerja sesuai dengan kemampuan, kebolehan, dan keterbatasannya. Hasil akhirnya manusia mampu memproduksi optimal, selama umur produktifnya, tanpa harus mengorbankan keselamatan dan kesehatannya. Berkaitan dengan ergonomi menurut James M. Apple adalah tata cara pengaturan fasilitas fisik pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Tata letak adalah perencanaan dan penggabungan atau integrasi dari aliran komponen-komponen suatu benda kerja untuk mendapatkan interelasi yang paling efektif dan paling ekonomis antara pekerja, peralatan dan pemindahan bahan-bahan. Pengaturan tata letak juga tidak semata-mata keuntungan finansial saja, melainkan juga harus mengedepankan kenyamanan dan keselamatan pekerja menggunakan konsep kesehatan dan keselamatan kerja (K3).

Kohar Sulistiadi dan Sri Lisa Susanti (2003) menyatakan bahwa fokus ilmu ergonomi adalah manusia itu sendiri dalam arti dengan kaca mata ergonomi, sistem kerja yang terdiri atas mesin, peralatan, lingkungan dan bahan harus disesuaikan dengan sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia tetapi bukan manusia yang harus menyesuaikan dengan mesin, alat dan lingkungan dan bahan. Attwood, Deeb, & Danz-Reece (2004) mengistilahkan ergonomi sebagai human factor karena kedua istilah tersebut tidak berbeda apabila dijumpai di proses industri. Senada dengan itu, Ray, Tewari & Saha Ilmu ergonomi mempelajari beberapa hal yang meliputi:

- a. Lingkungan kerja meliputi kebersihan, tata letak, suhu, pencahayaan, sirkulasi udara, desain peralatan dan lainnya.



- b. Persyaratan fisik dan psikologis (mental) pekerja untuk melakukan sebuah pekerjaan: pendidikan, postur badan, pengalaman kerja, umur dan lainnya
- c. Bahan-bahan/peralatan kerja yang beresiko menimbulkan kecelakaan kerja: pisau, palu, barang pecah belah, zat kimia dan lainnya
- d. Interaksi antara pekerja dengan peralatan kerja: kenyamanan kerja, kesehatan dan keselamatan kerja, kesesuaian ukuran alat kerja dengan pekerja, standar operasional prosedur dan lainnya

Sasaran dari ilmu ergonomi adalah meningkatkan prestasi kerja yang tinggi dalam kondisi aman, sehat, nyaman dan tenteram. Aplikasi ilmu ergonomi digunakan untuk perancangan produk, meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja serta meningkatkan produktivitas kerja. Belajar tentang ergonomi maka kita dapat mengurangi resiko penyakit, meminimalkan biaya kesehatan, nyaman saat bekerja dan meningkatkan produktivitas dan kinerja serta memperoleh banyak keuntungan. Ima dkk (2018) menerangkan, penerapan prinsip ergonomi di tempat kerja diharapkan dapat menghasilkan beberapa manfaat sebagai berikut:

- a. Mengerti tentang pengaruh dari suatu jenis pekerjaan pada diri pekerja dan kinerja pekerja
- b. Memprediksi potensi pengaruh pekerjaan pada tubuh pekerja
- c. Mengevaluasi kesesuaian tempat kerja, peralatan kerja dengan pekerja saat bekerja
- d. Meningkatkan produktivitas dan upaya untuk menciptakan kesesuaian antara kemampuan pekerja dan persyaratan kerja.
- e. Membangun pengetahuan dasar guna mendorong pekerja untuk meningkatkan produktivitas.
- f. Mencegah dan mengurangi resiko timbulnya penyakit akibat kerja
- g. Meningkatkan faktor keselamatan kerja



- h. Meningkatkan keuntungan, pendapatan, kesehatan dan kesejahteraan untuk individu dan institusi.

Ergonomic checkpoints merupakan standar di dalam dunia industri yang ditetapkan oleh *Internasional Labour Organization (ILO)*. *Ergonomic checkpoints* menghasilkan beberapa dasar-dasar pemikiran tentang menekan pemborosan bahan, menurunkan kerusakan hasil kerja, meningkatkan kualitas pekerjaan, meningkatkan pemeliharaan dan perbaikan perlatan, memperkenalkan tata letak yang lebih efisien, mencegah terjadinya kecelakaan, mengorganisir tempat kerja menjadi lebih aman serta memperkenalkan metode kerja yang lebih baik. Dasar pemikiran-pemikiran *Ergonomic Checkpoints* dibagi menjadi 9 pokok bahasan, yaitu:

a. Penanganan dan Penyimpanan Bahan

Penanganan dan penyimpanan bahan secara garis besar berisi tentang cara mengorganisasi bahan, cara penanganan dan pengangkutan bahan yang lebih pendek, kegiatan pengangkutan bahan lebih sedikit dan efisien. Beberapa cara yang dapat dilakukan adalah menerapkan 5S. Mengeluarkan barang-barang yang tidak terpakai, hindari menaruh barang di lantai, menghemat ruangan dengan menaruh barang-barang di rak bertingkat, membuat penyimpanan yang lebih dekat untuk barang-barang yang sering digunakan, menggunakan penyimpanan jalan (rak beroda). Usahakan agar perlatan mudah dipindahkan ke tempat yang diperlukan, jangan mengangkat beban lebih tinggi daripada seperlunya, angkat bahan pada ketinggian kerja, dan mengusahakan pengangkutan lebih efisien dan aman.

b. Handtool/Peralatan Tangan

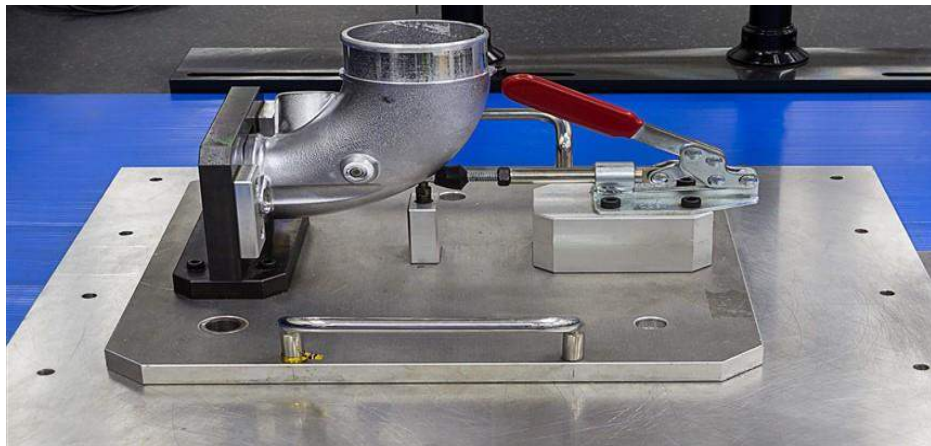
Handtool atau peralatan tangan yang digunakan sebagai alat bantu kerja. Alat tangan berarti alat yang dalam penggunaannya mengandalkan tenaga manusia. Prosedur



penggunaan, kesesuaian penggunaan, penyimpanan dan tata letak menjadi perhatian.

c. Desain Stasiun Kerja

Stasiun kerja adalah suatu lokasi yang di tempati pekerja untuk melakukan pekerjaannya. Stasiun kerja bisa di tempati sepanjang waktu atau mungkin satu dari beberapa lokasi ketika praktikan melakukan praktik, misalnya: meja kerja, perakitan, inspeksi, dan stand kerja. Desain stasiun kerja yang baik dapat menunjang kinerja yang lebih efektif dan tentu saja kualitasnya lebih baik. Desain stasiun kerja dalam ergonomic checkpoint mempunyai lima aturan yaitu: menjaga agar bahan, peralatan, dan pengendaliannya dalam jangkauan yang mudah, perbaikan postur kerja untuk meningkatkan efisiensi, setiap kerja yang memerlukan tenaga menggunakan pegangan tangan (*clamp*), jepitan (*jig*), tombol/tongkat (*lever*) dan alat lain untuk menghemat waktu dan tenaga, memperbaiki petunjuk visual (*display*) dan kendali (*control*) untuk meminimalkan kesalahan.



Gambar 38. *Jig and Fixture* dalam Pemesinan CNC

d. Keamanan mesin

Keamanan mesin merupakan sebuah tindakan menambahkan alat atau sesuatu yang dapat menghindarkan pekerja dari



potensi bahaya yang berasal dari mesin. Tindakan pencegahan seperti: mengecek kondisi mesin setiap hari, memasang pelindung mesin maupun diri (pekerja), membeli mesin yang aman, gunakan jenis pengaman yang cocok memelihara mesin dengan baik, dan yang lebih penting adalah melindungi pekerja dengan alat pelindung diri.

e. Pencahayaan

Situasi dengan cahaya yang baik akan lebih menguntungkan daripada dalam cahaya yang redup atau remang. Pencahayaan yang tidak baik menyebabkan kelelahan pada otot dan saraf mata dan dapat menimbulkan kelelahan secara keseluruhan tubuh. Kelelahan yang timbul juga dapat mengakibatkan turunnya konsentrasi kerja, meningkatkan tingkat kesalahan dalam bekerjayang berujung pada cacatnya hasil kerja dan dapat memberikan pengaruh terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Pemerintah melalui Keputusan Menteri no.1405 tahun 2002 menyatakan penerangan adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang

Ergonomi memiliki fungsi dimana dapat memberikan kemudahan bagi manusia dalam melakukan suatu pekerjaan. Adanya perhatian terhadap ergonomi. kendala keterbatasan yang dimiliki oleh manusia dapat diatasi. Beberapa aplikasi ergonomik yang umum dijumpai aktivitas manusia

- a. **Posisi kerja** terdiri dari posisi duduk dan posisi berdiri, posisi duduk dimana kaki tidak terbebani dengan berat tubuh dan posisi stabil selama bekerja. Sedangkan posisi berdiri dimana posisi tulang belakang vertikal dan berat badan tertumpu secara seimbang pada dua kaki.
- b. **Proses Kerja.** Para pekerja dapat menjangkau peralatan kerja sesuai dengan posisi waktu bekerja dan sesuai dengan ukuran anthropometrinya. Harus dibedakan ukuran anthropometri barat dan timur.

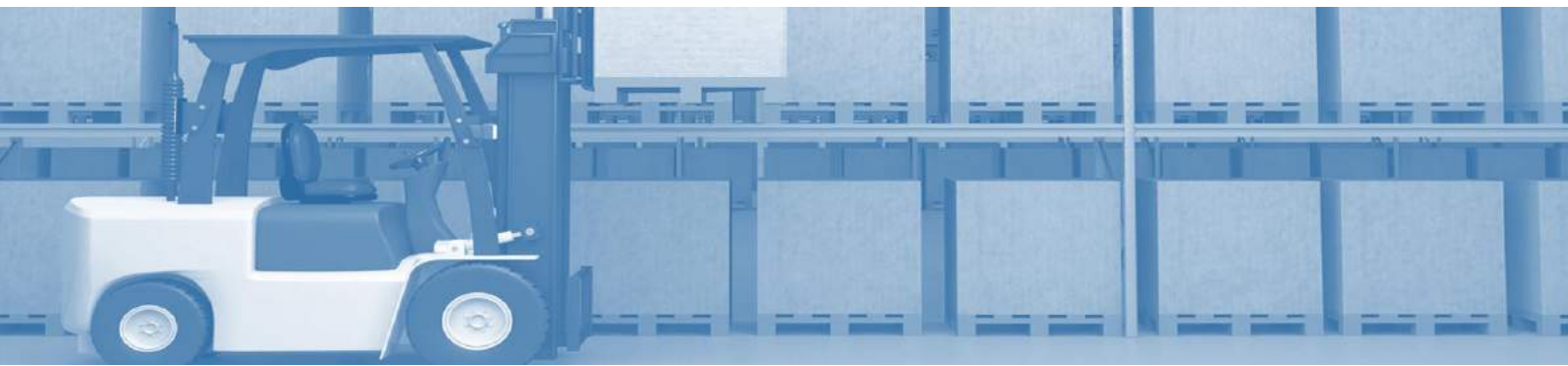


- c. **Tata letak tempat kerja.** Display harus jelas terlihat pada waktu melakukan aktivitas kerja. Sedangkan simbol yang berlaku secara internasional lebih banyak digunakan daripada kata-kata.
- d. **Mengangkat beban.** Macam-macam cara dalam mengangkat beban yakni, dengan kepala, bahu, tangan, punggung dsbnya. Beban yang terlalu berat

Pekerjaan-pekerjaan yang ada di Industri semakin membutuhkan tingkat produksi yang lebih tinggi, kompetitif, dan menggunakan teknologi yang variatif. Resiko pekerjaan-pekerjaan saat ini akan bersentuhan langsung dengan cedera fisik. Contoh aktivitas yang akan menghasilkan cedera fisik diantaranya:

- a. Sering mengangkat, membawa, dan mendorong atau menarik beban tanpa bantuan dari pekerja atau perangkat lain;
- b. Meningkatkan spesialisasi yang mengharuskan pekerja untuk melakukan hanya satu fungsi atau gerakan untuk jangka waktu yang panjang atau hari demi hari;
- c. Bekerja lebih dari 8 jam sehari;
- d. Bekerja pada kecepatan kerja yang lebih cepat, seperti kecepatan jalur perakitan yang lebih cepat; dan
- e. Memiliki genggaman yang lebih erat saat menggunakan alat.


Pembelajaran praktikum yang ada di bengkel dan laboratorium SMK tentunya harus cermat dalam memperhatikan *ergonomic checkpoint*. *Ergonomic checkpoint* akan memberikan atmosfir di dalam bengkel menjadi aman dan nyaman. Guru/instruktur perlu menekankan perhatian *ergonomic checkpoint* kepada peserta didiknya agar terhindar dari cedera fisik. Selain itu, pengelola bengkel/laboratorium juga perlu mempersiapkan alat-alat bantu teknis yang memberikan kenyamanan, keamanan, dan kemudahan dalam bekerja. Sebagai contoh, sekolah perlu merancang desain kursi dan meja yang ergonomik dengan memperhatikan postur tubuh normal



peserta didik, fleksibilitas pengaturan, keberfungsian, dan bahan/material yang digunakan dalam meja dan kursi.



Petunjuk teknis mengenai *ergonomic checkpoint* sudah ada dalam buku *Ergonomic Checkpoint* yang merupakan kolaborasi antara *International Labour Office (ILO)* dengan *International Ergonomics Assosiation*. Buku ini berisi petunjuk teknis *materials storage and handling, hand tools, machine safety, workstation design, lighting, premises, hazardous substances and agents, welfare facilities, dan work organization* (ILO, 2010). Jika dikaitkan dengan aktivitas yang dijumpai di pendidikan kejuruan, maka implementasi *ergonomic checkpoint* (EC) yang dapat diterapkan pengguna bengkel/laboratorium dapat merujuk pada ilustrasi berikut ini.

Tabel 3. Ilustrasi Aplikasi *Ergonomic Checkpoint* dalam Praktikum di Bengkel dan Laboratorium Kejuruan

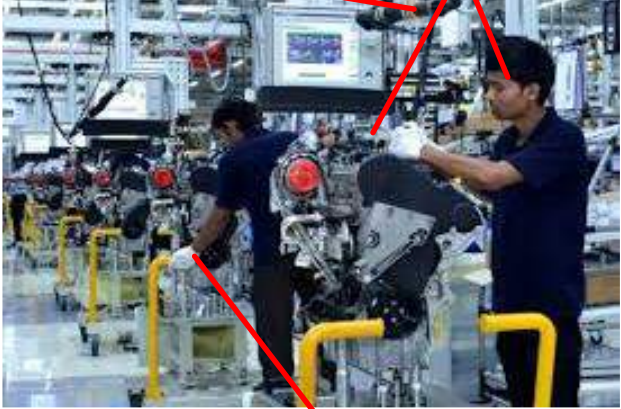

No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
1.	Sterillkan lintasan bengkel dan beri tanda	Menandai rute transportasi adalah titik awal untuk menjaga mereka dari rintangan. Rute transportasi yang jelas memastikan aliran bahan yang baik dan mencegah kecelakaan.	
2.	Pastikan lintasan cukup lebar untuk memungkinkan transportasi dua arah.	Transportasi dua arah yang mudah dalam lintasan menghemat waktu dan energi, dan membantu menjaga tempat kerja tetap teratur.	
3.	Rute lintasan tidak licin, dan tanpa rintangan.	Membawa beban di lantai yang tidak rata atau licin adalah penyebab umum kecelakaan. Kecelakaan seperti itu dapat dihilangkan dengan mengatur rute transportasi yang baik.	



BAB 2 – Menata Bengkel yang Sehat, Selamat, Nyaman, dan Modern



No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
4.	Memperbaiki tata letak area kerja sehingga kebutuhan untuk memindahkan material lebih efisien.	Meminimalkan kebutuhan untuk memindahkan material dengan memperbaiki tata letak area kerja adalah cara paling efektif untuk mengurangi waktu dan upaya, dan meningkatkan produktivitas.	
5.	Hilangkan tugas-tugas yang membutuhkan membungkuk atau memutar sambil menangani material.	Menghindari cedera punggung akibat membungkuk atau memutar saat menangani beban berat dapat merugikan fisik peserta didik.	
6.	Menggunakan pengungkit, <i>hand-truck</i> , dan perangkat beroda/roller lainnya, saat memindahkan material.	Mengurangi jumlah perjalanan antara workstation dengan area penyimpanan atau area kerja dengan menggunakan moda transportasi beroda.	
7.	Menggunakan rak penyimpanan portable untuk menghindari bongkar muat yang tidak perlu.	Mengurangi operasional produksi dan waktu transportasi.	
8.	Gunakan rak multi-level di dekat area kerja untuk meminimalkan pengangkutan material secara manual.	Menjaga segala sesuatunya teratur dan menghemat banyak waktu dan ruang untuk mengurangi kerusakan pada material dan menghindari kecelakaan	





No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
9.	Gunakan alat mekanis untuk mengangkat, menurunkan, dan memindahkan material yang berat.	Membantu pengangkatan, penurunan, dan pemindahan yang aman dan efisiensi.	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #333; color: white;">Penggunaan material handling</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #333; color: white;">Operator lebih tinggi dibandingkan obyek yang dikerjakan</div> </div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #333; color: white; text-align: center;">Bekerja dengan menggunakan perlengkapan K3</div>
10.	Gunakan konveyor, kerekan, dan alat transportasi mekanis lainnya untuk penanganan material secara manual	Memberikan keuntungan mekanis dan peserta didikan menjadi lebih aman.	
11.	Pindahkan material secara horizontal pada ketinggian kerja yang sama.	Memudahkan dalam menaikkan atau menurunkan material ke ketinggian kerja.	
12.	Hilangkan tugas-tugas yang membutuhkan membungkuk atau memutar sambil menangani material.	Menghindari cedera punggung akibat membungkuk atau memutar saat menangani beban berat dapat merugikan fisik peserta didik.	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #333; color: white;">Workstation yang nyaman tidak membuat pekerja bekerja dengan membungkuk</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #333; color: white;">Letak bahan, alat, dsb yang mudah dijangkau dengan posisi nyaman</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #333; color: white;">Desain kursi yang fleksibel dan mudah berpindah posisi</div>
13.	Sediakan wadah limbah yang ditempatkan dengan nyaman.	Memudahkan dalam pembuangan limbah dan pendaur-ulangan.	



BAB 2 – Menata Bengkel yang Sehat, Selamat, Nyaman, dan Modern

No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
14.	Pilih alat yang ergonomik yang dirancang sesuai dengan fungsinya	Memilih alat yang tepat untuk meningkatkan produktivitas dan keselamatan kerja	 <p>Penggunaan APD</p> <p>Posisi lengan yang kuat dan sejajar serta tidak membungkuk</p> <p>Power tool dilengkapi keamanan dan gagang tambahan</p>
15.	Peralatan listrik yang aman dan memiliki tombol/kunci pengaman	Melindungi peserta didik dari bahaya kecelakaan kerja akibat listrik	
16.	Sediakan alat dengan pegangan yang memperhatikan ketebalan, panjang, bentuk, dan ukuran yang tepat.	Memberikan kenyamanan dalam genggam di tangan dan terhindar dari kelelahan otot tangan	
17.	Gunakan jix & fixture untuk kestabilan dan kenyamanan dalam proses produksi	Menjadi alat bantu kestabilan dalam proses produksi	
18.	Gunakan alat bantu gantung pada area kerja	Memudahkan dalam penyimpanan dan pengoperasian untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas peserta didik.	 <p>Tersedia <i>special overhead tools</i></p> <p>Penggunaan celemek pada pekerjaan yang bersentuhan dengan kotor</p> <p>Bikeclift yang dapat diatur ketinggiannya sesuai kebutuhan pekerja</p>
19.	Gunakan ragum untuk menjepit benda kerja	Membantu peserta didik terutama peserta didik dalam kerja bangku	
20.	Gunakan alat bantu mekanis untuk meminimalkan bobot alat	Meringankan peserta didikan dan memberikan akurasi serta produktivitas yang tinggi	
21.	Minimalkan getaran dan kebisingan alat-alat tangan.	Melindungi kelelahan dalam bekerja dengan meredam getaran dan kebisingan dengan alat bantu khusus	
22.	Inpeksi dan rawat peralatan tangan secara berkala	Memelihara alat dari kerusakan dan menjaga keakuratan alat	
23.	Menyediakan area yang cukup untuk postur dan pijakan yang stabil selama bekerja.	Memberikan kenyamanan dalam pijakan dan kesesuaian dengan tinggi postur peserta didik dengan benda kerja	



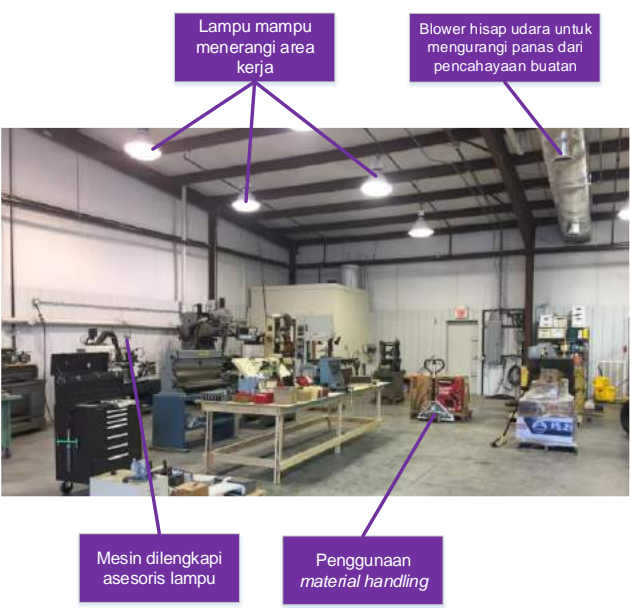

No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
24.	Sediakan tombol pengatur untuk kejadian-kejadian yang tidak disengaja	Melindungi peserta didik, mesin, dan benda kerja dari bahaya yang tidak disengaja manusia	
25.	Sediakan tombol darurat yang mudah diakses dan ditemukan	Memudahkan peserta didik untuk mencari tombol darurat apabila terjadi bahaya kerja	
26.	Mendesain tombol kontrol yang nyaman sesuai postur peserta didik	Menghemat waktu dalam proses produksi dan memberikan kenyamanan dalam bekerja	
27.	Sediakan foot-pedal untuk mempermudah proses pengoperasian mesin	Menjadi tombol bantu berbasis pedal yang mempermudah peserta didikan khususnya peserta didikan secara massal	
28.	Gunakan pelindung mesin agar tangan tidak terkena kontak langsung dengan mesin	Melindungi peserta didik dari kecelakaan kerja terutama dalam benda-benda yang berputar/translasi	
29.	Melindungi peserta didik dari bahaya kecelakaan kerja serta menjadi informasi evakuasi		
30.	Gunakan tanda-tanda bahaya pada area kerja khusus		Memberikan peringatan kepada peserta didik pada area yang rawan kecelakaan kerja
31.	Buat prosedur yang aman untuk mengemudi forklift dengan memodifikasi tempat kerja		Membantu peserta didik forklift menguasai medan lintasan produksi
32.	Inspeksi, bersihkan, rapikan, dan rawat mesin secara berkala		Menjaga kepresisian dan keakuratan mesin



BAB 2 – Menata Bengkel yang Sehat, Selamat, Nyaman, dan Modern

No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
33.	Tempatkan bahan, alat, dan kontrol yang sering digunakan dengan mudah dijangkau	Mempermudah dalam melakukan pergantian dan pengaturan alat kerja	
34.	Pergunakan kursi yang memudahkan mobilisasi bekerja	Memberikan kemudahan dan kenyamanan dalam bekerja serta keluwesan berpindah tempat	
35.	Persiapkan alternatif desain meja dan kursi yang memberikan kenyamanan pijakan	Memberikan kenyamanan dan efisiensi dalam bekerja	
36.	Gunakan kursi ergonomik yang fleksibel dan nyaman dalam sandaran	Memberikan kenyamanan peserta didik ketika duduk dan terhindar dari cedera fisik	
37.	Tingkatkan penggunaan cahaya alami di siang hari	Mengifisienkan penggunaan cahaya alami	
38.	Gunakan warna-warna terang untuk dinding dan langit-langit ketika lebih banyak cahaya diperlukan.	Memberikan pantulan cahaya ke seluruh ruangan har terkesan rapi.	
39.	Terangi area khusus seperti gudang, tangga, dan lintasan pedestrian	Memberikan kenyamanan bagi pengguna bengkel agar terhindar dari bahaya kerja	
40.	Bersihkan jendela dan cek kondisi lampu secara berkala	Menjaga kebersihan dan memastikan cahaya dapat menerangi area kerja dengan optimal	






No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
41.	Nyalakan area kerja secara merata untuk meminimalkan perubahan kecerahan.	Memberikan pencahayaan yang terang untuk area kerja satu dengan lainnya	 <p>Lampu mampu menerangi area kerja</p> <p>Blower hisap udara untuk mengurangi panas dari pencahayaan buatan</p> <p>Mesin dilengkapi asesoris lampu</p> <p>Penggunaan material handling</p>
42.	Berikan pencahayaan yang cukup bagi peserta didik agar mereka dapat bekerja dengan efisien dan nyaman setiap saat.	Memberikan pencahayaan yang cukup dan berkualitas baik dengan biaya minimum	
43.	Berikan cahaya lokal untuk peserta didik yang membutuhkan kepresisian	Membantu proses peserta didik serta mengifisienkan penggunaan lampu	
44.	Pasang sistem pembuangan lokal yang efektif yang memungkinkan peserta didik yang efisien dan aman	Menghilangkan debu, asap dan gas pada sumbernya, sebelum mencapai peserta didik	 <p>Tersedia AC/Pendingin Ruangan</p> <p>Penggunaan blower hisap bagi bengkel yang menghasilkan banyak asap/uap panas</p> <p>Jendela yang tidak permanen dapat dibuka-tutup sesuai kebutuhan</p>
45.	Tingkatkan penggunaan ventilasi alami bila diperlukan untuk memperbaiki iklim dalam ruangan.	Memberikan sirkulasi udara yang bebas, dan mengurangi suhu ruang di area kerja	
46.	Gunakan AC untuk ruang indoor atau tanam pohon di dekat area kerja	Memberikan kenyamanan dalam bekerja dan meningkatkan produktivitas peserta didik	



BAB 2 – Menata Bengkel yang Sehat, Selamat, Nyaman, dan Modern

No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
47.	Sediakan alat pemadam api yang cukup dengan mudah dijangkau dan pastikan bahwa para peserta didik tahu bagaimana menggunakannya	Mempermudah penemuan APAR di area kerja serta membantu dalam mengoperasikan APAR dalam kondisi bahaya	<p>Terdapat petunjuk penggunaan APAR</p> <p>Memiliki APAR yang mudah dijangkau serta ditemukan</p> <p>Terdapat alarm tanda peringatan/bahaya</p> <p>Penggunaan warna kuning-hitam sebagai tanda informasi mitigasi bencana</p>
48.	Buat denah evakuasi untuk memastikan jalan keluar yang aman dan cepat dari tempat kerja	Memudahkan untuk proses evakuasi korban bencana alam atau kebakaran	
49.	Tandai rute evakuasi dan jauhkan jalur evakuasi dari rintangan	Mempermudah evakuasi apabila terjadi bencana alam atau kebakaran	
50.	Beri label dan simpan wadah yang benar dari bahan kimia berbahaya untuk menyampaikan peringatan	Memberikan informasi peserta didik mengenai area kerja yang rawan akan bahaya	
51.	Buanglah sampah sesuai dengan jenis dan tempatnya	Memisahkan jenis sampah/limbah produksi agar dapat dipilah untuk didaur-ulang	
52.	Isolasikan atau tutupi mesin atau bagian mesin yang berisik	Melindungi peserta didik dari kebisingan dalam bekerja	
53.	Pastikan kebisingan tidak mengganggu komunikasi verbal dan sinyal pendengaran	Memastikan kebisingan yang ada di dalam area kerja masih dapat dijangkau oleh pendengaran peserta didik ketika berkomunikasi verbal.	
54.	Lindungi peserta didik dari resiko kimia sehingga mereka dapat melakukan peserta didikan mereka dengan aman dan efisien	Memberikan perlindungan secara protektif kepada peserta didik yang bersentuhan langsung dengan proses kimiawi	<p>Penggunaan Kacamata Kerja</p> <p>Penggunaan Masker yang Aman dari debu/Material</p> <p>Penggunaan Headset/Penutup Telinga ketika bekerja dengan mesin yang menghasilkan kebisingan</p> <p>Isolasi alat/mesin yang menghasilkan polusi suara yang tinggi</p>



No.	Penting Diperhatikan	Tujuan	Ilustrasi
55.	Menyediakan dan memelihara fasilitas pergantian, pencucian, dan kebersihan yang baik untuk memastikan kebersihan dan kerapian yang baik	Memberikan fasilitas peserta didik yang bersih dan higienis baik ketika memulai dan mengakhiri peserta didikan	 <p>Tersedia AC</p> <p>Ruangan yang nyaman dan bersih</p>
56.	Menyediakan fasilitas minum dan area makan yang higienis untuk memastikan kinerja dan kesejahteraan yang baik	Memberikan layanan bagi peserta didik ketika beristirahat dan memberikan kepuasan dalam bekerja	 <p>Tersedia lemari es/ pendingin bagi pekerja</p> <p>Meja diskusi, bersantai, dan beristirahat</p> <p>Tersedia pemanas air</p>
57.	Menyediakan ruang untuk diskusi atau rapat	Memberikan layanan ruang diskusi secara bebas kepada peserta didik	
58.	Sediakan penyimpanan yang tepat untuk alat pelindung diri.	Memberikan layanan dalam mendapatkan APD secara mudah dan lengkap	
59.	Menyediakan akses yang mudah ke peralatan pertolongan pertama dan fasilitas kesehatan utama di tempat kerja	Memberikan pelayanan dalam mengatasi kecelakaan kerja yang dilakukan oleh peserta didik	
60.	Berikan kesempatan untuk latihan fisik bagi peserta didik	Memberikan layanan dalam menjaga kesehatan fisik peserta didik	 <p>Kursi roda khusus yang didesain kuat dan moving flexibility</p> <p>Tetap menggunakan pakaian kerja</p> <p>Pengarutamaan Gender & Disabilitas</p> <p>Desain workbench yang sesuai dengan kebutuhan pekerja disabilitas</p>
61.	Adaptasikan fasilitas dan peralatan untuk peserta didik penyandang cacat sehingga mereka dapat melakukan peserta didikan mereka dengan aman dan efisien	Memberikan layanan khusus kepada peserta didik yang menyandang disabilitas	



Tabel di atas tertuang dalam peraturan baku *Ergonomic Checkpoint*, maka untuk lintasan kerja yang aman baik di dalam bengkel maupun laboratorium memiliki rumusan sebagai berikut.

a. Rumusan lintasan kerja di dalam bengkel

Penggunaan bengkel di dalam SMK pada umumnya dijumpai pada Bidang Teknologi dan Rekayasa. Dengan menyerupai industri, bengkel SMK di desain luas dan berbagai macam aktivitas ada di dalam bengkel. Bengkel identik dengan alat dan mesin yang berat, maka untuk lebar lintasan yang aman bagi bengkel SMK adalah minimal dua kali dari luas forklift jika berpapasan atau 2,6 meter. Ilustrasinya sebagai berikut.



Gambar 39. Lintasan dan Area Kerja Bengkel yang Nyaman dengan Minimal Dua Forklift Berpapasan

b. Rumusan lintasan kerja di dalam laboratorium

Penggunaan laboratorium di dalam SMK pada umumnya dijumpai pada bidang keahlian yang *non-manufacturing*. Laboratorium yang ada di SMK identik dengan ruangan uji coba/eksperimen siswa dalam melaksanakan pengujian praktikum. Laboratorium identik dengan alat dan mesin yang ringan dan fleksibel berpindah-pindah, maka untuk lebar lintasan yang aman bagi laboratorium SMK adalah minimal dua



kali dari luas trolley jika berpapasan. Adapun ilustrasinya sebagai berikut.



Gambar 40. Lintasan dan Area Kerja Laboratorium yang Nyaman dengan Minimal Dua Trolley Berpapasan

2. Penerapan Budaya 5S/5R

Program 5S menurut Hiroyuki Hirano merupakan kebulatan tekad untuk penilaian di tempat kerja, mengadakan penataan, pembersihan, memelihara kondisi yang mantap dan memelihara kebiasaan diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan baik. Pertama kali diperkenalkan di Singapura pada tahun 1986, kemudian dipraktikan di Malaysia, Thailand, Korea, China, India, Indonesia, Sri Lanka, Russia, Hungary, Poland, Bulgaria, Colombia, Uruguay, Brazil, Costarica dan Mexico (MPC, 2010). Isi program 5S adalah *Seiri* (Pemilahan), *Seiton* (Penataan), *Seiso* (Pembersihan), *Seiketsu* (Pemantapan) dan *Shitsuke* (Pembiasaan). Program 5S di Indonesia dikenal dengan sebutan 5R yaitu, Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan Rajin. Kata-kata tersebut mencerminkan urutan penerapan dari proses transformasi 5S/5R (Hargiyarto, Ima Ismara, Suyanto, & Khairudin, 2011).



Pemanfaatan tempat kerja yang mencakup peralatan, dokumen, bangunan, dan ruangan untuk melatih kebiasaan para praktikan dalam usaha meningkatkan disiplin kerja. Sistem manajemen tata graha yang dilakukan dalam mengelola tempat kerja (bengkel instalasi listrik, perkantoran, gudang, dan lain-lain). Tempat kerja khususnya bengkel yang rapi, aman, nyaman yang menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, penekanan biaya, penyelesaian tepat waktu, safety terjamin, moral tinggi, dan lingkungan terjamin.

Keuntungan dalam menerapkan kaidah 5S dari semua sisi yang berkaitan tentang produktivitas. Mulai dari *zero breakdown* (pemeliharaan yang lebih baik), *zero defect* (kualitas yang lebih baik), *zero waste* (penekanan biaya dan efisiensi meningkat), *zero set up time* (memaksimalkan waktu), *zero late delivery* (permintaan tepat waktu), *zero injury* (meminimalkan kecelakaan), *zero costumer claim*, dan *zero deficit*. 5S apabila dijalankan dengan baik, tentu tempat kerja menjadi lebih baik, nyaman, menarik, kecil kecelakaan, tak ada kerusakan, dan memaksimalkan praktik instalasi itu sendiri.

Konsep 5R dan 5S pada dasarnya sama yaitu untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas tempat kerja. Manfaat penerapan 5R menurut Ismara & Prianto (2018) antara lain:

- a. Meningkatkan produktivitas karena pengaturan tempat kerja yang lebih efisien.
- b. Meningkatkan kenyamanan karena tempat kerja selalu bersih dan luas.
- c. Mengurangi bahaya di tempat kerja karena kualitas tempat kerja yang bagus/baik.
- d. Menambah penghematan karena menghilangkan pemborosan-pemborosan di tempat kerja.





Gambar 41. Ilustrasi Prinsip 5 R

Senada dengan itu, manfaat yang didapat dengan menerapkan 5S secara garis besar adalah:

- a. Kemudahan mengidentifikasi barang,
- b. Penggunaan alat kerja secara benar,
- c. Memperlancar waktu proses,
- d. Menghilangkan kerancuan dan ketidakpastian,
- e. Kemampuan konsentrasi kerja lebih baik,
- f. Aliran transportasi internal yang lebih baik,
- g. Mempersingkat waktu pencarian barang,
- h. Tempat yang aman dan aman untuk berkerja.

BEFORE



AFTER





Gambar 42. Ilustrasi Prinsip 5S

Keberhasilan kinerja suatu bengkel/laboratorium dinilai dari kondisi lingkungan di tempat kerja. Bengkel yang mempunyai kinerja yang buruk dapat dilihat dari situasi kerja yang tidak teratur, banyaknya barang reject atau rework, nilai absensi pekerja yang buruk, dan sebagainya. 5S tidak sulit untuk dipahami, tapi 5S sangat sulit untuk dilaksanakan dengan benar. 5S memerlukan kegigihan, kebulatan tekad, dan memerlukan usaha yang terus menerus. 5S mungkin tidak akan memberikan hasil yang dramatis. Namun 5S membuat pekerjaan lebih mudah. 5S akan mengurangi pemborosan waktu kerja kita. 5S akan membuat kita bangga atas pekerjaan kita. 5S akan meningkatkan produktifitas kerja dan mutu yang lebih baik, sedikit demi sedikit, namun terus menerus. Penjelasan dari masing-masing variabel dalam 5S adalah sebagai berikut.

a. Seiri

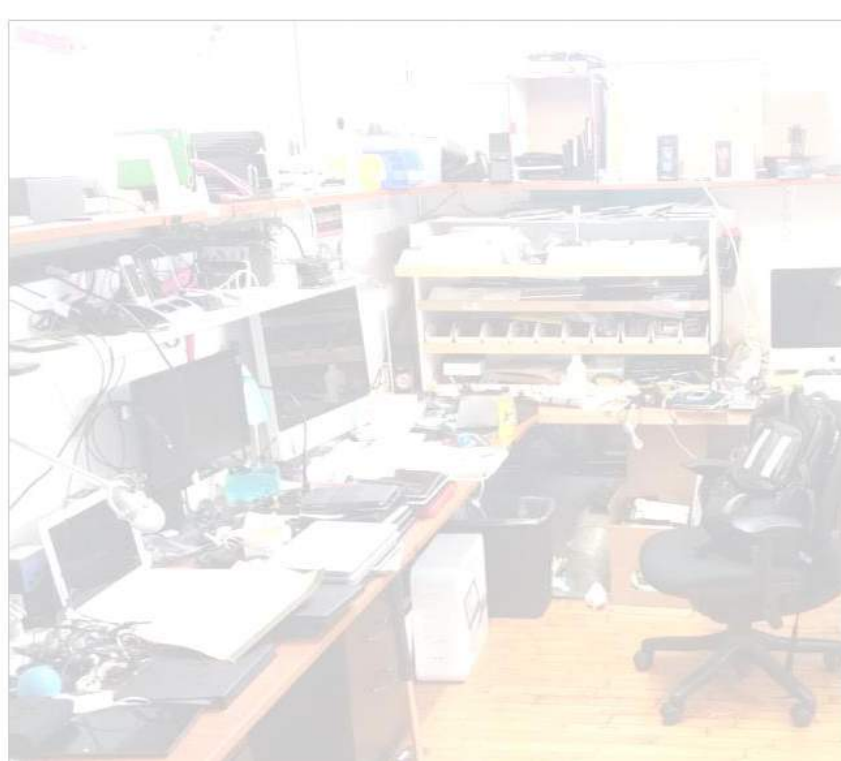
Seiri berarti mengatur segala sesuatu, memilah sesuai dengan aturan atau prinsip tertentu. *Seiri* membedakan antara yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan. Ambil keputusan



tegas untuk menerapkan manajemen stratifikasi untuk membuang yang tidak diperlukan itu (SIEN Consultant, 2008). Banyak teori yang membahas tentang cara memilah pekerjaan. Intinya adalah membagi segala sesuatu sesuai urutan kepentingannya, kemudian siapkan manajemen berdasarkan kelompok prioritas. Buang barang yang kurang diperlukan, sehingga kita dapat berkonsentrasi terhadap barang yang benar-benar penting dan memerlukan perhatian kita.

Tempat kerja kita memiliki setumpuk kertas, kita seringkali berdalih bahwa suatu hari kelak kita akan membutuhkan kertas-kertas itu. Kita menyimpan barang dengan anggapan akan berguna seandainya diperlukan. Sebenarnya apa yang harus kita lakukan adalah memutuskan dengan tegas bahwa kita harus membedakan antara yang diperlukan dengan yang tidak. Kita harus menerapkan manajemen stratifikasi. Kunci untuk melakukan Seiri adalah:

- 1) Cek barang yang ada di area masing-masing.
- 2) Tetapkan kategori barang-barang yang digunakan atau tidak.
- 3) Beri label, misalnya warna merah untuk barang yang tidak digunakan.
- 4) Siapkan tempat untuk menyimpan/membuang/memusnahkan barang yang tidak digunakan.
- 5) Pindahkan barang yang telah diberi warna label ke tempat yang telah ditentukan.





Gambar 43. Ilustrasi Penerapan Budaya Seiri

Seiri atau ringkas, bertujuan untuk memilih atau meringkas barang-barang. Memilih atau meringkas dilakukan di bengkel listrik untuk efisiensi tempat karena ruang yang sangat terbatas. Memilih barang (alat dan bahan) yang diperlukan, belum diperlukan, tidak diperlukan dan barang tidak sesuai penempatannya. Jika *seiri* terpenuhi maka: efisiensi ruangan bengkel listrik, produktivitas meningkat, tidak terjadi pemborosan ruangan, K3 dan lingkungan kerja meningkat, tidak terjadi penumpukan barang serta terdapat peningkatan proses produktivitas kerja.

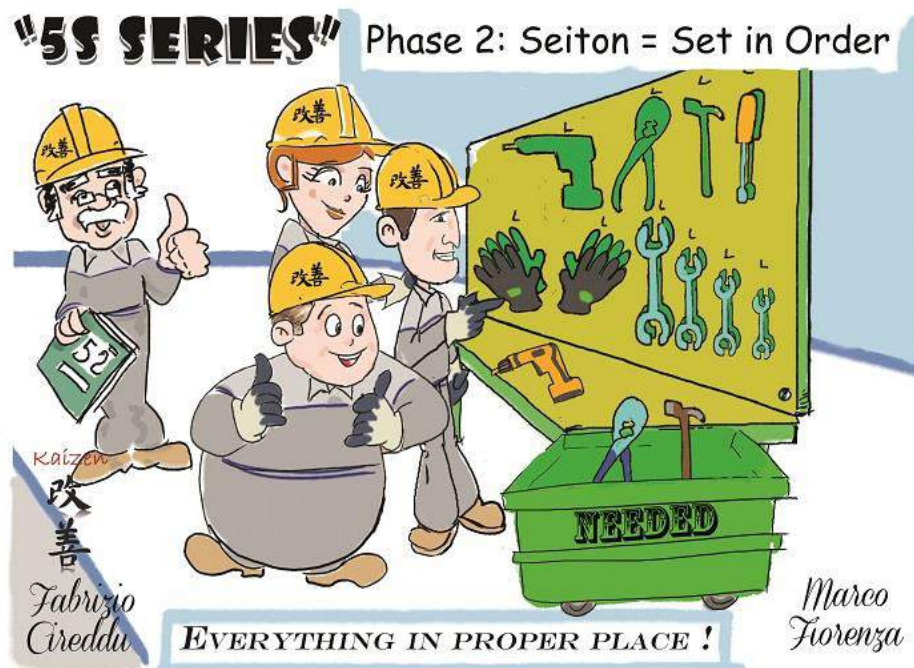
b. *Seiton*

Langkah berikutnya adalah *Seiton* yang berarti rapi. *Seiton* bertujuan untuk menata barang yang berguna secara rapi dan teratur. Identifikasi semua barang yang ada, kemudian dikelompokkan menurut kegunaan, lalu diberi penjelasan tentang nama barang, tempat, dan jumlah barang supaya mudah ketika akan digunakan. Selain penataan, *seiton*



bertujuan juga membangun “budaya kerja” yang baik bagi praktikan, teknisi, maupun guru.

Seiton berarti menyimpan barang di tempat yang tepat atau dalam tata letak yang benar, sehingga dapat dipergunakan dalam keadaan mendadak. Penataan merupakan cara untuk mempersingkat atau menghilangkan waktu untuk melakukan proses pencarian. Permasalahan yang diutamakan disini adalah manajemen fungsional dan penghapusan proses pencarian. Segala sesuatu disimpan di tempatnya demi mutu dan keamanan, berarti kita memiliki tempat kerja yang rapi. Pertama: Barang yang tidak kita pergunakan = buang. Kedua : Barang yang tidak kita gunakan, tapi ingin disimpan seandainya diperlukan. Ketiga : Barang yang kita gunakan hanya sewaktu-waktu saja. Keempat: Barang yang kadang-kadang digunakan. Kelima: Barang yang sering kita gunakan. (SIEN Consultant, 2008).



Gambar 44. Ilustrasi Penerapan Budaya *Seiton*



Penyimpanan harus didasarkan pada seberapa banyak yang kita tangani, dan seberapa cepat kita menemukannya saat diperlukan. Kita bukan saja harus berpikir tentang efisiensi, tapi juga harus bicara tentang mutu: jangan sampai berkarat, rusak, penyok, berubah bentuk, dan sebagainya. Faktor keamanan juga harus diperhatikan. Sasaran akhir proses pembenahan adalah untuk memperoleh sebanyak mungkin apa yang anda inginkan, dimana, dan kapan anda menginginkannya.

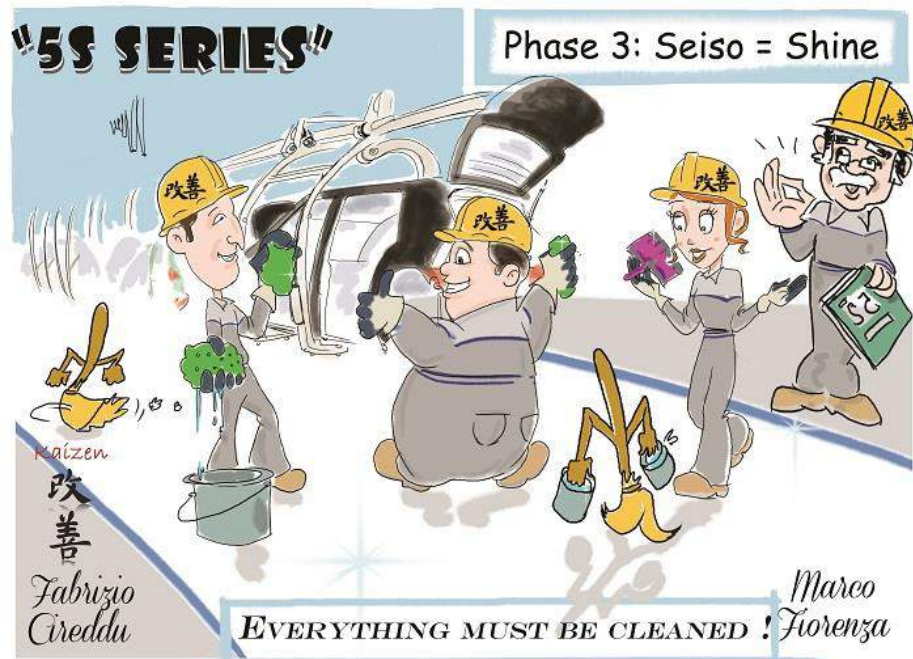
c. Seiso

Tahap selanjutnya adalah penataan yang disebut tahap *Seiso* atau resik, bertujuan untuk menjaga kebersihan bengkel listrik. Ruang bengkel listrik dibuat bersih, sehat dan nyaman untuk menghindari menurunnya motivasi belajar akibat dari tempat kerja yang kotor dan berantakan. Keuntungan lainnya dari kondisi bengkel yang bersih adalah membuat awet peralatan yang berada di bengkel listrik.

Arti dari membersihkan lebih dari sekedar membuat barang bersih, ini merupakan falsafah dan komitmen untuk bertanggung jawab atas segala aspek barang yang kita pergunakan, dan untuk memastikan semua barang selalu berada dalam kondisi prima. Jangan berpikir bahwa pembersihan pekerjaan yang melelahkan. Sebaliknya, kita harus memandangnya sebagai suatu bentuk pemeriksaan dan pencegahan. Peningkatan kecanggihan produk industri modern, debu, kotoran, bahan asing, bunyi suara mesin yang keras dan masalah lain kemungkinan besar dapat mengakibatkan barang cacat, macet, bahkan kecelakaan kerja. Pembersihan adalah jawabannya. Pembersihan harus dipandang sebagai cara untuk menghilangkan penyebab masalah satu demi satu. Secara umum ada tiga langkah pembersihan yang harus dilakukan dengan benar, antara lain:



- 1) Tingkat Makro: Membersihkan segala sesuatu dan mencari cara untuk menangani penyebab keseluruhan yang berkaitan dengan gambaran global pekerjaan.
- 2) Tingkat Individual: Menangani satu tempat kerja tertentu atau satu mesin tertentu
- 3) Tingkat Mikro: Membersihkan suku cadang alat bantu kerja tertentu penyebab kotoran dicari dan diperbaiki.



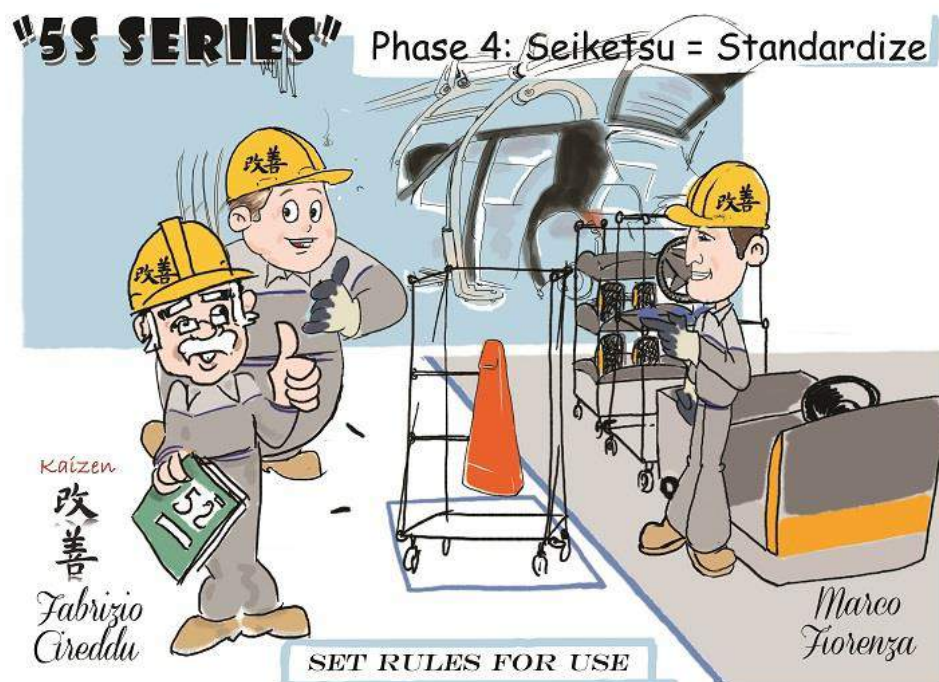
Gambar 45. Ilustrasi Penerapan Budaya Seiso

d. Seiketsu

Seiketsu berarti merawat, bertujuan untuk mempertahankan kondisi lingkungan kerja yang sudah baik. Memberikan standar pada label petunjuk dalam semua operasi, memeriksa keadaan tempat kerja dengan peralatan yang digunakan, serta menyediakan tempat sampah. Tahap perawatan merupakan tahap yang lebih sulit. Tahap perawatan membutuhkan konsistensi bekerja secara berkesinambungan.



Pemantapan bisa berarti memelihara keadaan bersih, yang dalam konteks 5S, mencakup pertimbangan seperti warna, bentuk, pakaian, dan sebagainya yang memberikan suasana bersih. *Seiketsu* harus dianggap sebagai pengulangan proses pemilahan (*Seiri*), penataan (*Seiton*), dan pembersihan (*Seiso*), serta sebagai kesadaran dan aktivitas tetap untuk memastikan bahwa siklus 5S dipelihara. Pemantapan berarti melaksanakan aktivitas 5S dengan teratur, sehingga keadaan yang tidak normal tampak. Pemberian kode warna diterapkan di lingkungan kerja, terutama pada lantai dan dinding yang di cat dengan warna yang terang. Pemberian warna dilakukan demi terciptanya kenyamanan, keselamatan dan keselarasan. Pewarnaan lantai ada 3 macam, yaitu warna merah, kuning dan hijau.



Gambar 46. Ilustrasi Penerapan Budaya *Seiketsu*

e. *Shitsuke*

Shitsuke yang berarti rajin, rajin berhubungan dengan pembiasaan. Bertujuan agar seseorang terbiasa membina disiplin diri, mampu dan berani mengubah perilaku ke arah

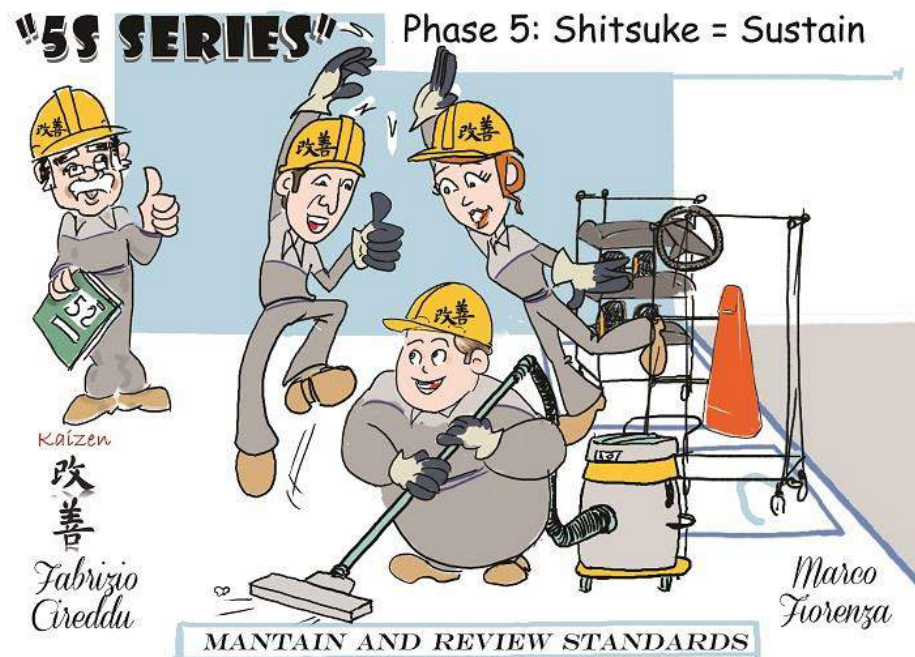


yang lebih baik secara konsisten. Perubahan perilaku harus sesuai dengan nilai-nilai budaya. Usaha perubahan dilakukan secara terus menerus untuk meningkatkan prestasi kerja. Melakukan yang boleh dilakukan dan mematuhi larangan atau peraturan. Perbaikan segera mungkin dilakukan bagi yang mendapat kritik dan saran.

Shitsuke (pembiasaan) adalah komitmen masing-masing individu untuk mematuhi peraturan. Tim yang baik bermain dengan menaati peraturan. Tempat kerja, ketentaraan, maupun di lapangan olahraga, aktivitas tim merupakan aktivitas kooperatif. Setiap orang harus bekerja sama, berpikir bersama, dan bertindak bersama untuk membentuk tim yang kuat. Semakin banyak pekerjaan, semakin penting kerja sama diperlukan. Kesalahan terkecil sekalipun dapat berakibat fatal. Sistem, Prosedur, dan Peraturan harus ketat dan dipatuhi oleh seluruh anggota tim. Setiap orang harus berhati-hati untuk melakukan pekerjaan masing-masing dengan benar. Tidak terlalu sulit untuk memiliki kebiasaan untuk melaksanakan apa yang diharapkan. Hasil akhirnya adalah setiap orang bekerja sama memperkuat tim dan memperkuat perusahaan. Caranya adalah dengan menciptakan tempat kerja yang disiplin, melalui:

- 1) Biasakan (sistematisasi) perilaku jika ingin mendapatkan hasil yang terbaik.
- 2) Perbaiki komunikasi dan pelatihan untuk memperoleh mutu yang terjamin.
- 3) Atur supaya orang mengambil bagian, setiap orang melakukan sesuatu, kemudian mengimplementasikannya.
- 4) Atur segala sesuatu sehingga setiap orang merasa bertanggung jawab atas apa yang mereka kerjakan.





Gambar 47. Ilustrasi Penerapan Budaya Shitsuke

3. Penggunaan *Material Handling*

American Material Handling Society memberikan definisi *material handling* sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), dan pengawasan (*controlling*), dari material dengan segala bentuknya (Wignjosoebroto, 1996). Kay (2012) mengistilahkan *Material Handling (MH)* melibatkan “*short-distance movement that usually takes place within the confines of a building such as a plant or a warehouse and between a building and a transportation agency.*” Terjemahannya, Kenyamanan dari pekerja sudah terbukti sangat menunjang tingkat produktivitas pekerja, dengan demikian para penanggung jawab keselamatan dan kesehatan kerja harus memikirkan faktor-faktor bahaya biomekanika, sebaiknya aktivitas *manual material handling* tidak membahayakan pekerja dan tidak menimbulkan rasa sakit pada pekerja.



Material Handling System (MHS) digunakan untuk memindahkan dan menyimpan bagian, serta bahan yang digunakan dalam memproses bagian-bagian (misalnya, alat, pendingin, limbah). MH hanya sering menambah biaya operasional produk tetapi tidak menambah nilai suatu produk. Jika pemikiran pengelola bengkel seperti itu, maka proses produksi yang akan terdampak atas kelambanan dalam proses produksi. Dua bentuk utama dari bagian transportasi yaitu bagian mana yang harus dipindahkan dari luar sistem ke dalamnya, dan bagian mana yang harus disampaikan dalam sistem. Biasanya tidak mudah untuk menggabungkan fungsi-fungsi ini karena gerakan ke dalam sistem melibatkan bagian-bagian mentah sementara gerakan dalam sistem melibatkan bagian, perlengkapan dan rakitan palet.

MH memberikan manfaat yang besar dalam proses bongkar dan muat material. Beberapa tujuan penggunaan material handling diantaranya:

- a. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan
- b. Meningkatkan keamanan dan memberikan perlindungan terhadap material
- c. Meningkatkan produktivitas, melalui:
 - 1) Material mengalir pada garis lurus
 - 2) Material berpindah dengan jarak sependek mungkin
 - 3) Perpindahan sejumlah material pada satu waktu
 - 4) Mekanisasi penanganan material
 - 5) Otomatisasi penanganan material
- d. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas, melalui:
 - 1) Meningkatkan penggunaan bangunan
 - 2) Pengadaan peralatan serbaguna
 - 3) Standarisasi peralatan MH
 - 4) Integrasikan dalam satu sistem



- 5) Peralatan sesuai kebutuhan, program pemeliharaan preventif
- e. Mengurangi bobot mati
- f. Sebagai pengawasan persediaan

Kay (2012) mengemukakan, karakteristik material handling ditentukan oleh ukuran (lebar, kedalaman, tinggi); berat (berat per item, atau per satuan volume); bentuk (bulat, persegi, panjang, persegi panjang, tidak beraturan); dan lainnya (licin, rapuh, lengket, eksplosif, beku). Tidak ada "aturan" yang pasti yang dapat diikuti ketika merancang MHS yang efektif, berikut ini 20 Prinsip *Material Handling* atau 20 Prinsip Penanganan Bahan :

- a. Prinsip Perencanaan (*Planning Principle*): Semua aktivitas Penanganan harus direncanakan.
- b. Prinsip Sistem (*Systems Principle*): Mengintegrasikan aktivitas Penanganan (penerimaan, penyimpanan, produksi, inspeksi, pengepakan, pergudangan, pasokan dan transportasi) yang efektif ke dalam desain sistem yang terintegrasi.
- c. Prinsip pemanfaatan ruang (*Space Utilisation Principle*): Mendorong pemanfaatan yang efektif dari semua ruang yang tersedia.
- d. Prinsip Muatan Unit (*Unit Load Principle*): Meningkatkan kuantitas, ukuran dan berat beban yang ditangani.
- e. Prinsip Gravitasi (*Gravity Principle*): Mendorong penggunaan prinsip gravitasi dalam pergerakan barang.
- f. Prinsip aliran material (*Material flow principle*): Merencanakan urutan operasi dan pengaturan peralatan mengoptimalkan aliran material.
- g. Prinsip Penyederhanaan (*Simplification Principle*): Mendorong penyederhanaan metode dan proses dengan menghapus gerakan yang tidak perlu.



- h. Prinsip Keselamatan (*Safety Principle*): Mendorong penyediaan peralatan penanganan yang aman sesuai dengan peraturan dan regulasi keselamatan.
- i. Prinsip mekanisasi (*Mechanization Principle*): Menggunakan peralatan penanganan material mekanis atau otomatis untuk meningkatkan efisiensi.
- j. Prinsip Standardisasi (*Standardization Principle*): Mendorong standarisasi metode penanganan dan peralatan.
- k. Prinsip Fleksibilitas (*Flexibility Principle*): Gunakan metode dan peralatan yang dapat melakukan berbagai tugas dan aplikasi.
- l. Prinsip pemilihan peralatan (*Equipment Selection Principle*): Mempertimbangkan semua aspek material, langkah dan metode yang akan digunakan.
- m. Prinsip Bobot Berat (*Dead Weight Principle*): Mengurangi rasio bobot berat agar dapat dimuat di peralatan bergerak.
- n. Prinsip gerak (*Motion Principle*): Peralatan yang dirancang untuk mengangkut material harus dijaga agar tetap bergerak.
- o. Prinsip waktu menganggur (*Idle Time Principle*) : Mengurangi waktu menganggur / waktu tidak produktif baik peralatan Material Handling maupun tenaga manusia.
- p. Prinsip perawatan (*Maintenance Principle*): Merencanakan perawatan preventif atau perbaikan terjadwal dari semua peralatan penanganan.
- q. Prinsip keabadian (*Obsolescence Principle*): Menggantikan metode atau peralatan penanganan yang usang ketika terdapat metode atau peralatan yang lebih efisien untuk dapat meningkatkan operasi.
- r. Prinsip kapasitas (*Capacity Principle*): Gunakan peralatan penanganan untuk membantu mencapai kapasitas penuhnya.
- s. Prinsip kontrol (*Control Principle*): Gunakan peralatan penanganan material untuk meningkatkan pengontrolan produksi, pengontrolan inventaris dan penanganan lainnya.



- t. Prinsip kinerja (*Performance Principle*): Tentukan efisiensi penanganan kinerja dalam hal biaya per unit yang ditangani yang merupakan kriteria utama.

Material handling secara umum memiliki 4 tipe, yaitu *Bulk Handling Material Equipment*, *Engineered Systems*, *Industrial Trucks*, dan *Storage and Handling Equipment*. Berikut ini penjelasan dari masing-masing tipe *material handling*.

- a. *Bulk Handling Material Equipment* (Peralatan Penanganan Massal)



Gambar 48. Penggunaan *Conveyor Belt* pada Produksi Massal

Peralatan yang berhubungan dengan alat bantu penanganan massal dalam kontrol dan transportasi volume besar bahan baik dalam jumlah besar atau bentuk longgar. Peralatan ini secara umum digunakan untuk memindahkan bagian-bagian longgar dari satu area lantai produksi ke bagian yang lain.

Drum dan hopper juga dapat digunakan untuk menyalurkan barang-barang longgar sehingga mereka dapat dengan mudah dimanipulasi atau dikemas. Sistem Penanganan Material Massal juga dapat menggunakan *belt conveyor* untuk transportasi horizontal dan *elevator* untuk transportasi vertikal. Contoh *bulk material handling* yaitu: *Bucket and grain elevators*, *Conveyor belts*, *Hoppers and silos*, *Reclaimers*, dan *Stackers*.



b. *Engineered Systems* (Sistem Rekayasa)



Peralatan penanganan material jenis ini biasanya adalah unit-unit otomatis yang bekerja bersama untuk memungkinkan penyimpanan yang efisien dan transportasi bahan-bahan besar atau volume besar bahan di sekitar lantai produksi. Contoh sistem yang direkayasa meliputi:

Gambar 49. *Robotic Delivry System*

- 1) Sistem Penyimpanan dan Pengambilan Otomatis AS/RS dengan cara kerja pengambilan yang cepat.
- 2) Sistem konveyor otomatis membawa material berat ke tujuan tertentu menggunakan sabuk, rantai fleksibel, atau roller hidup.
- 3) Sistem pengiriman robot untuk memindahkan produk di jalur perakitan atau mengangkat barang di seluruh pabrik atau gudang.
- 4) Kendaraan berpemandu otomatis yang mengikuti penanda khusus atau kabel di lantai untuk memindahkan material besar di sekitar fasilitas manufaktur atau gudang.

c. *Industrial Trucks* (Truk khusus Industri)

Ruang lingkup istilah *industrial trucks* ini dapat mencakup perangkat kecil, yang dioperasikan dengan tangan, dan kendaraan bermotor skala besar. Beberapa barang dapat digerakkan, sementara yang lain seperti truk palet. Banyak dari jenis truk ini memiliki karakteristik yang bermanfaat seperti garpu atau permukaan datar yang dapat dimasukkan ke dalam palet atau jenis platform penyimpanan lainnya. Truk lain membutuhkan peralatan yang terpisah untuk digunakan untuk mengangkat.





Gambar 50. *Automated Guided Vehicles*

Truk memiliki kemampuan untuk mengangkat melalui alat berat bertenaga atau manual, dan dapat dinaiki di dalam kabin pengemudi, atau hanya dibantu oleh tenaga saat didorong. Timbangan semacam itu juga dapat dikendalikan oleh intervensi manusia, atau dapat sepenuhnya otomatis, mengikuti jejak yang telah

ditentukan di lantai produksi, trek yang cekung atau dibangkitkan, atau strip berwarna yang ditata dan dirasakan oleh sensor optik. Truk industri otomatis seperti itu juga memiliki teknologi anti-tabrakan yang dirasakan ketika seorang karyawan atau hambatan lain sudah dekat. Truk khusus penumpukan digunakan untuk menumpuk barang, sementara truk non-susun hanya digunakan untuk transportasi, dan bukan untuk pemuatan produk. Tipe industrial truck antara lain: *Automated Guided Vehicles (AGVs), Hand, Platform and Pallet Trucks Order Pickers, Pallet Jacks, Side-Loaders, dan Walking Stackers.*

d. *Storage and Handling Equipment* (Penyimpanan dan Peralatan Penanganan)

Peralatan yang digunakan untuk penyimpanan biasanya hanya mencakup barang-barang yang tidak otomatis. Peralatan penyimpanan adalah peralatan yang digunakan untuk menyimpan produk dan bahan ketika mereka tidak digunakan, atau ketika mereka menunggu untuk masuk atau meninggalkan proses produksi. Periode-periode ini bisa jangka



panjang, atau jangka pendek untuk memungkinkan penumpukan stok atau barang jadi yang sesuai.



Gambar 51. *Pallet Racks*

Peralatan penyimpanan digunakan untuk menyimpan bahan sementara mereka menunggu untuk diangkut dari pabrikan atau grosir ke tujuan akhir mereka. Memiliki peralatan penyimpanan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi di lantai produksi dan memaksimalkan pemanfaatan ruang. Barang yang




sebagian besar dapat digambarkan sebagai penyimpanan dan peralatan penanganan mengacu pada palet, atau rak. Bahan disimpan dengan cara yang rapi dan nyaman untuk menunggu transportasi, atau masuknya mereka ke dalam proses produksi jika perlu. Memiliki peralatan penyimpanan yang sesuai akan menambah efisiensi produksi perusahaan apa pun. Efisiensi sistem produksi apa pun dimaksimalkan oleh kemudahan di mana setiap tahap dari keseluruhan sistem beroperasi. Setiap bagian yang tidak efisien menciptakan kemacetan yang akan berpengaruh pada semua bagian lain dari sistem lebih jauh di jalur produksi. Jenis *Storage and Handling Equipment* diantaranya: *Drive-through or Drive-in Racks*, *Pallet Racks*, *Push-Back Racks*, *Shelving*, dan *Sliding Racks*.

Tipe-tipe material handling di atas merupakan bagian dalam proses produksi yang mengedepankan higienis, keamanan, kerapian, keteraturan, dan kenyamanan pekerjaan. SMK sebagai miniatur dunia industri perlu mempertimbangkan aspek material handling di dalam bengkel atau laboratorium. *Material handling* tersebut menjadi alat bantu mekanis atau otomatis yang memberikan kemudahan terutama pada saat melakukan bongkar dan muat barang. Beberapa kebutuhan yang perlu dipersiapkan sekolah kejuruan sebagai wujud



mempersiapkan penanganan produksi *teaching factory* berbasis produksi massal maka perlu melengkapi peralatan sesuai gambar-gambar berikut ini:


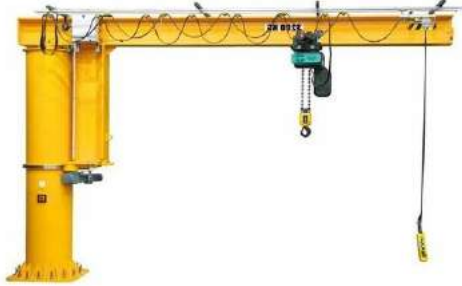


Tabel 4. *Material Handling* yang dapat diterapkan di sekolah kejuruan

No	Material Handling	Fungsi	Gambar
1.	Pallet	Menahan beban logistik yang beratnya bervariasi	
2.	<i>Overhead Crane</i>	Memindah barang pada lingkungan yang tidak terlalu luas (dalam ruangan)	
3.	<i>Automated Robotic Palletizing</i>	Memindah barang dengan sistem kerja robot yang terprogram	






No	Material Handling	Fungsi	Gambar
4.	<i>Lift Table</i>	Mengangkat beban dalam ketinggian tertentu dengan model meja	
5.	<i>Dock Laveler</i>	Mengangkat dan menurunkan untuk akomodasi berbagai ketinggian lantai Trailer	
6.	<i>Conveyor</i>	Untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan	
7.	<i>Hoist</i>	Mengangkat sebuah beban menggunakan tali atau kawat	



No	Material Handling	Fungsi	Gambar
8.	Manipulator	Memindahkan dan mengangkat benda kerja	
9.	<i>Jib Crane</i>	Memindahkan beberapa barang yang relatif berat	
10.	<i>Hand Truck</i>	Memindahkan barang dengan muatan yang kecil	
11.	<i>Floor Hand Truck</i>	Memindahkan barang dengan kapasitas kecil dan ringan	



No	Material Handling	Fungsi	Gambar
12.	<i>Pallet Jack</i>	Memindahkan barang, menaikkan barang dan juga menurunkan barang bawaan dengan ketinggian bervariasi	
13.	<i>Powered Walkie Stacker</i>	Alat transportasi dan pengangkat barang-barang khususnya untuk barang-barang berat	
14.	Forklift	Alat transportasi dan pengangkat barang-barang khususnya untuk barang-barang berat	



C. Bengkel yang Modern

Babak baru menuju SMK yang modern menjadi tantangan yang kuat pengelola dan pemangku kebijakan dalam menghadapi derasnya teknologi dan informasi dalam perspektif global. Tantangan demi tantangan seperti masuknya pembelajaran Abad 21 yang menekankan 4C's, revitalisasi yang berujung pada peningkatan kualitas SDM yang disuplai dari pendidikan kejuruan, tantangan menghadapi MEA, APEC, dan organisasi internasional lainnya, sampai munculnya gerakan revolusi industri 4.0. Dinamika perkembangan teknologi secara global seharusnya tidak menjadi hambatan bagi pendidikan kejuruan untuk selalu sejajar dengan derasnya teknologi. Perubahan *trend* tersebut bukan semata-mata untuk mengganti kebijakan lama dengan baru tetapi memberikan respon terhadap kebutuhan dunia kerja (dunia usaha dan industri) yang selalu senantiasa mengupdate teknologi dan sarana serta prasarana dalam pembelajaran di SMK. Bengkel dan laboratorium sebagai tempat berkarya peserta didik SMK seharusnya diperhatikan untuk dimodernisasi untuk kebutuhan kompetensi dan kesiapan kerja menghadapi tantangan perubahan jaman.

1. Pembelajaran Berorientasi Abad 21

Karakteristik abad 21 ditandai dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi serta dominasi penggunaannya dalam segala segi kehidupan. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi telah menghilangkan jurang pembatas geografis dan waktu, sehingga dunia terhubung menjadi tanpa batas dalam satu genggam. Teknologi memberikan berbagai kemudahan dalam memperoleh, mencari, menyebarluaskan informasi, maupun melakukan transaksi digital lainnya sehingga beragam aktivitas tersebut dapat dilakukan hanya dalam hitungan detik. Memfaatkan teknologi informasi dan komunikasi, peristiwa di belahan dunia yang

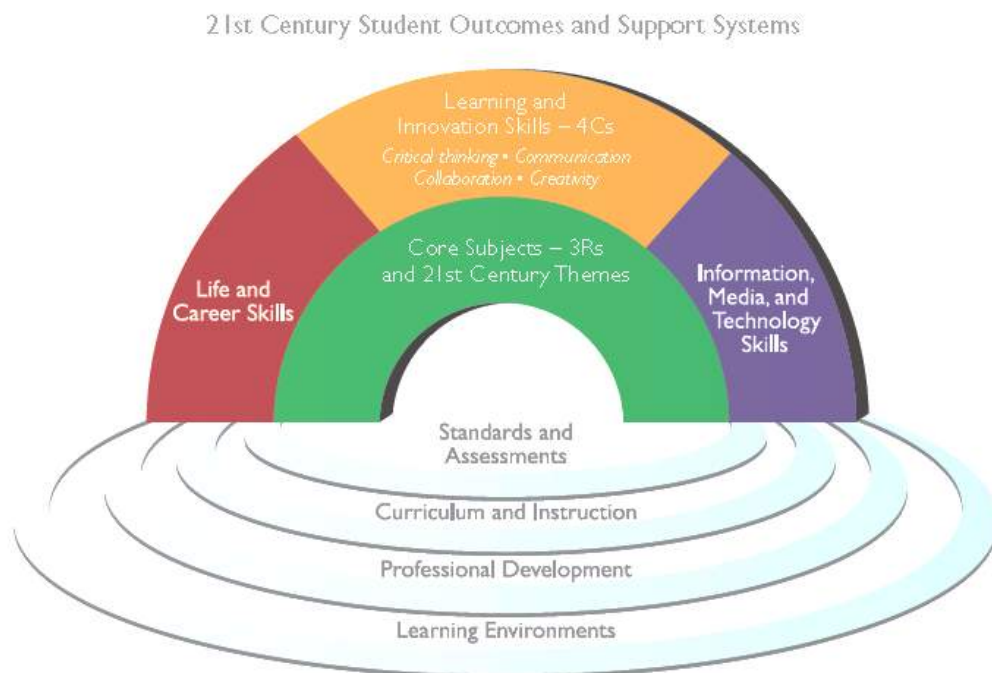
lain dapat diketahui dan dilihat dari tempat lain secara langsung dan pada waktu bersamaan.

Pesatnya perkembangan dan pemanfaatan teknologi tersebut menjadi tak terelakkan, sehingga menciptakan pergeseran terhadap tuntutan kualifikasi dan kompetensi tenaga kerja. Akibatnya, pendidikan sebagai sarana menyiapkan dan membekali para peserta didik dalam bersaing di era global harus mengarahkan orientasinya pada pembelajaran abad 21 yang sarat dengan ilmu, wawasan dan keterampilan teknologi informasi dan komunikasi.

Pengembangan kerangka kerja komprehensif untuk pembelajaran Abad 21 membutuhkan tindakan lebih dari sekedar mengidentifikasi keterampilan khusus, pengetahuan konten, keahlian, dan literatur. Sistem pendukung yang inovatif harus diciptakan untuk membantu peserta didik menguasai kemampuan multi-dimensi yang diperlukan. Gambar 23 menunjukkan kerangka kerja komprehensif pembelajaran Abad 21 yang meliputi sistem pendukung dan *outcome* yang seharusnya dimiliki peserta didik. Ada lima sistem pendukung penting yang diidentifikasi untuk memastikan penguasaan keterampilan peserta didik di Abad 21 (www.P21.org), yaitu:

- a. Standar Abad 21
- b. Penilaian Keterampilan Abad ke-21
- c. Kurikulum dan Pembelajaran Abad 21
- d. Pengembangan Profesional Abad 21
- e. Lingkungan Pembelajaran Abad 21





Gambar 52. Kerangka Kerja Komprehensif Pembelajaran Abad 21

Pembelajaran yang dikembangkan di atas fondasi ini, yakni dengan menggabungkan keseluruhan kerangka dengan sistem pendukung yang diperlukan standar, penilaian, kurikulum dan pembelajaran, pengembangan profesional dan lingkungan belajar akan membuat peserta didik lebih terlibat dalam proses pembelajaran dan lulusan lebih siap untuk berkembang di era global. Kerangka pembelajaran diatas, ruang lingkup dan materi pokok pada pembelajaran abad 21 merupakan bagian penting untuk menjamin peserta didik mencapai *outcome* yang meliputi 3 kategori besar keterampilan. Ketiga keterampilan abad 21 tersebut adalah: (1) *life and career skills*, (2) *learning and innovation skills*, dan (3) *information, media, and technology skills*.

a. *Life and Career Skills*

Keterampilan berpikir dan penguasaan terhadap konten pengetahuan belumlah memadai untuk digunakan sebagai bekal dalam lingkungan hidup dan lingkungan kerja pada abad



21. Keahlian yang jauh lebih banyak diperlukan. Kemampuan untuk menavigasi kehidupan yang kompleks dan lingkungan kerja di era informasi dan persaingan global, menuntut peserta didik harus memberi perhatian serius untuk mengembangkan kecakapan hidup dan karir yang memadai. Kecakapan hidup dan karir tersebut meliputi: 1) fleksibilitas dan adaptasi; 2) inisiatif dan pengarahan diri; 3) keterampilan sosial dan lintas budaya; 4) produktivitas dan akuntabilitas; dan 5) kepemimpinan dan tanggung jawab (<http://www.p21.org/about-us/p21-framework/266-life-and-career-skills>). Bengkel dan laboratorium SMK yang didesain mampu memberikan fasilitas bagi peserta didik untuk mempersiapkan diri menghadapi tantangan dunia kerja ke depan. Peralatan dan perlengkapan diri mencerminkan kondisi di lapangan kerja.

1) Fleksibilitas dan Adaptasi

Fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi merupakan keterampilan penting untuk belajar, bekerja, dan bersosialisasi pada abad ke-21. Laju perubahan teknologi menuntut kemampuan beradaptasi yang cepat terhadap cara-cara baru dalam berkomunikasi, belajar, bekerja, dan bertahan hidup. Kemampuan beradaptasi terhadap perubahan muncul dalam manifestasi adaptasi dengan beragam peran, tanggung jawab pekerjaan, jadwal dan konteks. Seseorang yang memiliki kemampuan beradaptasi dengan baik akan bekerja secara efektif meskipun dalam iklim ambiguitas, serta mampu mengatur prioritas.

Ciri-ciri kemampuan fleksibilitas dapat dilihat dari indikator kemampuan menggabungkan umpan balik secara efektif, menangani pujian, kemunduran maupun kritik secara positif. Fleksibilitas juga ditunjukkan dengan kemampuan memahami, bernegosiasi dan menyeimbangkan



beragam pandangan dan keyakinan untuk mencapai solusi yang bisa diterapkan, terutama di lingkungan multi-budaya.



Gambar 53. Pengenalan Diri dan Proses Adaptasi dalam Belajar tentang Teknologi

2) Inisiatif dan Pengarahan Diri

Kemampuan berinisiatif dan mengarahkan diri sendiri ditandai dengan kemampuan mengelola sasaran dan waktu, bekerja secara mandiri, dan menjadi pembelajar mandiri. Sikap yang harus dilakukan untuk mengelola sasaran dan waktu secara tepat adalah:

- a) Menentukan tujuan dengan kriteria keberhasilan baik yang nyata maupun yang tidak terlihat
- b) Menyeimbangkan tujuan taktis (jangka pendek) dan strategis (jangka panjang)
- c) Memanfaatkan waktu dan mengatur beban kerja secara efisien





Gambar 54. Beradaptasi dan Mengenali Lingkungan Kerja tanpa diawasi

Kecakapan bekerja secara mandiri dilakukan dengan cara memantau, menentukan, memprioritaskan dan menyelesaikan tugas tanpa pengawasan langsung. Kecakapan ini dapat membentuk karakteristik sebagai pembelajar mandiri, yang menunjukkan komitmen untuk belajar sebagai proses seumur hidup. Seorang pembelajar mandiri memanfaatkan pengalaman masa lalu sebagai umpan balik guna mencapai kemajuan di masa depan. Pembelajar mandiri memiliki penguasaan keterampilan dan/atau kurikulum dasar yang lebih baik sehingga mampu mengeksplorasi dan memperluas pembelajaran dan peluang seseorang mencapai keahlian. Kecakapan mendemonstrasikan ide dan inisiatif untuk meningkatkan keterampilan ke tingkat professional merupakan karakteristik lain yang dapat dijumpai pada seorang pembelajar mandiri.

3) Keterampilan sosial dan lintas budaya

Ada dua ciri menonjol dalam keterampilan sosial dan lintas budaya, yakni kemampuan berinteraksi secara efektif dengan



orang lain, dan bekerja efektif dalam tim yang beragam. Berinteraksi secara efektif dengan orang lain dapat dibentuk dengan selalu mengetahui kapan waktu yang tepat untuk mendengarkan dan kapan harus berbicara. Efektivitas berinteraksi dengan orang lain juga akan terwujud jika dilakukan sendiri dengan cara yang terhormat dan profesional. Pembentukan kecakapan bekerja efektif dalam tim yang beragam, hal-hal yang harus ditanamkan kepada peserta didik adalah:

- a) menghormati perbedaan budaya dan bekerja secara efektif dengan orang-orang dari berbagai latar belakang sosial dan budaya
- b) menanggapi ide dan nilai yang berbeda dengan pikiran terbuka
- c) memanfaatkan perbedaan sosial dan budaya untuk menciptakan ide-ide baru dan meningkatkan inovasi dan kualitas kerja

4) **Produktivitas dan akuntabilitas**

Produktivitas dan akuntabilitas juga menjadi ciri pokok dalam kecakapan hidup dan karir. Produktivitas dan akuntabilitas dapat dibentuk melalui 2 aspek, yaitu kecakapan dalam mengelola proyek, dan memperhatikan output yang akan dihasilkan. Dalam mengelola proyek, karakteristik yang harus ditanamkan kepada peserta didik adalah:

- a) menetapkan dan mencapai tujuan, bahkan dalam menghadapi rintangan dan persaingan tekanan
- b) memprioritaskan, merencanakan, dan mengelola pekerjaan untuk mencapai hasil yang diinginkan



Peserta didik perlu ditanamkan pemahaman, bahwa ada nilai plus produktivitas, yaitu mampu menunjukkan atribut tambahan yang terkait dengan memproduksi produk berkualitas tinggi, termasuk kemampuan untuk:

- a) bekerja secara positif dan etis
- b) mengelola waktu dan proyek secara efektif
- c) multi tugas
- d) berpartisipasi aktif, serta dapat diandalkan dan tepat waktu
- e) hadir secara profesional dan dengan etiket yang tepat
- f) berkolaborasi dan bekerja sama secara efektif dengan tim
- g) menghormati dan menghargai keragaman tim
- h) bertanggung jawab terhadap hasil

5) Kepemimpinan dan tanggung jawab

Kecakapan kepemimpinan dan tanggungjawab pada peserta didik akan terlihat pada kemampuannya dalam memandu dan memimpin orang lain, serta bertanggung jawab untuk kepentingan komunitas yang lebih besar. Kemampuan ini dapat dibentuk melalui kebiasaan- kebiasaan sebagai berikut:

- a) menggunakan keterampilan interpersonal dan pemecahan masalah untuk mempengaruhi dan membimbing orang lain menuju tujuan
- b) memanfaatkan kekuatan orang lain untuk mencapai tujuan bersama
- c) menginspirasi orang lain untuk mencapai yang terbaik melalui teladan dan tanpa pamrih
- d) menunjukkan integritas dan perilaku etis dalam menggunakan pengaruh dan kekuasaan.



b. Learning and Innovation Skills

Keterampilan pembelajaran dan inovasi dianggap sebagai karakteristik yang membedakan peserta didik yang siap dan yang belum siap dalam menjalani kehidupan dan lingkungan kerja yang semakin kompleks di dunia saat ini. Keterampilan ini meliputi kreativitas dan inovasi, berpikir kritis dan pemecahan masalah, serta komunikasi dan kolaborasi.

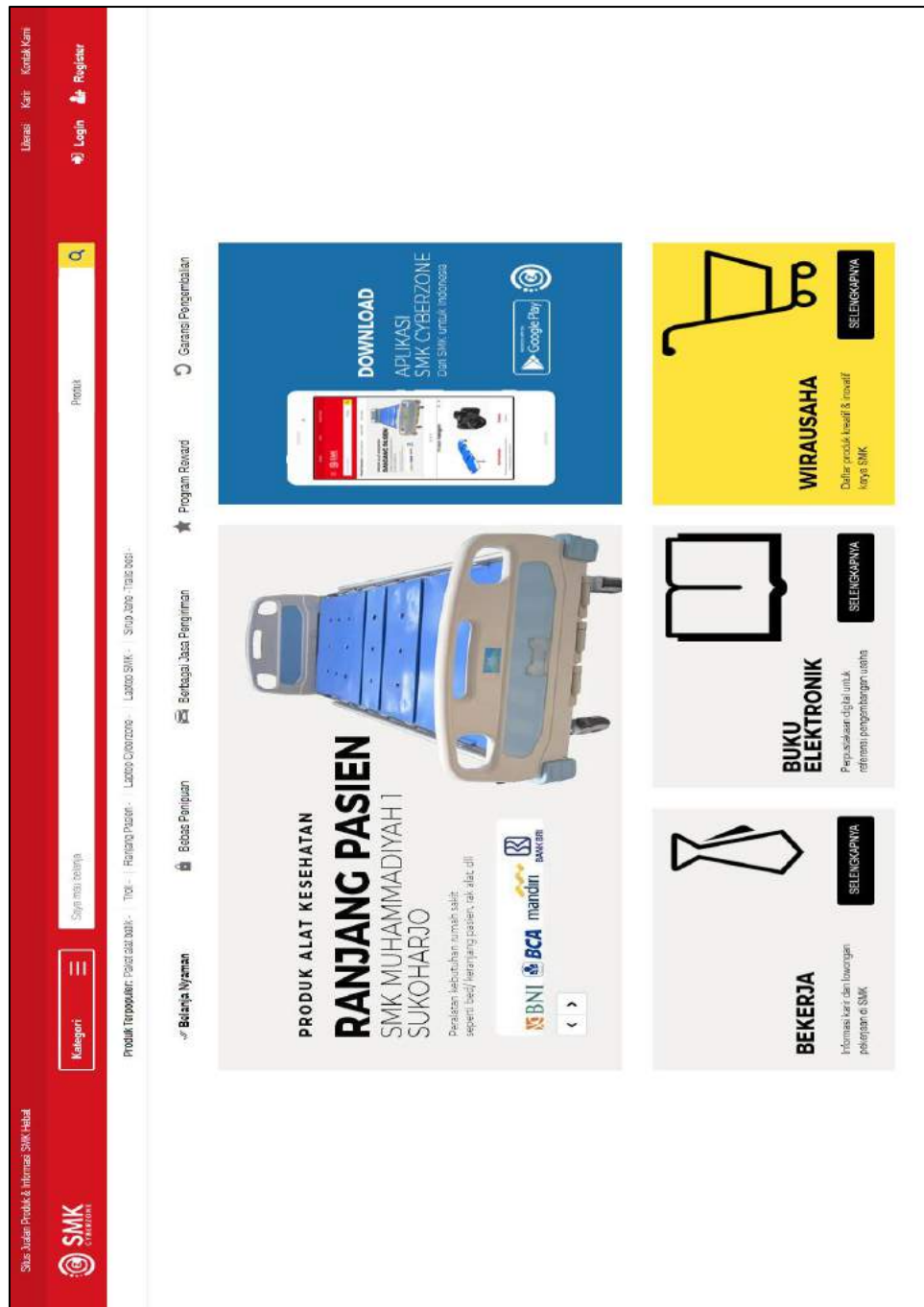


Gambar 55. Inovasi Produk SMK berbasis IoT (Menghidupkan Motor dengan Wifi)

c. Information, media, and technology skills

Teknologi dan media telah mendominasi segala aspek kehidupan, ditandai dengan akses informasi yang berlimpah, perkembangan perangkat teknologi yang pesat, serta kemampuan untuk berkolaborasi dan membuat individu berkontribusi dalam skala yang belum pernah terjadi sebelumnya. Era milenial ini, peserta didik harus dipersiapkan sehingga dapat menunjukkan berbagai keterampilan berpikir fungsional dan kritis, yang meliputi literasi informasi, literasi media, dan literasi informasi, komunikasi dan teknologi.





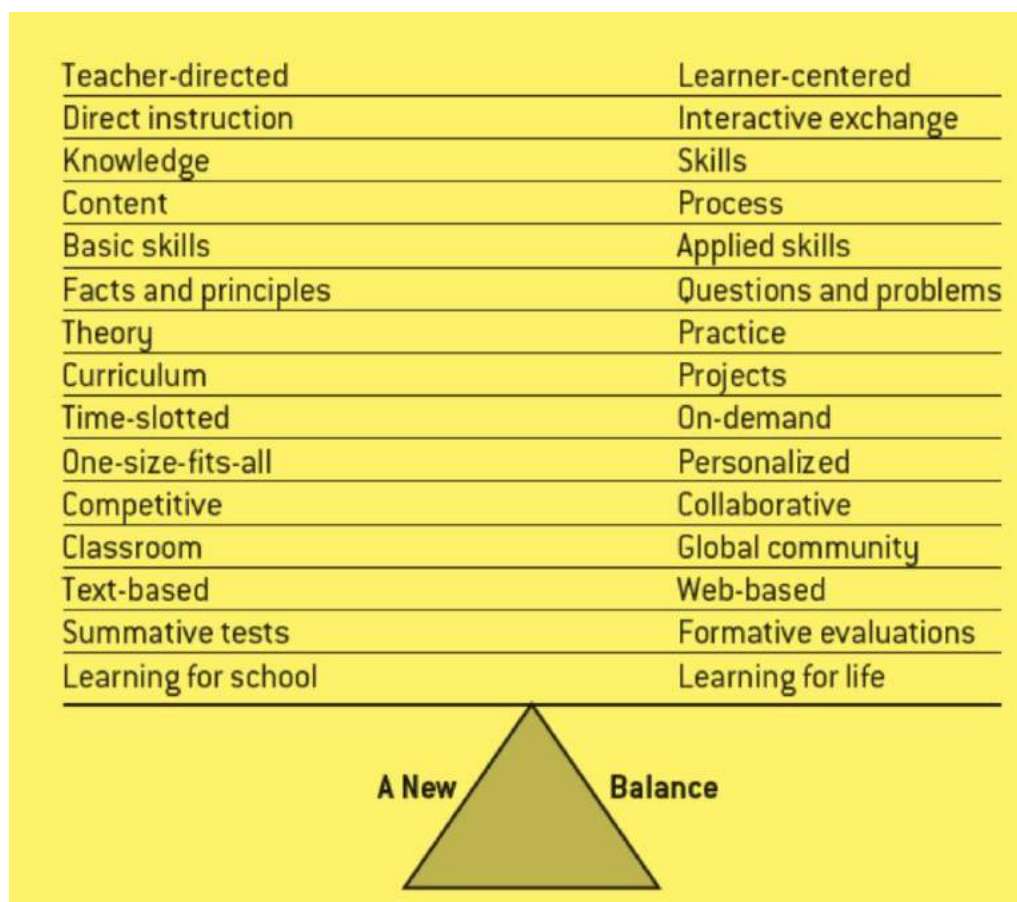
Gambar 56. E-commerce Produk Teaching Factory SMK (cyberzone.xy)

Berdasarkan penjelasan-penjelasan di atas, ketiga konsep pendidikan Abad 21 sejatinya telah diadaptasi oleh Kementerian



Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia untuk mengembangkan kurikulum Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Ketiga konsep tersebut adalah *21st Century Skills* (Trilling dan Fadel, 2009), *scientific approach* (Dyer, et al., 2009) dan *authentic learning dan authentic assesment* (Wiggins dan McTighe, 2011); Ormiston, 2011; Aitken dan Pungur, 1996; Costa dan Kallick, 1992; Anderson dan Karthwohl (2001/2010)).

Aspek-aspek dalam pembelajaran abad 21, baik yang mencakup kurikulum, karakteristik pembelajaran, proses, evaluasi dan *outcome*, telah bergeser ke arah keseimbangan baru seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 57. Keseimbangan Baru Pembelajaran Abad 21



Pembelajaran di SMK harus direvitalisasi sehingga selaras dengan pembelajaran abad 21 dan berhasil menyiapkan tenaga kerja yang berkualitas. Upaya revitalisasi tersebut dapat dilakukan dengan mengimplementasikan beberapa model pembelajaran. Model pembelajaran berdasar konstruktivisme, pembelajaran kontekstual (*Contextual Teaching and Learning*), dan pembelajaran berbantuan media komputer merupakan model pembelajaran yang layak diterapkan dalam rangka revitalisasi tersebut. Lulusan pendidikan teknologi kejuruan/vokasi yang profesional siap menghadapi tantangan global abad 21. Sekilas tentang model-model pembelajaran yang dapat diterapkan pada pembelajaran praktikum di SMK.

a. Model Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) secara signifikan telah menyebabkan pergeseran dalam pembelajaran sehingga memunculkan inovasi-inovasi dalam model pembelajaran. Perkembangan TIK menyebabkan lima pergeseran dalam pembelajaran yaitu:

- 1) dari pelatihan ke penampilan,
- 2) dari ruang kelas ke di mana dan kapan saja,
- 3) dari kertas ke online atau saluran,
- 4) fasilitas fisik ke jaringan kerja,
- 5) dari waktu siklus ke waktu nyata.

Penemuan berbagai jenis teknologi yang dapat digunakan menjadi fasilitas pendidikan seperti komputer, CD-ROM dan LAN, internet telah mendorong pemanfaatannya dalam inovasi model pembelajaran. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan komputer dibagi menjadi 2 yaitu *Computer Based Instruction* dan *Computer Assisted Instruction*. *Computer Based Instruction* (CBI) merupakan pembelajaran yang berbasis pada komputer, baik sebagian maupun keseluruhan. Sedangkan *Computer Assisted Instruction* adalah pembelajaran



yang memanfaatkan komputer sebagai alat bantu, misalnya untuk presentasi, alat peraga dan sebagainya.

Perkembangan teknologi jaringan komputer juga mempengaruhi munculnya inovasi model pembelajaran. Beberapa sistem pembelajaran melalui internet banyak bermunculan, beberapa dikenal dengan nama: *e-learning*, *online learning*, *virtual learning*, *virtual campus*, *school-net*, *web-based learning*, *resource based learning*, *distance learning* (Heinich, dkk.,2002). Pembelajaran melalui internet juga sering disebut sebagai *Resource-Based Learning*, karena pembelajaran ini memanfaatkan sumber dan teknik belajar yang lebih banyak dan beragam dengan menggunakan jaringan internet.

Beragam fasilitas yang ditawarkan dari perkembangan TIK tersebut, baik yang *online* maupun *offline*, dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran praktikum di SMK dengan mempertimbangkan kesesuaian dengan karakteristik materi pembelajaran.

b. Model Pembelajaran Kontekstual

Pembelajaran kontekstual (*Contextual Teaching and Learning - CTL*) ditengarai sebagai suatu pembelajaran yang berusaha mengaitkan isi pembelajaran dengan situasi dunia nyata dan memotivasi peserta didik sehingga menemukan hubungan antara pengetahuan dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Dalam model pembelajaran CTL, para peserta didik dapat menemukan hubungan bermakna antara ide-ide abstrak dengan aplikasi praktis dalam konteks dunia nyata. Pemahaman terhadap konsep diinternalisasi melalui menemukan, memperkuat, serta menghubungkan. Sebagai contoh, kelas matematika yang mempelajari tentang bangun ruang, peserta didik dapat menghitung tinggi suatu bangunan dalam dunia nyata jika dihadapkan pada permasalahan tersebut.



Model pembelajaran CTL akan lebih bermakna dan menyenangkan bagi peserta didik, karena peserta didik akan lebih mudah memahami materi pelajaran dengan gambaran yang lebih kongkrit, pembelajaran yang lebih dekat dengan kehidupannya. CTL bukan hanya mengharapkan peserta didik dapat memahami materi yang dipelajari, akan tetapi bagaimana materi pelajaran itu dapat mewarnai perilakunya dalam kehidupan sehari-hari. Dalam model pembelajaran kontekstual terdapat tujuh aspek penting yang harus diperhatikan yaitu: (1) penemuan, (2) bertanya, (3) konstruktif, (4) masyarakat belajar, (5) penilaian autentik, (6) refleksi, (7) pemodelan (*The Washington State Consortium fo Contextuel Teaching and Learning*).

c. Model Pembelajaran *Discovery Learning*

Discovery Learning diperkenalkan oleh Jerome Bruner, dan merupakan metode Instruksi Berbasis Inkuiri. Teori populer ini mendorong para pembelajar untuk membangun pengalaman dan pengetahuan di masa lalu, menggunakan intuisi, imajinasi dan kreativitas mereka, dan mencari informasi baru untuk menemukan fakta, korelasi dan kebenaran baru. Belajar tidak sama dengan menyerap apapun yang dikatakan atau dibaca, tetapi secara aktif mencari jawaban dan solusi (<https://elearningindustry.com/discovery-learning-model>).

Pembelajaran dengan model *Discovery Learning* harus dirancang dengan baik, eksperimental dan interaktif. Guru harus menggunakan cerita, permainan, alat bantu visual, dan teknik menarik perhatian lainnya yang akan membangun rasa ingin tahu dan minat, dan mengarahkan peserta didik dalam cara berpikir, bertindak, dan merefleksikan hal yang baru.

Teknik yang digunakan dalam *Discovery Learning* dapat bervariasi, tetapi tujuannya selalu sama, yaitu peserta didik berhasil mencapai hasil akhir mereka sendiri. Dengan



mengeksplorasi dan memanipulasi situasi, berjuang mencari jawaban pertanyaan dan kontroversi, atau dengan melakukan eksperimen, peserta didik lebih cenderung mengingat konsep dan pengetahuan yang baru diperoleh. *Discovery Learning* Model mengintegrasikan 5 prinsip berikut:

- **Prinsip 1: Pemecahan Masalah.**

Guru harus membimbing dan memotivasi peserta didik untuk mencari solusi dengan menggabungkan informasi yang ada dan yang baru diperoleh dan menyederhanakan pengetahuan.

- **Prinsip 2: Manajemen Pembelajar.**

Guru harus memberi kesempatan peserta didik untuk bekerja sendiri atau bersama orang lain, dan belajar dengan langkah mereka sendiri.

- **Prinsip 3: Mengintegrasikan dan Menghubungkan.**

Guru harus mengajarkan peserta didik cara menggabungkan pengetahuan sebelumnya dengan yang baru, dan mendorong mereka untuk terhubung ke dunia nyata.

- **Prinsip 4: Analisis dan Interpretasi Informasi.**

Model ini berorientasi pada proses dan tidak berorientasi pada isi, dan didasarkan pada asumsi bahwa belajar bukanlah kumpulan fakta belaka. Peserta didik belajar untuk menganalisis dan menafsirkan informasi yang diperoleh, dan tidak sekedar menghafal jawaban yang benar.

- **Prinsip 5: Kegagalan dan Umpan Balik.**

Model *discovery learning* tidak hanya fokus menemukan hasil akhir yang benar, tetapi juga pada temuan-temuan baru selama proses belajar, terlebih dalam menemukan solusi jika terjadi kegagalan. Guru dalam hal ini bertanggung jawab



untuk memberikan umpan balik kepada peserta didik, karena tanpa itu pembelajaran tidak lengkap.

d. Model Pembelajaran *Problem-Based Learning*

Problem-Based Learning (PBL) adalah metode pengajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai sarana untuk meningkatkan pembelajaran tentang konsep dan prinsip yang bertentangan. Selain dari sisi materi, PBL dapat meningkatkan pengembangan keterampilan berpikir kritis, kemampuan pemecahan masalah, dan keterampilan komunikasi. Model ini juga memberikan peluang peserta didik untuk bekerja dalam kelompok, menemukan dan mengevaluasi bahan penelitian, dan pembelajaran seumur hidup (Duch et al, 2001).

Area subjek pembelajaran apa pun dapat disesuaikan dengan PBL dengan sedikit kreativitas. Namun demikian, ada beberapa karakteristik permasalahan yang dapat diangkat untuk menciptakan PBL yang baik, antara lain (Duch, Groh, dan Allen, 2001):

- 1) Masalah harus memotivasi peserta didik untuk mencari pemahaman konsep yang lebih dalam.
- 2) Masalah harus menuntut peserta didik untuk membuat keputusan yang masuk akal dan untuk mempertahankannya.
- 3) Masalah harus memasukkan tujuan konten sedemikian rupa untuk menghubungkannya dengan kursus / pengetahuan sebelumnya.
- 4) Jika digunakan untuk proyek kelompok, masalah membutuhkan tingkat kerumitan untuk memastikan bahwa peserta didik harus bekerja sama untuk menyelesaikannya.
- 5) Jika digunakan untuk proyek multistage, langkah awal dari masalah harus terbuka dan menarik untuk menarik peserta didik ke dalam masalah.



Tujuan *Problem Based Learning* (PBL) adalah untuk membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir, keterampilan menyelesaikan masalah, dan keterampilan intelektualnya melalui berbagai situasi riil atau situasi yang disimulasikan, untuk membentuk peserta didik yang mandiri dan otonomi.

2. Pendekatan 4C's dalam Penataan Bengkel dan Laboratorium Kejuruan

Pendekatan 4C merupakan strategi pembelajaran paling populer di lingkungan pembelajaran abad 21 saat ini. Keempat C tersebut adalah Critical thinking, Creativity, Collaboration, dan Communication. Beberapa pengertian dari istilah-istilah tersebut dapat ditemukan berbeda-beda, namun inti makna kesemuanya merangkum ide yang sama, sebagai berikut. Berpikir kritis (Critical thinking) adalah semua hal yang berkaitan dengan memecahkan masalah. Kreativitas (Creativity) mengajarkan peserta didik untuk berpikir di luar dari kebiasaan. Kolaborasi (Collaboration) menunjukkan peserta didik bagaimana bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Komunikasi (Communication) memungkinkan peserta didik belajar cara terbaik menyampaikan ide-ide mereka. Gambar 3 menunjukkan kata kunci dari keempat keterampilan tersebut. Pada skala yang lebih besar, keterampilan 4C ini penting sebagai bekal bagi peserta didik modern agar dapat berhasil baik di sekolah maupun di tempat kerja.

Saat guru memutuskan untuk membawa 4C ke ruang kelas, maka guru tidak perlu "menambahkan" sesuatu. Cara terbaik untuk membantu peserta didik menguasai keterampilan 4C adalah mengubah bagaimana guru mengajar dan belajar di kelas.





Gambar 58. Keterampilan 4C Abad 21

a. Critical thinking

Berpikir kritis adalah kemampuan berpikir jernih dan rasional, memahami hubungan logis antar ide yang muncul. Berpikir kritis telah menjadi bahan perdebatan dan pemikiran sejak zaman filsuf Yunani awal seperti Plato dan Socrates dan terus menjadi subjek diskusi ke zaman modern, misalnya kemampuan untuk mengenali berita palsu. Kecakapan berpikir kritis mengacu pada kemampuan untuk menganalisis informasi secara obyektif dan membuat pertimbangan yang masuk akal.



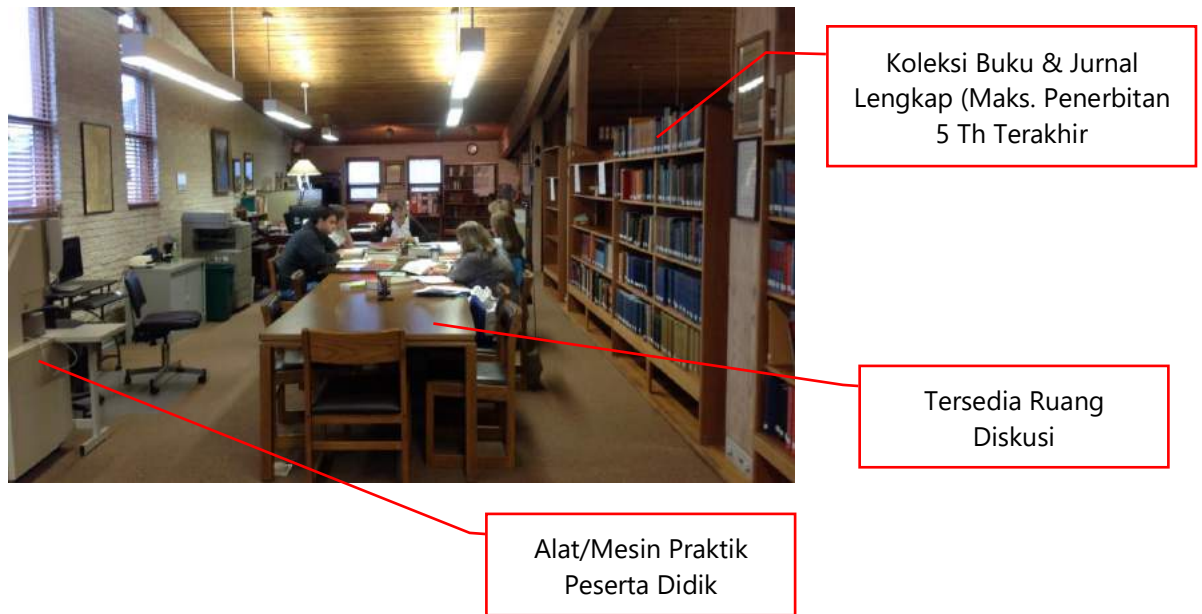
Berpikir kritis melibatkan evaluasi berbagai sumber seperti data, fakta, fenomena yang dapat diamati, dan temuan penelitian. Kemampuan berpikir kritis yang baik dapat menarik kesimpulan yang masuk akal dari sekumpulan informasi dan membedakan antara rincian berguna dan kurang bermanfaat untuk memecahkan masalah atau membuat keputusan. Keterampilan yang dibutuhkan untuk dapat berpikir kritis bervariasi, termasuk observasi, analisis, interpretasi, refleksi, evaluasi, penyimpulan, penjelasan, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan. Kemampuan yang diperlukan untuk membentuk kecakapan berpikir kritis adalah:

- 1) Memikirkan tentang suatu topik atau masalah dengan cara yang obyektif dan kritis.
- 2) Mengidentifikasi berbagai argumen yang ada terkait dengan masalah tertentu.
- 3) Mengevaluasi sudut pandang untuk menentukan seberapa kuat atau validnya.
- 4) Mengenali setiap kelemahan atau poin negatif yang ada dalam bukti atau argumen.
- 5) Memperhatikan implikasi apa yang mungkin ada di balik pernyataan atau argumen.
- 6) Memberikan alasan dan dukungan terstruktur untuk argumen yang ingin kita buat.

Berpikir kritis merupakan tantangan bagi guru bagaimana memberikan pembelajaran dapat mendorong peserta didik mengasah secara tajam analisa penyelesaian masalah. Jika berhubungan dengan bengkel/laboratorium SMK, berpikir kritis dapat dikaitkan bagaimana memberikan pelatihan yang mampu memberikan kebebasan rasional bagi peserta didik menyelesaikan masalah dengan sistematis dan obyektif. Berpikir kritis dapat diwujudkan dengan penyediaan perpustakaan di dalam bengkel/laboratorium yang dapat diakses secara bebas dan fleksibel dan ruang presentasi kelas



untuk *brainstorming* ide/pemikiran/gagasan peserta didik di depan forum, apabila dihubungkan dengan penataan bengkel dan laboratorium.



Gambar 59. Penerapan Ruang Berorientasi *Critical Thinking*

b. *Creativity*

Kreativitas adalah akar dari perkembangan, tanpa kreativitas tidak akan ada buku, tidak ada mobil, tidak ada terobosan medis dan tidak ada misi ruang angkasa. Kreativitas panggilan untuk rasa ingin tahu, pemikiran abstrak, inovasi dan empati. Kreativitas adalah interaksi antara kecerdasan, proses, dan lingkungan di mana seorang individu atau kelompok menghasilkan produk yang jelas, baru, dan bermanfaat dalam konteks sosial. Untuk membentuk kreativitas dibutuhkan ketekunan dan kerja sama tim serta spontanitas dan ekspresi diri. Kesemua hal tersebut adalah keterampilan penting dalam dunia komunikasi massa dan kelimpahan informasi dewasa ini. Sebagaimana Sir Kenneth Robinson, penasihat internasional untuk pendidikan dan seni berkata, "Kreativitas sama



pentingnya dalam pendidikan sebagai literasi dan kita harus memperlakukannya dengan status yang sama."

Pacific Lutheran memberikan budaya belajar yang menghargai dan mempromosikan perilaku kreatif. "Salah satu prediktor terbesar untuk mendukung kapasitas kreatif seseorang adalah keterbukaan mereka terhadap pengalaman. Kami memastikan budaya kelas menghargai perbedaan dan pengambilan risiko, agar dapat membantu peserta didik mengatasi keengganan mereka untuk mencoba hal-hal baru, terutama hal-hal yang pada mulanya mereka mungkin tidak unggul. Kami menjelaskan bahwa kreativitas adalah atribut yang positif dan berharga dari setiap peserta didik."

Peserta didik membutuhkan kesempatan menggunakan tangan dan pikiran mereka untuk mencipta. Hal ini dapat berarti perlunya memikirkan kembali model kelas untuk meningkatkan kreativitas. Salah satunya adalah dengan membiarkan peserta didik menunjukkan keterampilan dan konsep yang telah mereka pelajari dalam cara-cara eksploratif dan petualangan. Bebaskan kreativitas peserta didik, biarkan mereka memiliki pembelajaran mereka sendiri. Ini artinya, penataan bengkel dan laboratorium SMK setidaknya mampu mengakomodasi kebutuhan peserta didik dalam berkarya sebebas-bebasnya agar kreatifitas peserta tergali tanpa ada batasannya. Desain bengkel dan laboratorium SMK yang mampu menjawab kebutuhan ini seperti pemberian ruang terbuka diskusi yang dapat diakses dan dimonitoring dalam segala arah, peralatan dan perlengkapan dengan multi fungsi, pekerjaan produksi berbasis kebutuhan pesanan, dan fungsi layanan bengkel dan laboratorium yang terbuka bagi peserta didik untuk melakukan riset atau penyelesaian tugas praktikum. Butuh peran pribadi dan lingkungan untuk mempengaruhi perkembangan kreativitas. Meski tidak ada resep atau teknik sederhana itu akan langsung mengarah pada



keaktivitas, pendidik dapat meningkatkan kreativitas siswa dengan dua cara besar, yaitu:

- 1) Membangun lingkungan belajar yang mendukung faktor pribadi utama (misalnya, pengembangan pengetahuan domain, kepercayaan diri kreatif, masuk akal, pengambilan risiko).
- 2) Membangun lingkungan yang mendukung kreativitas kondisi (misalnya, memungkinkan penggunaan fisik lingkungan yang fleksibel, memberikan peluang untuk eksplorasi, dan menggunakan praktik pembelajaran yang mendukung kreativitas).



Gambar 6o. Penerapan Ruang Berorientasi *Creative Thinking Skills*

c. *Collaboration*

Dalam definisi yang banyak digunakan, Roshelle dan Teasley (1995:70) menggambarkan kolaborasi sebagai, "terkoordinasi, sinkronisasi aktivitas yang merupakan hasil dari upaya yang



berkelanjutan untuk membangun dan mempertahankan konsepsi masalah bersama”. Demikian pula, Hesse, Care, Buder, Sassenberg, & Griffin dkk. (2015:38) mendefinisikan kolaborasi sebagai aktivitas bekerja bersama menuju kesamaan tujuan.

Pekerjaan dan kehidupan, kesuksesan sering bergantung pada penerapan pengetahuan yang efektif untuk memecahkan masalah dan menciptakan ide dan informasi baru didalamnya. Bekerja secara kolaboratif selama kerja proyek mempersiapkan para peserta didik untuk bermasyarakat modern dan bekerja, karena masalah-masalah komunal, sosial, dan tempat kerja yang paling kompleks diselesaikan oleh kelompok, bukan individu. Mengarahkan peserta didik bekerja sama untuk mencapai tujuan membantu mereka mengenali nilai kontribusi dan dukungan semua anggota tim serta mempersiapkan mereka untuk hidup di abad ke-21.

Bekerja dalam tim dengan masalah yang kompleks membutuhkan berbagai keterampilan dan keahlian. Ketika anggota tim mengidentifikasi dan mengeksplorasi kekuatan, kelemahan, dan keterampilan mereka sendiri, mereka mendapatkan pemahaman tentang bagaimana menggabungkan berbagai keterampilan beberapa individu berkontribusi terhadap kesuksesan yang lebih besar daripada yang dapat dicapai oleh satu orang saja. Tercapainya tujuan tim, peserta didik harus memanfaatkan kekuatan masing-masing anggota dan berbagai perspektif. Desain bengkel dan laboratorium SMK yang mampu mengakomodir kolaborasi antar peserta didik adalah menyediakan ruangan privasi diskusi bagi peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemukan dalam praktik, menyediakan fasilitas yang modern dan memadai, serta memberikan area ekspresi bagi peserta didik dalam melakukan diskusi kolaborasi untuk mengembangkan mind map masing-masing peserta didik.





Gambar 61. Penerapan Ruang Berorientasi *Collaborative*

d. *Communication*

Keahlian komunikasi yang efektif selalu sangat dihargai. Namun, dengan sifat literasi yang berubah, mampu berbagi pemikiran, pertanyaan, ide, dan solusi dengan cara yang dapat dipahami orang lain, adalah kecakapan-kecakapan yang dewasa ini menjadi penting bagi kehidupan abad ke-21.

Hubungan pelanggan sangat penting dan segera, komunikasi jauh lebih kompleks, membutuhkan negosiasi di banyak platform. Karyawan harus mampu memahami, mendengarkan, berempati dan berkomunikasi dalam berbagai bahasa dan melintasi beberapa benua. Peserta didik harus mampu menulis dengan jelas dan ringkas serta efektif menggunakan mode komunikasi baru seperti alat video dan multimedia.



Peserta didik harus diberi pendampingan dalam pekerjaan mereka agar menghargai konten dan pengiriman, disamping pentingnya tujuan akademis, adalah salah satu cara untuk mengatasi hal ini. Teknologi memudahkan untuk menghubungkan peserta didik ke dunia di sekitar mereka, menyediakan audiens otentik untuk komunikasi mereka. Web mempermudah peserta didik untuk terhubung ke audiens yang spesifik, memungkinkan peserta didik untuk berbagi ide atau solusi yang membuat perbedaan nyata dalam kehidupan sesungguhnya." Jika pendidik diharapkan untuk mengajar siswanya bagaimana untuk berkomunikasi secara efektif, maka pengelola bengkel dan laboratorium mulai memikirkan bagaimana memberikan ruang bagi peserta didik untuk berkomunikasi baik secara langsung maupun virtual berbasis smartphone atau video conference pembelajaran.

Komunikasi digital berbasis Smartphone

Fasilitas Vcon untuk Pembelajaran Virtual



Gambar 62. Penerapan Ruang Berorientasi *Communication*



3. Pembelajaran STEM dalam Bengkel dan Laboratorium

Abad 21 menghadirkan adanya tuntutan yang ketat terhadap tersedianya keterampilan yang menjamin keberhasilan di dunia global yang semakin kompleks, berteknologi maju, dan kompetitif. Keterampilan ini sebagian besar terkonsentrasi di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Pada abad ini, telah lewat masanya ketika pemahaman dasar matematika atau sains dianggap sudah cukup untuk sebagian besar lulusan sekolah menengah atau perguruan tinggi. Para siswa hari ini akan membutuhkan landasan yang kuat dalam mata pelajaran tersebut terlepas dari rencana mereka setelah sekolah menengah, dan landasan tersebut sangat penting bagi siswa untuk berhasil dalam mempelajari bidang sains komputer.

STEM merupakan singkatan dari sebuah pendekatan pembelajaran interdisiplin antara *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. STEM saat ini menjadi sebuah tren yang sedang digalakkan dalam dunia pendidikan. STEM dinilai sebagai suatu pendekatan yang paling baik untuk mengatasi permasalahan di dunia nyata dengan menuntun pola pikir siswa layaknya insinyur dan ilmuwan berpikir. Pendukung dalam hal ini menghasilkan identifikasi bahwa banyak tantangan pada hampir satu dekade yang lalu, - termasuk memberantas kemiskinan, mengurangi kelaparan dan kematian anak, dan memerangi penyakit seperti AIDS dan malaria-berhasil diatasi dengan menggunakan keterampilan STEM. Peran penting STEM dalam mengatasi semua masalah tersebut muncul dalam bentuk pengembangan sumber energi baru, terobosan medis, praktik pertanian yang lebih efektif, dan inovasi yang mendorong kemakmuran ekonomi.

National Science Foundation (NSF) telah merekomendasikan penggunaan STEM menjadi bagian dari kurikulum pendidikan sejak tahun 1996. Saat ini, kurikulum pendidikan STEM telah diterapkan oleh berbagai negara maju, seperti Amerika Serikat, Kanada, Australia, Turki, Qatar, dan masih banyak lagi. Menurut NSF, di masa depan, 80%



pekerjaan mengharuskan para pekerjanya menguasai keterampilan di bidang sains, teknologi, teknik dan matematika. Tak hanya itu, melalui pendidikan berbasis STEM, siswa akan memiliki pola pikir yang logis, sistematis, serta kritis. Juga mampu meningkatkan soft skill para siswa. Mulai dari pemecahan masalah (*problem solving*) dengan cara yang efektif dan efisien, kesabaran, kerja sama tim, dan berbagai keahlian mental. *National Research Council* (2011) menyatakan peran penting STEM dalam dominasi pekerjaan di masa depan secara lebih ketat lagi, yakni sebagai berikut.

“The primary driver of the future economy and concomitant creation of jobs will be innovation, largely derived from advances in science and engineering. . . . 4 percent of the nation’s workforce is composed of scientists and engineers; this group disproportionately creates jobs for the other 96 percent”.

Peningkatan banyaknya pekerjaan pada semua tingkatan tidak hanya untuk ilmuwan profesional yang membutuhkan pengetahuan tentang STEM. Keputusan-keputusan pada semua lingkup, baik individu maupun masyarakat, semakin membutuhkan beberapa pemahaman tentang STEM, dari memahami diagnosis medis hingga mengevaluasi klaim yang bersaing untuk mengelola kegiatan sehari-hari. Pembekalan keterampilan STEM diperlukan untuk menjadikan generasi muda saat ini siap menghadapi pekerjaan masa depan.

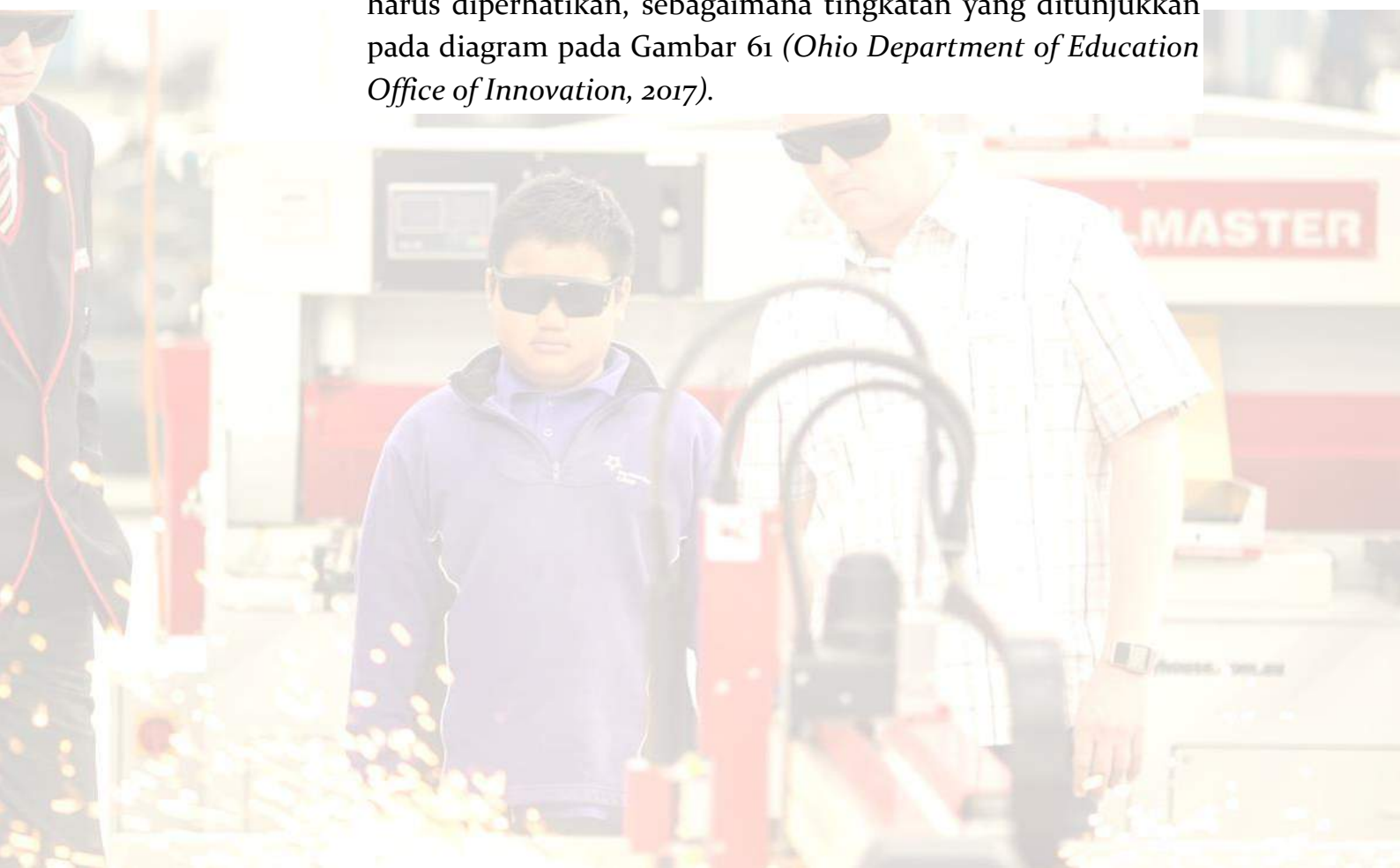
a. Rekomendasi pendidikan berbasis STEM

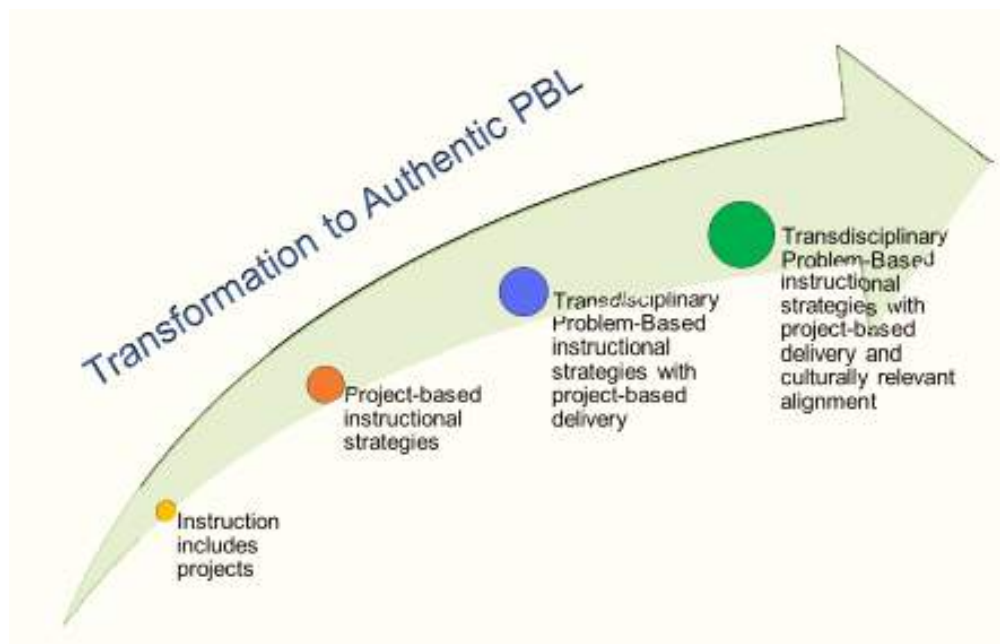
Pendidikan berbasis STEM bertujuan untuk mengintegrasikan mata pelajaran dan mengkorelasikannya dengan kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran melibatkan tujuh keahlian utama bagi siswa abad 21, yaitu, kolaborasi, kreatif, berfikir kritis, komputerisasi, pemahaman budaya, dan mandiri dalam belajar dan berkarir. Melalui STEM, siswa dituntun menjadi pemecah masalah, penemu, innovator, membangun kemandirian, berpikir logis, melek teknologi, dan mampu



menghubungkan pendidikan STEM dengan dunia kerja. Pendidikan STEM menerapkan pembelajaran inovatif berbasis pemecahan masalah yang sengaja menempatkan penyelidikan ilmiah dan penerapan matematika dalam konteks merancang teknologi sebagai bentuk pemecahan masalah. Penyelidikan ilmiah jarang terjadi dalam pendidikan teknologi dan kegiatan mendesain teknologi jarang terjadi di kelas sains. STEM mengintegrasikan keduanya agar dapat dimunculkan pada pembelajaran dalam satu kelas.

STEM menjadikan model pembelajaran yang mencakup kurikulum inovatif, terintegrasi dengan banyak kesempatan bagi siswa untuk terlibat dalam pembelajaran yang otentik, berbasis masalah dan desain pemikiran. Pembelajaran berbasis STEM harus memiliki kurikulum terintegrasi yang berbasis pada proyek (*Project-based*). Sekolah yang bercita-cita menerapkan STEM harus mempertimbangkan transformasi pembelajaran ke arah pembelajaran berbasis masalah yang otentik (*Authentic Problem Based Learning*) dan tingkat integrasi STEM. Baik kedalaman maupun keluasan integrasi harus diperhatikan, sebagaimana tingkatan yang ditunjukkan pada diagram pada Gambar 61 (*Ohio Department of Education Office of Innovation, 2017*).





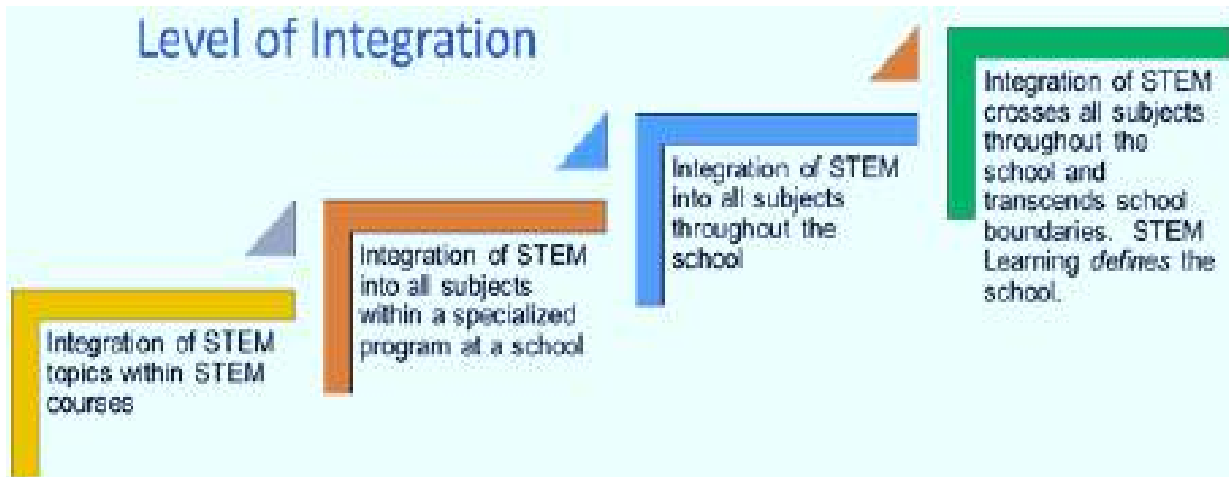
Gambar 63. Kedalaman dan Keluasan Integrasi STEM

Pada tingkat yang paling dalam, pembelajaran berbasis proyek melekat dengan pembelajaran berbasis masalah otentik yang transdisipliner, melampaui batas-batas dinding sekolah, dan mengatasi masalah yang relevan dengan komunitas global atau lokal dan siswa. Ketika diimplementasikan secara mendalam, pembelajaran berbasis masalah berfungsi untuk mendefinisikan model instruksional sekolah, sehingga instruksi-instruksi dalam pembelajaran dapat mencakup proyek yang ditentukan.

Keluasan integrasi juga penting diperhatikan oleh sekolah yang menginginkan penerapan STEM. Ada beberapa level STEM yang dapat dipertimbangkan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 35 (*Ohio Department of Education Office of Innovation, 2017*). Pada level yang paling tinggi, STEM secara menyeluruh diintegrasikan ke semua mata pelajaran di sekolah, melampaui batas-batas dinding sekolah, sehingga secara luas sekolah diidentikkan dengan STEM. Pada level di bawahnya STEM diintegrasikan ke semua mata pelajaran di

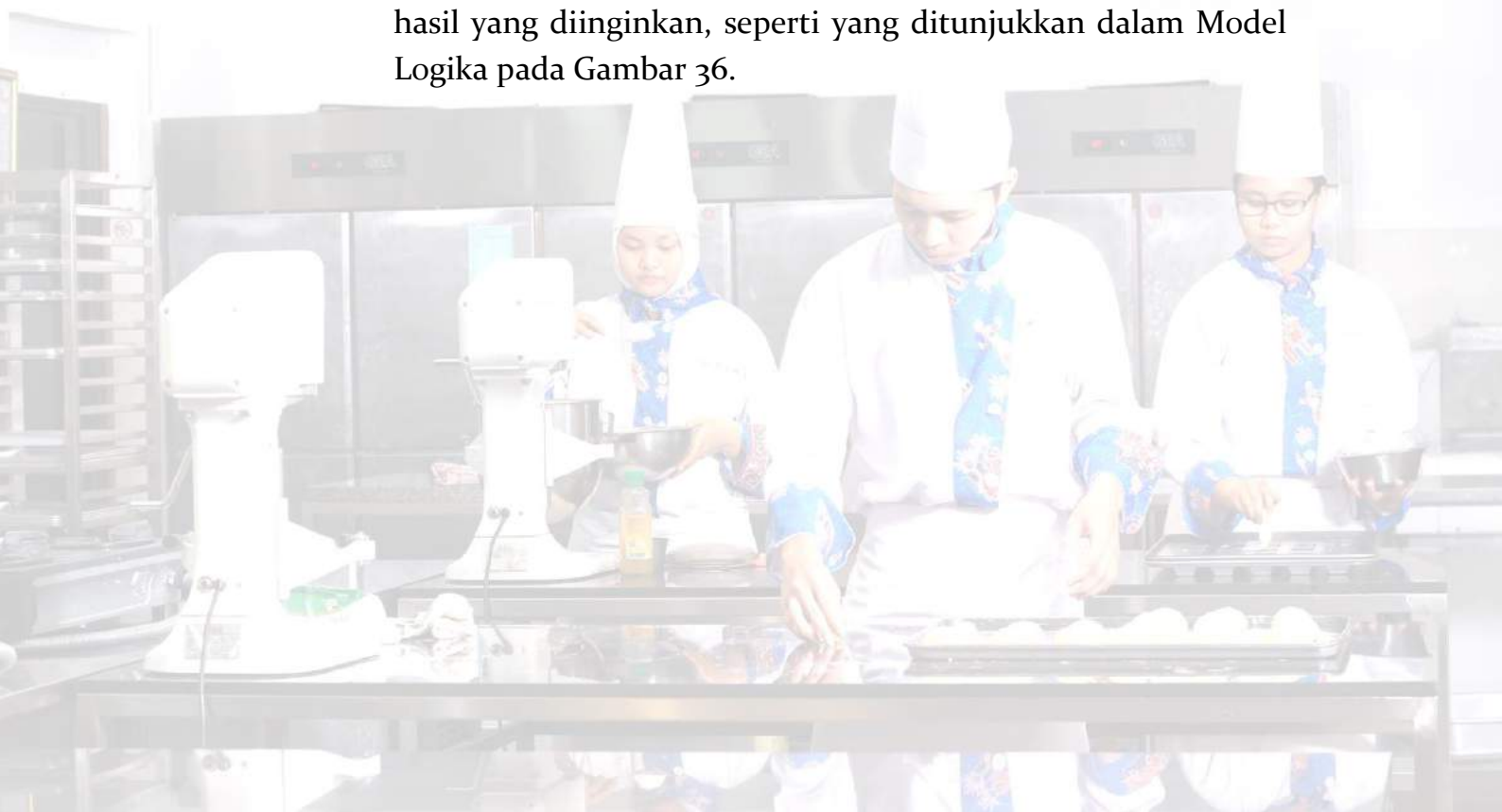


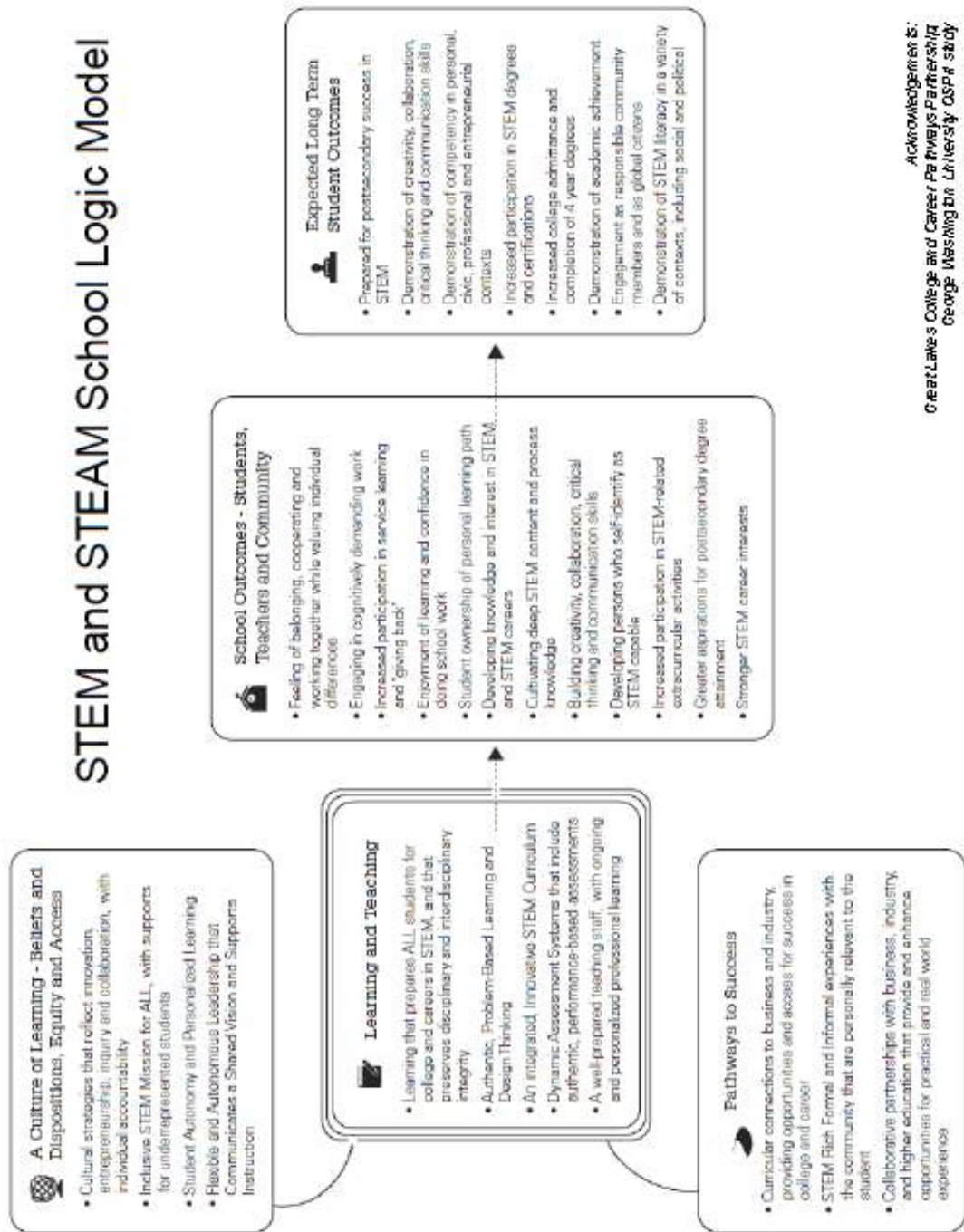
sekolah. Level lebih rendah lagi, integrasi STEM juga dilakukan ke semua mata pelajaran, tetapi melalui program khusus. Level yang paling bawah, STEM cukup diintegrasikan ke dalam beberapa topik pada mata pelajaran.



Gambar 64. Level integrasi STEM di sekolah

Rekomendasi untuk mempromosikan inovasi dan membantu sekolah dalam mewujudkan penerapan STEM yang berkualitas tinggi diusulkan oleh *The STEM Innovation Working Group* Universitas Ohio (Ohio Department of Education Office of Innovation. (2017). Kelompok tersebut mengidentifikasi dua belas kriteria penting agar memberikan hasil yang diinginkan, seperti yang ditunjukkan dalam Model Logika pada Gambar 36.





Acknowledgements:
GreatLakes College and Career Pathways Partnership
George Washington University, OSPI study

Gambar 65. STEM School Logic Model



Keduabelas kriteria tersebut dikelompokkan ke dalam tiga domain: budaya dan keyakinan sekolah, pembelajaran dan pengajaran, serta jalan kesuksesan karier. Elaborasi dari setiap kriteria dirancang agar dapat memberikan deskripsi dalam bentuk poin-poin klarifikasi. Poin-poin tersebut tidak dimaksudkan agar sekolah harus melakukan semua yang terdaftar untuk dipertimbangkan dalam penerapan STEM. Sebaliknya, poin-poin tersebut disertakan hanya untuk memberikan klarifikasi dan contoh, untuk membantu sekolah dalam memvisualisasikan implementasi STEM yang berkualitas tinggi. Tidak ada "satu cara yang paling benar" dalam merancang dan mengimplementasikan STEM berkualitas tinggi. Program yang baik akan mencerminkan nilai-nilai masyarakat dan budaya sekolah yang unik, yang akan bervariasi tergantung pada konteks lokal sekolah.

Domain I. Budaya Pembelajaran, Kepercayaan dan Disposisi, Keadilan, dan Akses



A Culture of Learning - Beliefs and Dispositions, Equity and Access

- Cultural strategies that reflect innovation, entrepreneurship, inquiry and collaboration, with individual accountability
- Inclusive STEM Mission for ALL, with supports for underrepresented students
- Student Autonomy and Personalized Learning
- Flexible and Autonomous Leadership that Communicates a Shared Vision and Supports Instruction


Esensi dari kriteria domain ini adalah sekolah menunjukkan strategi budaya yang mencerminkan inovasi, semangat kewirausahaan, penyelidikan, dan kolaborasi dengan akuntabilitas individu. Pada domain ini, sekolah STEM perlu menunjukkan hal-hal berikut:

- 1) strategi budaya yang mencerminkan inovasi, semangat kewirausahaan, penyelidikan, dan kolaborasi dengan akuntabilitas individu.
- 2) misi inklusif yang mendukung semua siswa.



- 3) otonomi siswa dan pembelajaran personal.
- 4) kepemimpinan fleksibel dan otonom yang mengkomunikasikan visi bersama, dan yang mendukung instruksi inovatif.

Domain II. Belajar dan Mengajar

 **Learning and Teaching**

- Learning that prepares ALL students for college and careers in STEM, and that preserves disciplinary and interdisciplinary integrity
- Authentic, Problem-Based Learning and Design Thinking
- An integrated, Innovative STEM Curriculum
- Dynamic Assessment Systems that include authentic, performance-based assessments
- A well-prepared teaching staff, with ongoing and personalized professional learning

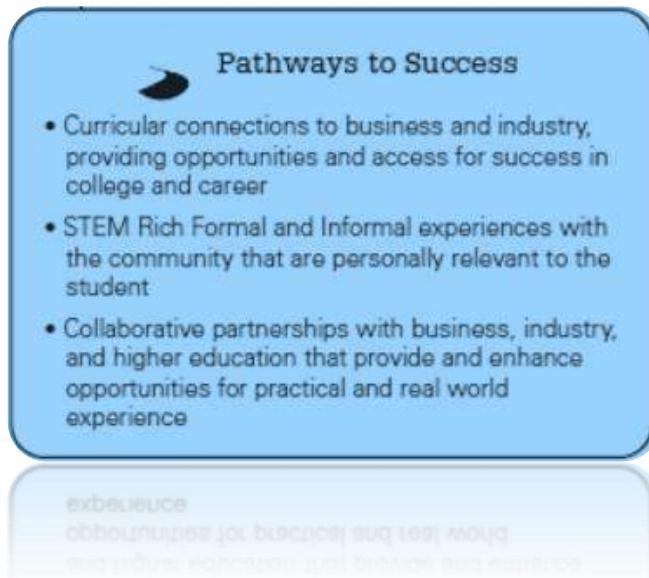
Pada domain ini, sekolah STEM dapat memperlihatkan:

- 1) pembelajaran yang mempersiapkan semua siswa untuk melanjutkan studi dan berkarir di STEM, dan yang menjaga integritas disiplin dan interdisipliner.
- 2) Otentik, pembelajaran berbasis masalah dan desain pemikiran.
- 3) kurikulum yang terintegrasi, inovatif.
- 4) sistem penilaian dinamis yang mencakup penilaian berbasis kinerja yang otentik.
- 5) staf pengajar yang disiapkan dengan baik, dengan pembelajaran profesional yang berkelanjutan dan dipersonalisasi.



Domain III. Jalan Sukses dalam Karier

Sekolah STEM dapat menunjukkan:



- 1) koneksi dengan bisnis dan industri, memberikan peluang dan akses untuk sukses di perguruan tinggi dan karir.
- 2) pengalaman STEM formal dan informal dengan komunitas yang secara pribadi relevan dengan siswa.
- 3) kemitraan kolaboratif dengan bisnis, industri, seni, dan pendidikan tinggi yang menyediakan dan meningkatkan peluang untuk pengalaman praktis dan dunia nyata.

b. Tool untuk Meningkatkan Instruksi STEM

Salah satu aspek yang mendukung keberhasilan pembelajaran STEM adalah adanya alat bantu (*tool*). Inti Pendidikan, tidak ada yang lebih berharga daripada pengalaman langsung. Pengalaman langsung dalam pembelajaran STEM dapat diperoleh melalui penggunaan alat bantu (*tool*). Beberapa *tool* telah dikembangkan untuk membuat pendidikan STEM lebih menarik dan relevan bagi siswa dari segala usia, diantaranya meliputi robot, *games of learning*, *visual programming*, *tool* pembelajaran dan kurikulum.



c. Enam Komponen Pendidikan berbasis STEM

Pada 2015, Departemen Pendidikan AS, bekerja sama dengan American Institutes for Research (AIR), mempertemukan para pakar dan pemimpin pemikiran dalam pengajaran STEM sehingga menghasilkan visi aspirasional untuk pendidikan STEM, atau disebut dengan "STEM 2026". STEM 2026 memimpikan pengalaman belajar STEM yang berkualitas tinggi dan relevan secara budaya untuk setiap anak dan generasi muda. STEM 2026 meliputi enam komponen yang saling berhubungan:

- 1) *Engaged and networked communities of practice*
- 2) *Accessible learning activities that invite intentional play and risk*
- 3) *Educational experiences that include interdisciplinary approaches to solving “grand challenges”*
- 4) *Flexible and inclusive learning spaces supported by innovative technologies*
- 5) *Innovative and accessible measures of learning*
- 6) *Societal and cultural images and environments that promote diversity and opportunity in STEM*

Penjelasan:

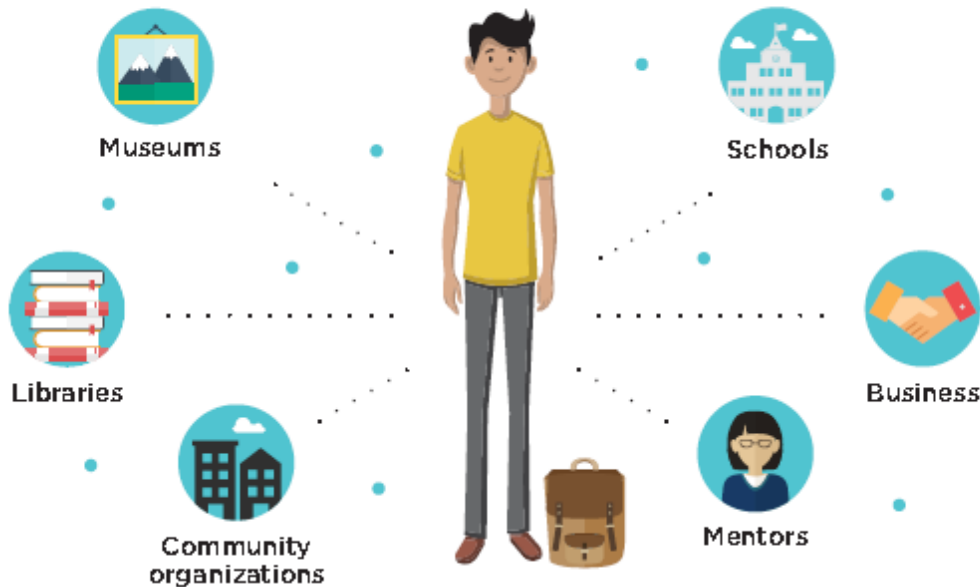
1) **Komunitas praktik yang terikat dan berjaringan** (*Engaged and networked communities of practice*)

Semua sekolah, program pembelajaran awal, dan siswa terlibat dalam komunitas yang memanfaatkan pengetahuan, peralatan, sumber daya, dan keahlian yang diperlukan untuk secara efektif terlibat dalam pembelajaran STEM, baik di dalam maupun di luar pengaturan sekolah secara formal. Jaringan kolaboratif pembelajaran STEM ini akan memperkuat keterampilan dan menumbuhkan pola pikir di antara semua siswa yang mengarah pada pembelajaran seumur hidup dan peluang



keberhasilan studi lanjut dan karir, sekaligus meningkatkan hasil belajar STEM.

ENGAGED & NETWORKED COMMUNITIES OF PRACTICE



Gambar 66. Kolaboratif STEM berbasis Komunitas

2) Kegiatan belajar yang mengundang permainan dan risiko yang disengaja (*Accessible learning activities that invite intentional play and risk*)

STEM 2026 menekankan manfaat dari permainan yang disengaja ke dalam proses pembelajaran di sekolah dan di tingkat pasca sekolah menengah. Kegiatan yang dirancang untuk menggabungkan bermain yang disengaja berlaku di semua tingkat pendidikan. Kegiatan ini menggunakan hambatan yang mudah untuk memunculkan dan mendorong ekspresi ide kreatif, sambil tetap melibatkan beragam siswa dalam konten yang kompleks dan sulit. Permainan bertema STEM, dapat memunculkan keinginan siswa untuk merancang dan menciptakan motivasi rasa ingin tahu, menumbuhkan rasa memiliki sebagai pembelajar, dan didorong untuk berpikir dengan



cara yang berbeda. Melalui proses eksplorasi dan penemuan, mereka melihat bahwa STEM ada di mana-mana, bahwa mereka memiliki sesuatu untuk berkontribusi di lapangan, dan mereka belajar untuk mengambil pendekatan berbasis tim untuk mengatasi masalah dan tantangan dunia nyata.



Gambar 67. Pembelajaran yang Menyenangkan berbasis Permainan

3) Pengalaman pendidikan yang mencakup pendekatan interdisipliner untuk memecahkan “tantangan besar.” (*Educational experiences that include interdisciplinary approaches to solving “grand challenges”*)

Pendidikan STEM melibatkan siswa dari segala usia dalam mengatasi tantangan besar. Tantangan besar adalah tantangan yang belum terpecahkan di tingkat komunitas lokal, nasional, atau global. Tantangan besar dapat mencakup, misalnya, konservasi air atau meningkatkan kualitas air; lebih memahami otak manusia untuk menemukan cara-cara baru untuk mencegah, mengobati, dan menyembuhkan gangguan dan cedera otak;



mengembangkan sistem teknologi baru yang diaktifkan untuk meningkatkan akses ke perawatan kesehatan; menangani infrastruktur yang menua; atau membuat biaya energi matahari kompetitif dan mobil listrik yang terjangkau. Pelibatan anak-anak dan remaja dengan tantangan besar membantu mereka memahami relevansi STEM dalam kehidupan mereka dan untuk melihat nilai STEM dalam mengatasi masalah yang lebih baik bagi kehidupan mereka sendiri dan kehidupan orang lain. Tantangan besar juga menawarkan platform guna memasukkan pendekatan dan konten yang relevan secara budaya ke dalam instruksi STEM



Gambar 68. Pembelajaran yang Memberikan Tantangan dan Pengalaman Nyata

4) Ruang belajar yang fleksibel dan inklusif (*Flexible and inclusive learning spaces supported by innovative technologies*)

Ruang belajar yang menawarkan fleksibilitas guru dan siswa dalam struktur, peralatan, dan akses ke materi,



dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam belajar STEM. Ruang-ruang tersebut dapat berupa ruang yang terletak di ruang kelas, di dunia alami, ruang-ruang bengkel/workshop/laboratorium, dan ruang yang ditambah dengan platform berbasis virtual dan teknologi. Diversifikasi kapan dan di mana pembelajaran terjadi akan meningkatkan kegiatan dan peluang pedagogi yang relevan dengan cara memfasilitasi mode baru dalam mengeksplorasi konsep dan mengembangkan keterampilan STEM. Ruang belajar yang fleksibel dapat diadaptasikan dengan kegiatan pembelajaran sehingga dapat memunculkan kreativitas, kolaborasi, dan penemuan bersama.

FLEXIBLE LEARNING SPACES



Gambar 69. Penyediaan I-Spaces untuk Eksplorasi Informasi

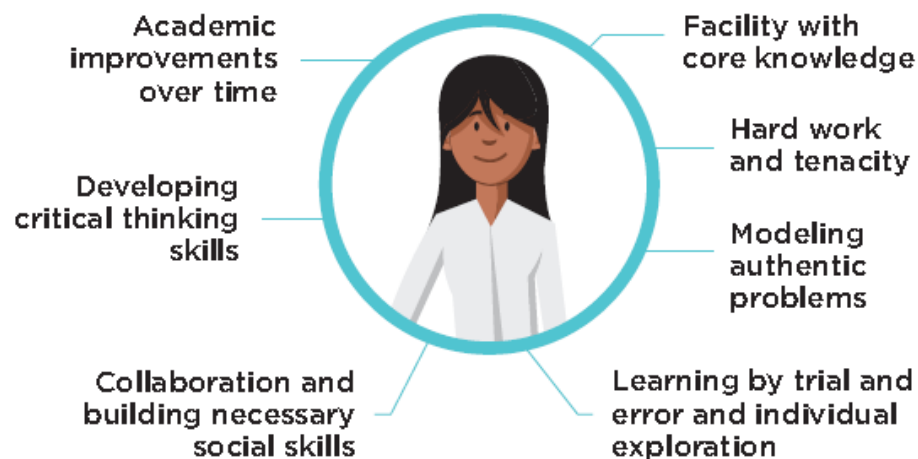
5) Pengukuran pembelajaran yang inovatif dan mudah diakses (*Innovative and accessible measures of learning*)

Penilaian prestasi dan kinerja, memainkan peran penting untuk menilai dan mengukur pembelajaran STEM pada



tonggak-tonggak pencapaian penting dalam jalur pendidikan siswa. Selain itu, penilaian prestasi dan kinerja memainkan peran dalam mengidentifikasi kesenjangan prestasi antara kelompok siswa, sekolah, distrik, dan lokasi geografis. Pada saat yang sama, jenis penilaian harus dikalibrasi dengan hati-hati untuk memastikan agar penilaian tidak berlebihan, tidak mengambil terlalu banyak waktu kelas, dan memberikan pendidik informasi yang tidak bias mengenai pembelajaran siswa. Visi STEM 2026, ada juga pengakuan nilai ukuran pembelajaran yang lebih formatif yang memberikan wawasan ke dalam pola pikir dan kebiasaan yang terkait dengan hasil akademik dan pasca sekolah, termasuk yang dapat diambil dari pengamatan, evaluasi portofolio kerja siswa, dan demonstrasi dan presentasi siswa.

INNOVATIVE MEASURES OF LEARNING



Gambar 70. Pengukuran Pembelajaran yang Inovatif

- 6) **Citra dan lingkungan sosial dan budaya yang mempromosikan keragaman dan peluang di STEM** (*Societal and cultural images and environments that promote diversity and opportunity in STEM*)



Informasi tentang STEM perlu disajikan kepada peserta didik dan keluarganya dalam berbagai media yang beragam. Penelitian menunjukkan bahwa paparan berulang terhadap gambar, tema, dan ide memengaruhi keyakinan, perilaku, dan sikap orang-orang. STEM 2026, media populer, pengembang mainan, dan *retailer* mempertimbangkan isu-isu ras, budaya, perbedaan gender dan identitas dalam penggambaran para profesional STEM dan mainan serta game bertema STEM.

Media-media tersebut berfungsi untuk menangkis bias sejarah yang menghambat partisipasi penuh kelompok-kelompok individu tertentu dalam pendidikan STEM dan jalur karir. Penggambaran ini mencakup beragam gambar, deskripsi, atau gambar tentang hal-hal yang dilakukan dalam STEM, termasuk berbagai pekerjaan dan kegiatan yang menggunakan STEM; dan yang berhubungan dengan STEM.

PROMOTING DIVERSITY



Gambar 71. Pengukuran Pembelajaran yang Inovatif



d. Pengukuran STEM pada Pendidikan dan Pelatihan Vokasi

Output dari sektor Pendidikan dan Pelatihan Vokasi dapat diukur dengan berbagai cara, termasuk pendaftaran, penyelesaian, hasil kerja dan kepuasan. Ada tiga pendekatan yang berbeda untuk mengukur STEM di Pendidikan dan Pelatihan Vokasi yang didasarkan pada (Korbel, 2016):

- 1) Bidang pendidikan dari program
- 2) Pekerjaan yang dituju dari program
- 3) Area industri dari program.

Penting untuk dicatat bahwa tidak ada satu cara untuk mengukur kontribusi Pendidikan dan Pelatihan Vokasi terhadap pengembangan keterampilan dan pengetahuan STEM. Pilihan pendekatan dari tiga cara pengukuran tergantung pada tujuan dan tujuan analisis dan data lain yang tersedia:

- 1) Bidang pendidikan paling baik digunakan ketika membandingkan sektor pendidikan
- 2) Pekerjaan paling baik digunakan ketika menganalisis data tenaga kerja dan angkatan kerja
- 3) Paket pelatihan paling baik digunakan saat mencocokkan keterampilan dengan industri.

Para pengambil kebijakan pendidikan dapat meningkatkan peluang keberhasilan STEM dengan mendorong pembentukan inovasi model sekolah baru dan jaringan sekolah yang bermitra dengan museum, pusat penelitian, dan mitra industri berbasis STEM. Model-model baru semacam itu dapat membantu memberikan para siswa pendidikan STEM yang kaya, menarik dan menantang.



4. Babak Baru Revolusi Industri 4.0

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengubah dunia saat ini memasuki era revolusi industri 4.0. Revolusi Industri Keempat atau yang lebih dikenal dengan revolusi industri 4.0 merupakan sebuah kondisi abad 21 dimana terjadi perubahan besar-besaran di berbagai bidang akibat integrasi teknologi yang mengurangi sekat-sekat antara dunia fisik, digital, dan biologi. Arus globalisasi yang disertai dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih menjadi penanda kebangkitan era revolusi industri 4.0 yang juga dikenal dengan fenomena *disruptive innovation*, yakni menekankan pada pola *digital economy*, *artificial intelligence*, *big data*, *robotic*, dan lain sebagainya.

Revolusi industri dimaknai sebagai perubahan yang radikal dan cepat terhadap perkembangan manusia dalam menciptakan peralatan kerja untuk meningkatkan hasil industri atau produksi. Istilah revolusi industri diperkenalkan oleh Friedrich Engels dan Louis-Auguste Engels pada pertengahan abad ke-19. Sejarah revolusi industri dimulai dari industri 1.0, 2.0, 3.0, hingga dewasa ini muncul industri 4.0.



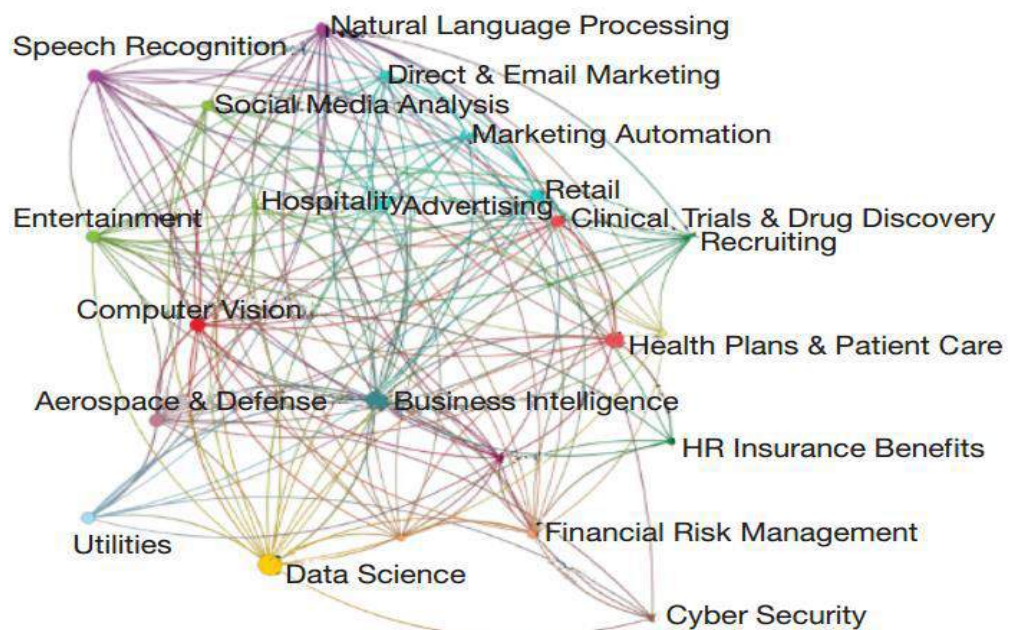
Gambar 72. Perkembangan Revolusi Industri



- Revolusi industri 1.0 melahirkan sejarah ketika tenaga manusia dan hewan digantikan oleh kemunculan mesin. Industri 1.0 ditandai dengan mekanisasi produksi untuk menunjang efek ifitas dan efisiensi aktivitas manusia. Penemuan-penemuan teknologi yang menggantikan fungsi manusia seperti penemuan mesin uap (James Watt), lokomotif (Richard Trevethiek), kereta api penumpang (George Stepenson), kapal perang dengan mesin uap (Robert Fulton), telpon (Alexander Graham Bell) dan lain-lain yang berbasis manufaktur. Revolusi ini dicatat oleh sejarah berhasil mengerek naik perekonomian secara dramatis di mana selama dua abad.
- Revolusi industri 2.0 terjadi pada abad 19, yang dicirikan oleh produksi massal dan standarisasi mutu. Kebangkitan revolusi industri generasi kedua ini diawali dengan penggunaan teknik baru berupa mesin bermotor yang berbahan bakar listrik atau bensin. Penemuan ini telah menjadi pemicu lahirnya inovasi pesawat telepon, mobil, pesawat terbang, dan lain-lain, yang secara signifikan mengubah wajah dunia.
- Revolusi industri 3.0 ditandai dengan penyesuaian massal dan fleksibilitas manufaktur berbasis otomasi dan robot. Revolusi ini terjadi pada abad 20, dimulai dengan penggunaan teknik kimia-hayati berbahan atom atau nuklir serta kemunculan teknologi digital dan internet.
- Revolusi Industri 4.0 selanjutnya hadir menggantikan industri 3.0 yang ditandai dengan *cyber* fisik dan kolaborasi manufaktur (Irianto, 2017). Istilah industri 4.0 berasal dari sebuah proyek yang diprakarsai oleh pemerintah Jerman untuk mempromosikan komputerisasi manufaktur. Pada revolusi Industri 4,0 teknologi informasi telah menjadi basis dalam kehidupan manusia. Segala hal menjadi tanpa batas (*borderless*) dengan penggunaan daya komputasi dan data yang



tidak terbatas (*unlimited*), karena dipengaruhi oleh perkembangan internet dan teknologi digital yang masif sebagai tulang punggung pergerakan dan konektivitas manusia dan mesin. Terobosan teknologi penyokong Revolusi Industri keempat antara lain kecerdasan buatan (*artificial intelligence/AI*), perkembangan robotika, "*the Internet of Things*", realitas maya (*virtual reality/VR*), dan mesin cetak tiga dimensi. Kecerdasan buatan dapat diaplikasikan untuk telepon seluler, otomotif, juga persenjataan. Profesor Klaus Schwab sebagai penggagas *World Economic Forum* (WEF) melalui bukunya *The Fourth Industrial Revolution* menyatakan, revolusi ini secara fundamental dapat mengubah cara kita hidup, bekerja, dan berhubungan satu dengan yang lain. Revolusi industri keempat digadang-gadang mampu meningkatkan laju mobilitas informasi, efisiensi organisasi industri, dan membantu meminimalisasi kerusakan lingkungan.



Gambar 73. Dampak potensial dari *Artificial Intelligence* bagi Industri dan Organisasi



Irianto (2017) menyebutkan ada tiga tujuan utama dari industri 4.0, yaitu: 1) mempersingkat waktu pemasaran; 2) meningkatkan fleksibilitas; dan 3) mendorong efisiensi. Era industry 4.0 yang ditandai dengan lahirnya big data dimana volume data semakin besar, seiring dengan produk inovasi yang semakin kompleks, dan siklus inovasi yang semakin pendek memerlukan waktu pemasaran yang cepat. Kebutuhan akan meningkatkan fleksibilitas, pertukaran dalam jumlah besar antar platform dari berbagai produk, teknologi, dan pasar menjadi tujuan munculnya industry 4.0. Industry 4.0 hadir untuk mendorong efisiensi, baik efisiensi energy maupun efisiensi sumber daya, yang merupakan faktor penting untuk dapat berkompetisi di era global.



Gambar 74. Tujuan Utama Industri 4.0

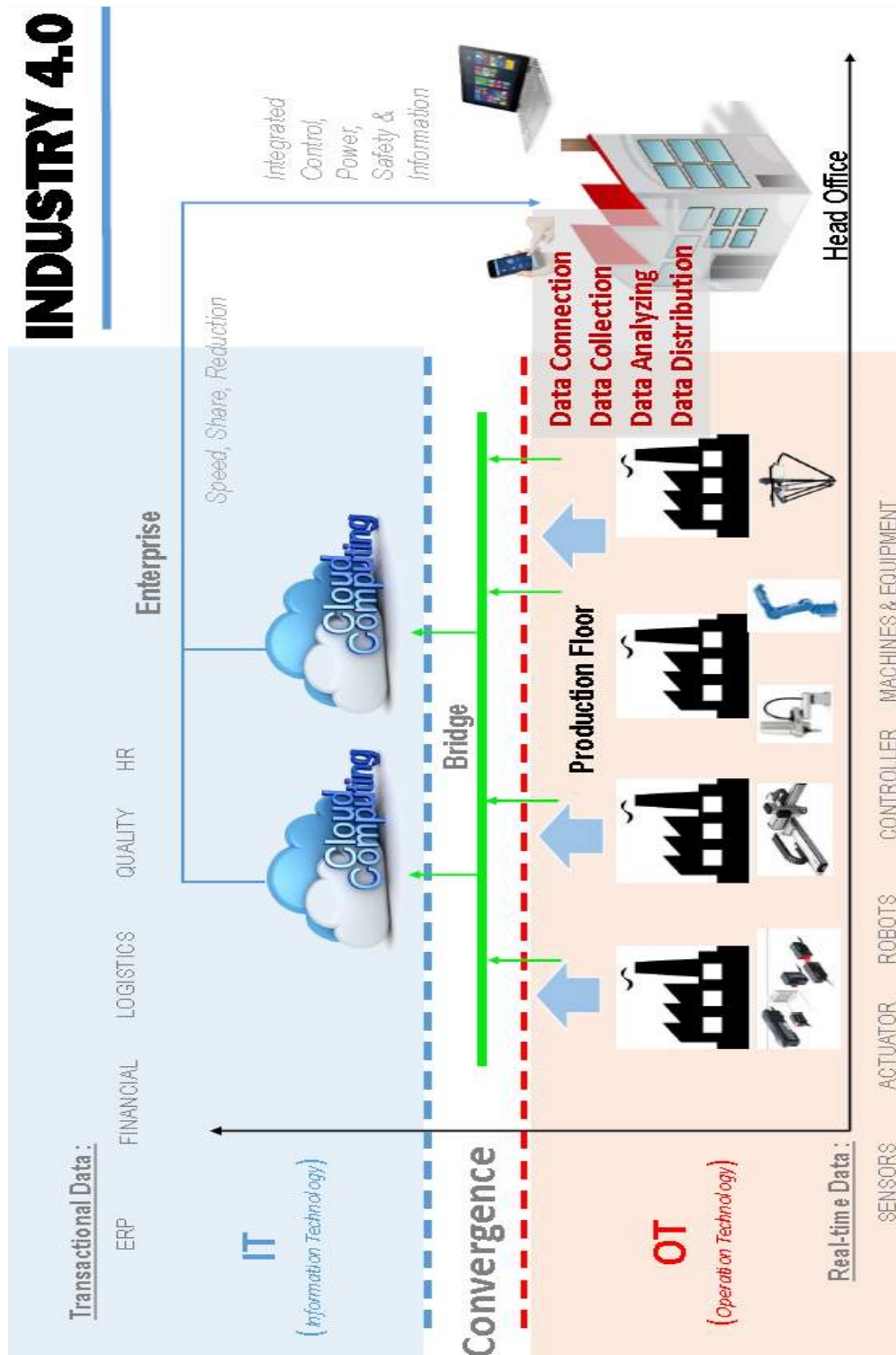
Ada empat faktor yang mendorong peningkatan digitalisasi manufaktur sebagai ciri industri 4.0: 1) peningkatan volume data, kekuatan komputasi, dan konektivitas; 2) munculnya analisis, kemampuan, dan kecerdasan bisnis; 3) terjadinya bentuk interaksi baru antara manusia dengan mesin; dan 4) perbaikan instruksi transfer digital ke dunia fisik (Lee et al, 2013). Yahya (2018) menuliskan pendapat Hermann et al., (2016) tentang empat desain prinsip industri 4.0. Pertama, interkoneksi (sambungan) yaitu kemampuan mesin,



perangkat, sensor, dan orang untuk terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui *Internet of Things* (IoT) atau *Internet of People* (IoP). Prinsip ini membutuhkan kolaborasi, keamanan, dan standar. Kedua, transparansi informasi merupakan kemampuan sistem informasi untuk menciptakan salinan virtual dunia fisik dengan memperkaya model digital dengan data sensor termasuk analisis data dan penyediaan informasi. Ketiga, bantuan teknis yang meliputi; (a) kemampuan sistem bantuan untuk mendukung manusia dengan menggabungkan dan mengevaluasi informasi secara sadar untuk membuat keputusan yang tepat dan memecahkan masalah mendesak dalam waktu singkat; (b) kemampuan sistem untuk mendukung manusia dengan melakukan berbagai tugas yang tidak menyenangkan, terlalu melelahkan, atau tidak aman; (c) meliputi bantuan visual dan fisik. Keempat, keputusan terdesentralisasi yang merupakan kemampuan sistem fisik maya untuk membuat keputusan sendiri dan menjalankan tugas seefektif mungkin. Pendapat yang senada, tentang prinsip dasar industri 4.0 disampaikan oleh Lifter dan Tschienner (2013), yang menyebutkan bahwa industri 4.0 adalah integrasi antara mesin, alur kerja, dan sistem, dengan cara mengimplementasikan rekayasa cerdas pada proses produksi sehingga dapat mengontrol antara satu dengan yang lain.

Dominasi rekayasa sistem menjadi ciri utama dalam Industri 4.0, yakni rekayasa interkoneksi yang menghasilkan kombinasi sinergis dari berbagai teknologi yang ada saat ini. Lompatan efisiensi dan efektivitas akan dapat dicapai dengan perpaduan berbagai teknologi. Lompatan inilah yang menjustifikasi nama “Revolusi” pada industri 4.0, yang tidak bisa dicapai dengan hanya menggunakan satu teknologi saja. Berbagai macam teknologi yang ada saat ini, *Cloud Computing*, *Augmented*, *Simulation*, *Big Data*, *Internet of Things* dan sebagainya menjadi karakteristik utama pada industri 4.0 yang menjanjikan integrasi sehingga memunculkan revolusi efisiensi dan efektivitas.





Gambar 75. Integrasi Berbagai Teknologi dalam Industri 4.0



Prinsip interkoneksi menjadi kunci utama untuk memunculkan revolusi pada industri 4.0. Sebagai contoh, beberapa industri berbeda: Industri IT, Industri Telekomunikasi, Industri Manufaktur, Industri Jasa; harus saling berinterkoneksi untuk menjadikan Revolusi Industri 4.0 terwujud. Standard Industri terhadap interkoneksi dan *interfacing* menjadi kunci dalam pengembangannya. Industri yang tidak memiliki kebutuhan interkoneksi yang tinggi, semacam industri yang produknya relatif sederhana dan tidak kompleks, tidak memerlukan industri 4.0. Kebutuhan interkoneksi juga lebih sulit dianalisa ketika beberapa teknologi dicoba diintegrasikan. Hal ini menyebabkan, industri 4.0 akan berlaku secara bertahap.

Revolusi Industri 4.0 memunculkan perubahan yang begitu cepat di berbagai bidang kehidupan termasuk dunia pendidikan. Di era disrupsi seperti saat ini, dunia pendidikan dituntut mampu membekali peserta didik ketrampilan abad 21 (*21st Century Skills*). Ketrampilan abad 21 yang dimaksud adalah ketrampilan peserta didik untuk bisa berfikir kritis dan memecahkan masalah, kreatif dan inovatif serta ketrampilan komunikasi dan kolaborasi. Selain ketrampilan mencari, mengelola dan menyampaikan informasi serta trampil menggunakan informasi dan teknologi. Untuk mencapai ketrampilan abad 21, trend pembelajaran dan *best practices* juga harus disesuaikan melalui *blended learning* atau pembelajaran terpadu. Yaitu mengintegrasikan penggunaan teknologi dalam pembelajaran yang memungkinkan pembelajaran yang sesuai bagi masing-masing siswa dalam kelas.

Strategi pembelajaran lain yang dapat digunakan untuk mencapai ketrampilan abad 21 yakni menggunakan pendekatan berbasis proyek (*project based learning*), pembelajaran berbasis masalah (*problem based learning*), pembelajaran berbasis inovasi (*innovation learning*) populer diterapkan di Finlandia dan pembelajaran kontekstual (CTL). Guru juga dituntut memiliki kompetensi yang kuat sekaligus berperan menebar passion dan inspirasi serta menjadi teladan karakter. Pembelajaran di era disrupsi harus mampu membekali peserta didik kemampuan sustainable learning atau pembelajaran berkelanjutan.



Pendidikan merupakan tantangan besar pada era revolusi industri 4.0. Era revolusi industri 4.0 telah mengubah cara pandang tentang pendidikan. Perubahan yang esensial saat ini sangat diperlukan adalah perubahan cara pandang terhadap konsep pendidikan itu sendiri. Pendidikan dan pembelajaran yang sarat dengan muatan pengetahuan mengesampingkan muatan sikap dan keterampilan, akan menghasilkan anak didik yang tidak mampu berkompetisi dengan mesin. Dominasi pengetahuan dalam pendidikan dan pembelajaran harus diubah agar kelak generasi muda mampu mengungguli dan menguasai kecerdasan mesin, sehingga dapat menciptakan kemaslahatan sosial.

Semua tantangan tersebut membutuhkan kunci utama yang harus dipenuhi untuk mengatasinya. Salah satunya adalah penyiapan kualifikasi dan kompetensi guru yang berkualitas, agar dapat berkompetisi di era revolusi industri 4.0. Setidaknya terdapat lima kualifikasi dan kompetensi guru yang dibutuhkan di era 4.0. Kelimanya meliputi (Martadi, 2018):

- a. *Educational competence*, kompetensi mendidik/pembelajaran berbasis internet of thing sebagai basic skill di era ini;
- b. *Competence for technological commercialization*, punya kompetensi membawa siswa memiliki sikap *entrepreneurship* (kewirausahaan) dengan teknologi atas hasil karya inovasi siswa;
- c. *Competence in globalization*, dunia tanpa sekat, tidak gagap terhadap berbagai budaya, kompetensi hybrid, yaitu global competence dan keunggulan memecahkan problem nasional;
- d. *Competence in future strategies*, dunia mudah berubah dan berjalan cepat, sehingga punya kompetensi memprediksi dengan tepat apa yang akan terjadi di masa depan dan strateginya, dengan cara joint-lecture, joint-research, joint-resources, staff mobility dan rotasi, paham arah SDG's, dan lain sebagainya.



- e. *Conselor competence*, mengingat ke depan masalah anak bukan pada kesulitan memahami materi ajar, tapi lebih terkait masalah psikologis, stres akibat tekanan keadaan yang makin kompleks dan berat.

Sebagaimana revolusi terdahulu, revolusi industri keempat berpotensi meningkatkan kualitas hidup masyarakat di seluruh dunia. Istilah lain dari era revolusi 4.0 adalah era inovasi disruptif. Inovasi disruptif membantu menciptakan pasar baru, mengganggu atau merusak pasar yang sudah ada, dan pada akhirnya menggantikan teknologi yang sudah ada. Kemajuan di bidang otomatisasi dan kecerdasan buatan telah menimbulkan kekhawatiran bahwa mesin-mesin suatu hari akan mengambil alih pekerjaan manusia. Selain itu, revolusi-revolusi sebelumnya masih dapat menghasilkan lapangan kerja baru untuk menggantikan pekerjaan yang diambilalih oleh mesin, sementara kali ini kemajuan kecerdasan buatan dan otomatisasi dapat menggantikan tenaga kerja manusia secara keseluruhan.

a. Tantangan Revolusi Industri 4.0 bagi Pendidikan Kejuruan

Industri 4.0 menghadirkan tantangan sebagai berikut. (1) kesiapan industri; (2) tenaga kerja terpercaya; (3) kemudahan pengaturan sosial budaya; dan (4) diversifikasi dan penciptaan lapangan kerja dan peluang industri 4.0 yaitu; (1) inovasi ekosistem; (2) basis industri yang kompetitif; (3) investasi pada teknologi; dan (4) integrasi Usaha Kecil Menengah (UKM) dan kewirausahaan (Irianto, 2017). Tantangan industri 4.0 secara lebih luas dikemukakan oleh Hecklau et al (2016), sebagaimana dituliskan oleh Yahya (2018) sebagai berikut.



Tabel 5. Tantangan industri 4.0 yang dikemukakan oleh Hecklau et al (2016)

<p>Tantangan Ekonomi</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Globalisasi yang terus berlanjut: <ol style="list-style-type: none"> a. Keterampilan antarbudaya b. Kemampuan berbahasa c. Fleksibilitas waktu d. Keterampilan jaringan e. Pemahaman proses 2. Meningkatnya kebutuhan akan inovasi: <ol style="list-style-type: none"> a. Pemikiran wirausaha b. Kreativitas, c. Pemecahan masalah d. Bekerja di bawah tekanan e. Pengetahuan mutakhir f. Keterampilan teknis g. Keterampilan penelitian h. Pemahaman proses 3. Permintaan untuk orientasi layanan yang lebih tinggi: <ol style="list-style-type: none"> a. Pemecahan konflik b. Kemampuan komunikasi c. Kemampuan berkompromi d. Keterampilan berjejaring 4. Tumbuh kebutuhan untuk kerja sama dan kolaboratif: <ol style="list-style-type: none"> a. Mampu berkompromi dan kooperatif b. Kemampuan bekerja dalam tim c. Kemampuan komunikasi d. Keterampilan berjejaring
<p>Tantangan Sosial</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perubahan demografi dan nilai sosial: <ol style="list-style-type: none"> a. Kemampuan mentransfer pengetahuan b. Penerimaan rotasi tugas kerja dan perubahan pekerjaan yang terkait (toleransi ambiguitas) c. Fleksibilitas waktu dan tempat d. Keterampilan memimpin



	<ol style="list-style-type: none"> 2. Peningkatan kerja virtual: <ol style="list-style-type: none"> a. Fleksibilitas waktu dan tempat b. Keterampilan teknologi c. Keterampilan media d. Pemahaman keamanan TI 3. Pertumbuhan kompleksitas proses: <ol style="list-style-type: none"> a. Keterampilan teknis b. Pemahaman proses c. Motivasi belajar d. Toleransi ambiguitas e. Pengambilan keputusan f. Penyelesaian masalah g. Keterampilan analisis
Tantangan Teknis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perkembangan teknologi dan penggunaan data eksponensial: <ol style="list-style-type: none"> a. Keterampilan teknis b. Kemampuan analisis c. Efisiensi dalam bekerja dengan data d. Keterampilan koding e. Kemampuan memahami keamanan TI f. Kepatuhan 2. Menumbuhkan kerja kolaboratif: <ol style="list-style-type: none"> a. Mampu bekerja dalam tim b. Kemampuan komunikasi virtual c. Keterampilan media d. Pemahaman keamanan TI e. Kemampuan untuk bersikap kooperatif
Tantangan Lingkungan	<p>Perubahan iklim dan kelangkaan sumber daya:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Pola pikir berkelanjutan b. Motivasi menjaga lingkungan c. Kreativitas untuk mengembangkan solusi keberlanjutan baru



Tantangan Politik dan Aturan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Standarisasi: <ol style="list-style-type: none"> a. Keterampilan teknis b. Keterampilan koding c. Pemahaman proses 2. Keamanan data dan privasi: <ol style="list-style-type: none"> a. Pemahaman keamanan teknologi informasi b. Kepatuhan
-------------------------------------	---

b. Peluang bagi Pendidikan Kejuruan

Tiga revolusi industri sebelumnya mengajarkan, kehadiran industri 4.0 juga diyakini bakal menaikkan produktivitas. Survei McKinsey (Maret 2017) terhadap 300 pemimpin perusahaan terkemuka di Asia Tenggara menunjukkan, bahwa 9 dari 10 responden percaya terhadap efektivitas industri 4.0. Praktis hampir tidak ada yang meragukannya. Namun ketika ditanya apakah mereka siap mengarangungnya, ternyata hanya 48 persen yang merasa siap. Berarti, industri 4.0 masih menyisakan tanda tanya tentang masa depannya (A. Toni, 2018).

Keraguan ini sejalan dengan yang ditulis Krugman (“A New Industrial Revolution: The Rise of the Robots”, *The New York Times*, 17/1/13), bahwa penggunaan mesin pintar memang bisa meningkatkan Produk Domestik Bruto (PDB). Namun pada saat yang sama, hal tersebut sekaligus juga dapat mengurangi permintaan terhadap tenaga kerja, termasuk yang pintar sekalipun. Namun, semua hal itu tidaklah akan terjadi seketika, ada tahapannya. Selama proses panjang itu terjadi, perdebatan akan terus berlangsung.

Kedatangan teknologi digital pada pabrik-pabrik memang memberi janji peningkatan produktivitas, meski belum tentu besar. Studi Boston Consulting Group (September 2015) tentang dampak industri 4.0 terhadap perekonomian Jerman pada 2025,



ternyata “hanya” akan terjadi penambahan pertumbuhan ekonomi 1 persen selama lebih dari satu dasawarsa. Industri 4.0 masih bertumpu ke kemampuan manusia, karena semua teknologi baru akan membutuhkan adaptasi yang harus dilakukan oleh manusia. Keahlian manusia masih diperlukan untuk mengarahkan *data analytics* Big Data, demikian pula robot juga masih harus diprogram oleh manusia. Koneksi yang dirancang dan dilakukan untuk mengintegrasikan berbagai teknologi tersebut masih harus dilakukan oleh manusia. *Machine learning* melahirkan inovasi yang luar biasa, tapi manusia, Human Learning, adalah yang menciptakan kreativitas. Pekerjaan rutin akan terganti, namun peningkatan kemampuan manusia menjadi kunci dalam Industri 4.0.

Kehadiran revolusi industri keempat selain membawa kekhawatiran, juga membawa kabar baik karena tidak sepenuhnya berdampak negatif seperti yang dikhawatirkan sebelumnya. Keahlian manusia di masa depan masih sangat diperlukan, hanya saja terjadi pergeseran sesuai dengan tuntutan skill abad 21, sebagaimana tercantum dalam gambar berikut.



FUTURE PROFESSION



Top 10 skills

in 2020

1. Complex Problem Solving
2. Critical Thinking
3. Creativity
4. People Management
5. Coordinating with Others
6. Emotional Intelligence
7. Judgment and Decision Making
8. Service Orientation
9. Negotiation
10. Cognitive Flexibility

in 2015

1. Complex Problem Solving
2. Coordinating with Others
3. People Management
4. Critical Thinking
5. Negotiation
6. Quality Control
7. Service Orientation
8. Judgment and Decision Making
9. Active Listening
10. Creativity



Gambar 76. Keahlian Masa Depan (Tahun 2020)

Antisipasi untuk terus membangun modal manusia (*human capital*) guna mengiringi laju pembangunan infrastruktur teknologi 4.0 di Indonesia, harus menjadi prioritas. Industri 4.0 akan menyebabkan kebutuhan tenaga kerja yang berkualifikasi tertentu. Berkaitan dengan *skill* tersebut, *World Economic Forum* memprediksi empat isu yang akan mempengaruhi pekerjaan pada masa depan.

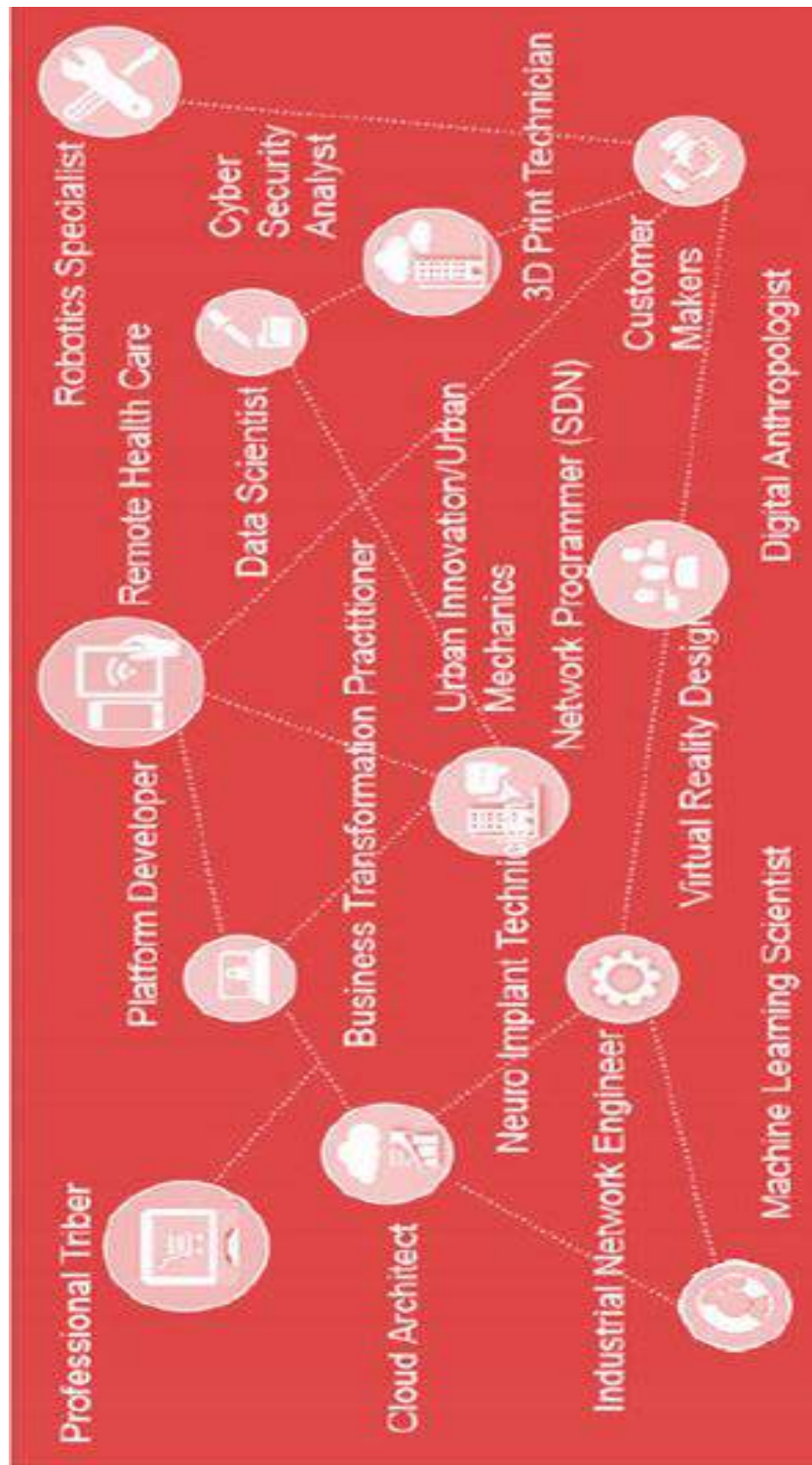
- **Pertama**, kecerdasan buatan dan robot akan menciptakan lebih banyak pekerjaan, bukan pengangguran massal. Benar bahwa otomatisasi akan menyebabkan beberapa pekerjaan akan hilang, namun di sisi lain adalah hal ini justru membawa peluang pekerjaan baru di bidang yang lain. Para ahli ekonomi percaya bahwa yang terjadi pada masa depan



bukan kurangnya lowongan pekerjaan, tapi kurangnya kemampuan yang sesuai dengan jenis pekerjaan pada masa depan.

- **Kedua**, setiap kota akan saling berkompetisi memperebutkan sumber daya manusia dengan talenta terbaik. Persaingan untuk mendapatkan talenta terbaik tidak lagi berlangsung hanya antarperusahaan, namun akan meningkat menjadi antarkota. Seiring dengan perkembangan teknologi yang memungkinkan bekerja dari jarak jauh, masyarakat akan lebih memilih untuk tinggal di kota dengan lingkungan ramah teknologi dibandingkan dengan tinggal di tempat terdekat dengan kantor.
- **Ketiga**, sebagian besar tenaga kerja negara maju akan menjadi pekerja bebas (*freelance*) sebelum 2027. Para pekerja freelance ini akan didominasi oleh generasi milenial. Di sisi lain, perusahaan-perusahaan dipercaya akan lebih memilih merekrut para pekerja freelance dibandingkan pekerja tetap untuk mengisi kekosongan talenta (*talent gap*) yang mereka butuhkan.
- **Keempat**, sistem pendidikan berubah dari pendekatan parsial menjadi holistik. Pelajaran matematika, seni dan ilmu pengetahuan yang selama ini dipandang sebagai disiplin ilmu yang terpisah dinilai sudah tidak relevan dalam mengisi kebutuhan kompetensi pekerjaan pada masa depan. Sekolah-sekolah akan mulai mengadopsi kurikulum berbasis tugas (*project-based curriculum*) sebagai jembatan untuk meruntuhkan sekat-sekat yang selama ini menjadi penghalang generasi berpikir kreatif.





Gambar 77. Pekerjaan Masa Depan



c. Ancaman bagi Pendidikan Kejuruan

Pola baru berupa disruptif teknologi (*disruptive technology*) pada revolusi industri 4.0 yang hadir begitu cepat menjadi ancaman keberadaan industri lama. Sejarah telah mencatat bahwa revolusi industri telah banyak menelan korban dengan matinya perusahaan-perusahaan raksasa. Pada era industri generasi keempat ini, ukuran besar industri tidak menjadi jaminan, namun kelincahan industri menjadi kunci keberhasilan meraih prestasi dengan cepat. Contoh dari keadaan ini ditunjukkan oleh maraknya perusahaan transportasi online yang mengancam pemain-pemain besar pada industri transportasi di seluruh dunia. Ini membuktikan bahwa yang cepat dapat memangsa yang lambat dan bukan yang besar memangsa yang kecil.

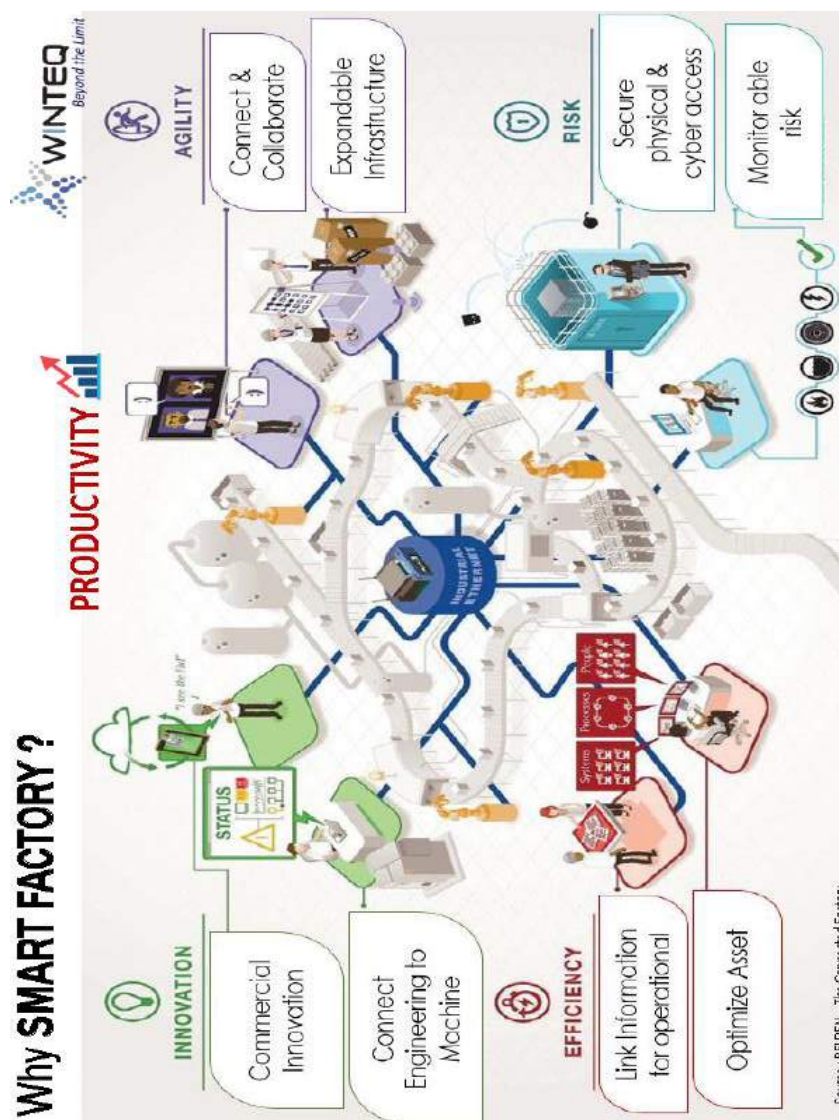
Kombinasi antara proyeksi pertumbuhan ekonomi yang tidak bertambah dengan cepat dan menurunnya peran manufaktur, menyisakan pertanyaan tentang kehebatan industri 4.0. Industri 4.0 masih menyisakan sisi gelapnya, yakni dampak negatifnya terhadap penciptaan lapangan pekerjaan. Majalah *The Economist* (6/4/18) juga prihatin bawa era AI juga menyebabkan hilangnya privasi seseorang akibat persebaran data digital secara mudah. Tiada tempat lagi bagi data untuk disembunyikan.

5. Sektor Strategis SMK yang Terdisrupsi Revolusi Industri 4.0

Fourth Industrial Revolution (“4IR”) atau Revolusi Industri 4.0 tidak hanya berpotensi luar biasa dalam merombak industri, tapi juga mengubah berbagai aspek kehidupan manusia. Kita telah melihat banyak negara, baik negara maju maupun negara berkembang, yang telah memasukkan gerakan ini ke dalam agenda nasional mereka sebagai salah satu cara untuk meningkatkan daya saing di kancah pasar global. Skema smart factory, diperlukan guna mewujudkan Revolusi



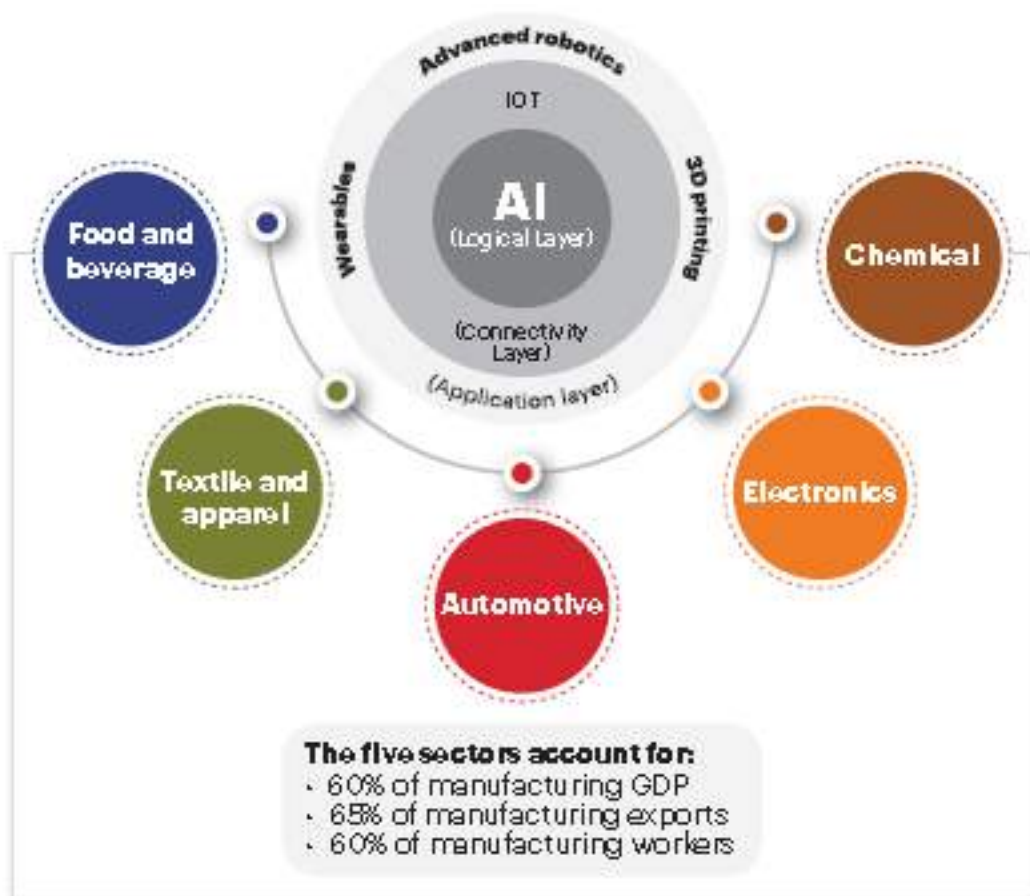
Industri 4.0. Ini artinya SMK sebagai pencetak tenaga kerja di industri perlu dibekali kemampuan teknologi modern yang berbasis pada kecerdasan intelektual. Automatisasi, konektivitas dan digitalisasi menjadi komponen penting dalam fasilitas pembelajaran di SMK sebagai platform teknologi, guna mewujudkan *smart factory*. Selain dari sisi teknologi, *smart factory* juga harus memperhatikan aspek-aspek inovasi, efisiensi, produktivitas, kelincahan, dan manajemen resiko.



Gambar 78. Konsep *Smart Factory* yang dapat Diadopsi Sekolah Kejuruan



Revolusi industri 4.0 mencakup beragam teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), *wearables*, robotika canggih, dan *3D printing*. Indonesia akan berfokus pada lima sektor utama untuk penerapan awal dari teknologi ini, yaitu (i) makanan dan minuman, (ii) tekstil dan pakaian, (iii) otomotif, (iv) kimia, dan (v) elektronik. Sektor ini dipilih menjadi fokus setelah melalui evaluasi dampak ekonomi dan kriteria kelayakan implementasi yang mencakup ukuran PDB, perdagangan, potensi dampak terhadap industri lain, besaran investasi, dan kecepatan penetrasi pasar. Indonesia akan mengevaluasi strategi dari setiap fokus sektor setiap tiga sampai empat tahun untuk meninjau kemajuannya dan mengatasi tantangan pelaksanaannya.

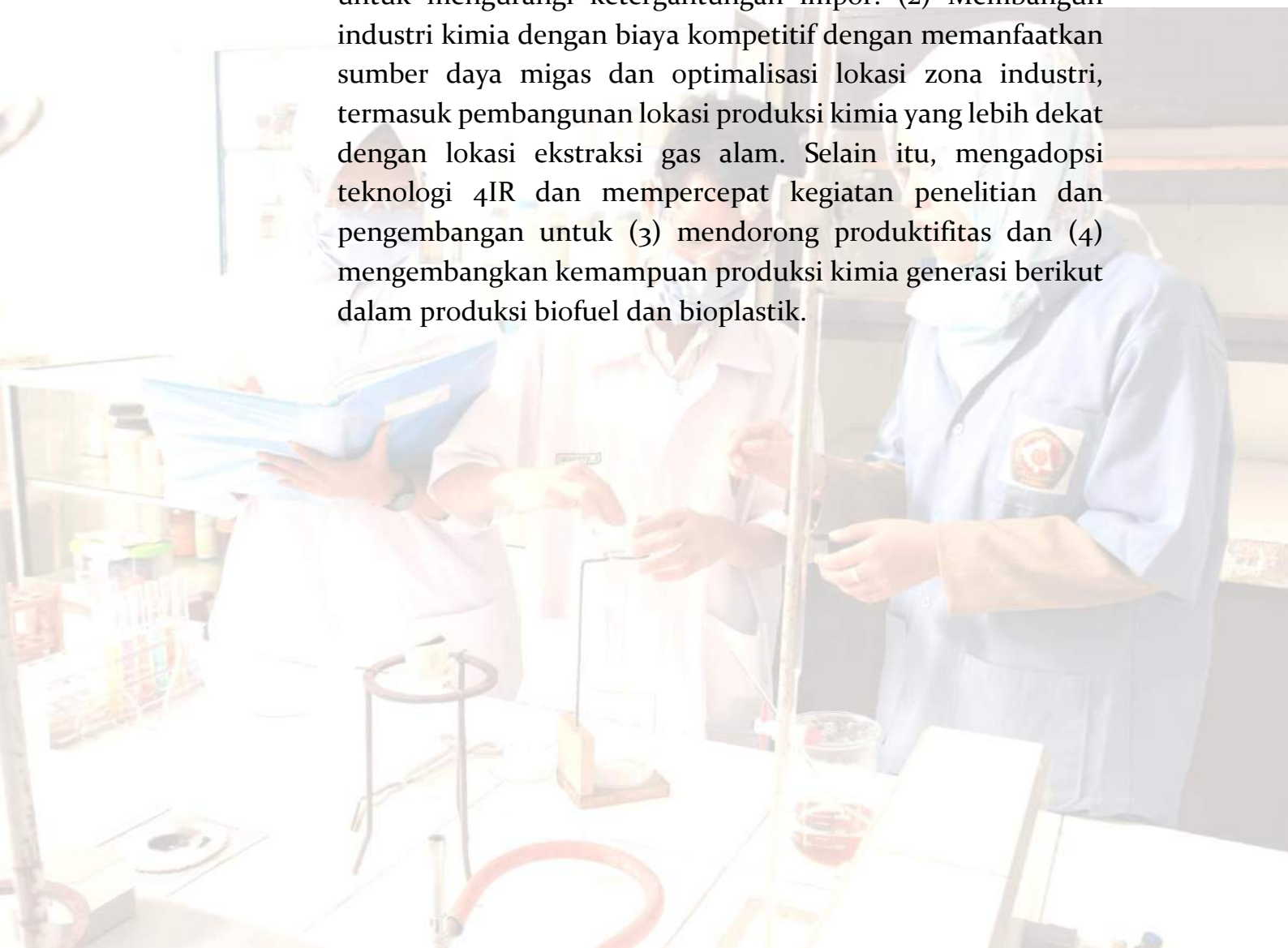


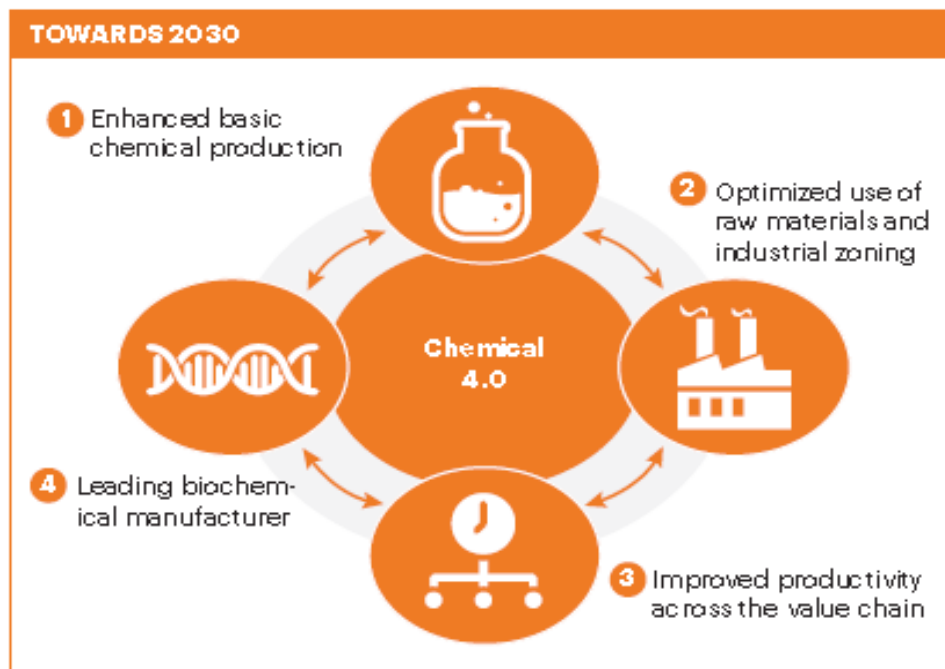
Gambar 79. Fokus Sektor Strategis Menghadapi Revolusi Industri 4.0



a. Program Keahlian Teknik Kimia

Penguatan sektor industri kimia sangat penting untuk dapat membangun industri manufaktur yang dapat bersaing secara global. Indonesia saat ini masih berada pada tahap pengimpor bahan kimia dasar, namun ingin memperluas kapasitas dan membangun kemampuannya untuk menjadi net eksportir dan produsen bahan kimia spesialis. Indonesia akan memakai sumber daya pertaniannya yang melimpah sebagai salah satu modal untuk membangun keunggulan produksi produk biokimia yang berdaya saing. Sekolah kejuruan dengan program keahlian teknik kimia memiliki peran dalam mengisi tenaga kerja di industri kimia. Target dan strategi industri kimia 4.0 bersama Program Keahlian Teknik Kimia adalah menyusun roadmap hingga 2030 termasuk: (1) Mendorong pembangunan kapasitas pasokan petrokimia dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan impor. (2) Membangun industri kimia dengan biaya kompetitif dengan memanfaatkan sumber daya migas dan optimalisasi lokasi zona industri, termasuk pembangunan lokasi produksi kimia yang lebih dekat dengan lokasi ekstraksi gas alam. Selain itu, mengadopsi teknologi 4IR dan mempercepat kegiatan penelitian dan pengembangan untuk (3) mendorong produktifitas dan (4) mengembangkan kemampuan produksi kimia generasi berikut dalam produksi biofuel dan bioplastik.





Gambar 8o. Roadmap Industri Kimia 4.o

Teknologi Industri Kimia memiliki dampak yang besar terhadap kemajuan teknologi. Bahkan, bidang ini mampu memberikan energi dan material baru yang lebih murah, awet, kuat, dan rendah emisi/polusi. Pertimbangan peralatan yang dibutuhkan dalam mempersiapkan industri kimia 4.o sebagai berikut.

- 1) *Asset Management (Plants utilization optimization)*
 - a) *IoT*: Data dikumpulkan dari peralatan penting (turbin, kompresor, dll)
 - b) *AI*: Memprediksi dan mendiagnosa potensi kerusakan, membuat jadwal pemeliharaan dan rencana pengadaan komponen untuk meminimalkan pengeluaran pemeliharaan dan memaksimalkan *output*
- 2) *Resources Management (Energy cost management)*
 - a) *IoT*: Monitor arus, PH, suhu, tingkat tekanan, viskositas, dll.



- b) *AI*: Melakukan pemodelan data untuk mengembangkan nilai target dalam konsumsi energi pabrik dan membuat strategi pengelolaan energi yang paling efisien untuk meminimalkan biaya
- 3) *Labor Management (Safety risk management)*
 - a) *Advanced robotics*: Memungkinkan tenaga kerja untuk memeriksa lokasi/peralatan berbahaya, misalnya saluran listrik, tangki kimia, saluran pipa.
 - b) *Employee training*
 - c) *VR wearables*: Melatih staf untuk dapat mengatasi berbagai situasi di tempat kerja
- 4) *Supply chain management (Demand forecasting)*

AI: Membuat model perkiraan dengan mempertimbangkan berbagai faktor misal musim, data makro, peraturan, dan strategi perusahaan
- 5) *Product development*

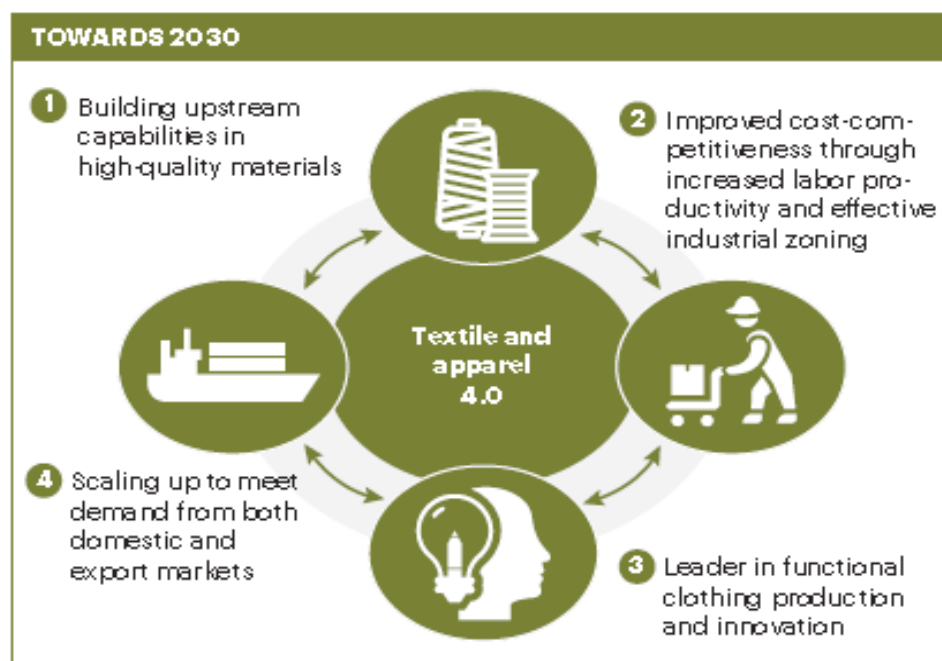
3D Printing: Memungkinkan perusahaan untuk merancang reaktor secara digital yang dapat mengontrol reaksi kimia tertentu.
- 6) *Product delivery vilibility*
 - a) *IoT*: Memantau reaksi kimia selama proses pengiriman dan membuat peringatan ketika terjadi reaksi kimia yang kurang optimal
 - b) *AI*: Melakukan proses pemecahan masalah secara otomatis selama proses pengiriman

b. Program Keahlian Teknologi Tekstil

Sekolah kejuruan dengan program keahlian teknologi tekstil memiliki peran dalam mengisi tenaga kerja di industri tekstil. Untuk itu, target dan strategi industri tekstil 4.0 bersama SMK Program Keahlian Teknologi Tekstil menyusun roadmap hingga 2030: (1) Meningkatkan ke-mampuan di sektor



hulu, fokus pada produksi serat kimiawi dan bahan pakaian dengan biaya yang lebih rendah dan berkualitas tinggi untuk meningkatkan daya saing di pasar global. (2) Meningkatkan produktifitas manufaktur dan buruh melalui penerapan teknologi, optimalisasi lokasi pabrik serta peningkatan ketrampilan. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pergeseran permintaan dari pakaian dasar (*basic clothing*) menjadi pakaian fungsional, seperti baju olahraga, Indonesia harus mampu untuk (3) membangun kemampuan produksi *functional clothing* dan (4) meningkatkan skala ekonomi untuk memenuhi permintaan *functional clothing* yang terus berkembang, baik di pasar domestik maupun ekspor.



Gambar 81. Roadmap Industri Tekstil 4.0

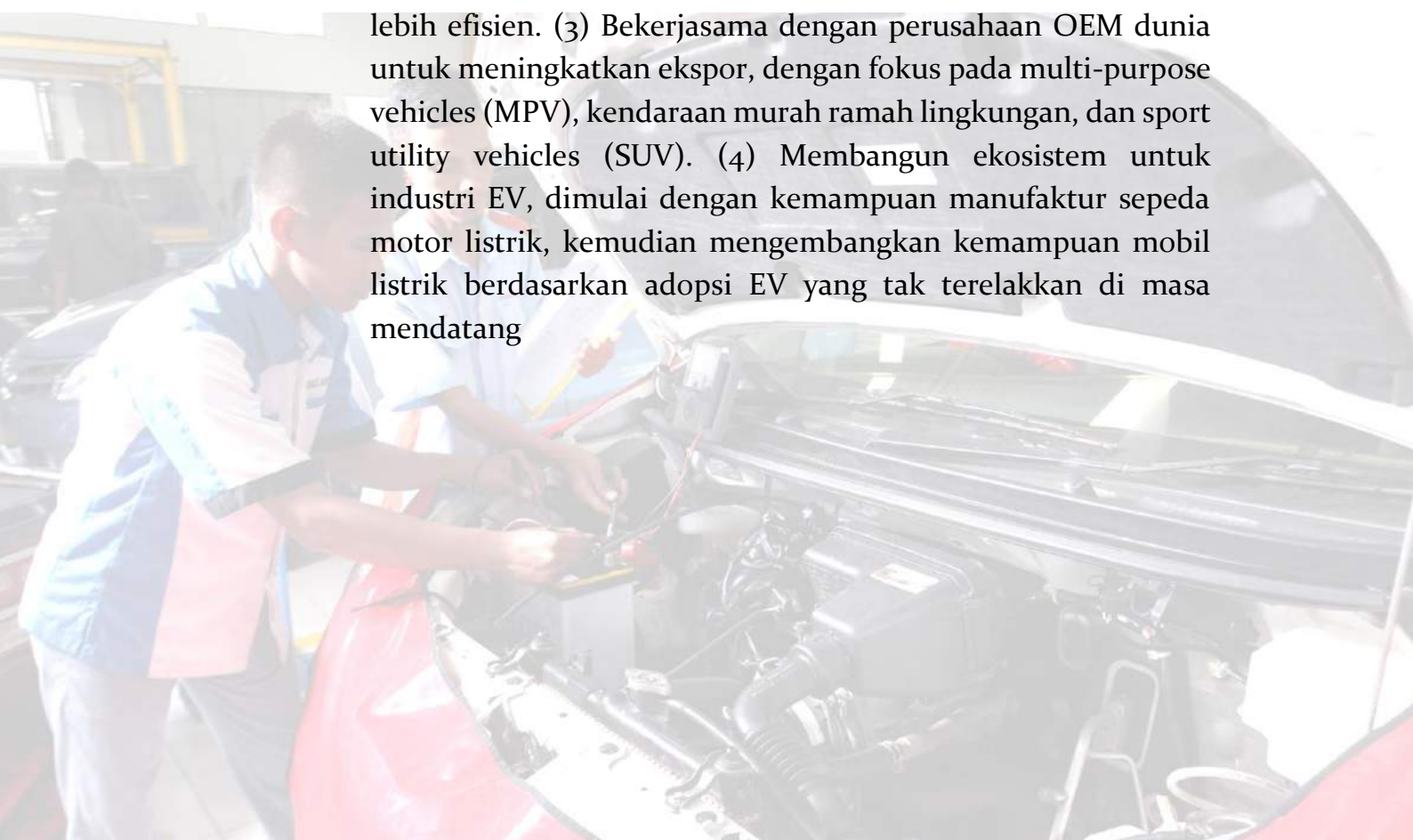
Teknologi Industri Tekstil memiliki dampak yang besar terhadap kemajuan teknologi. Bahkan, bidang ini mampu memberikan model dan pengolahan bahan yang lebih murah, awet, kuat, dan rendah emisi/polusi. Untuk itu jalur menuju textile & apparel 4.0 sebagai berikut:

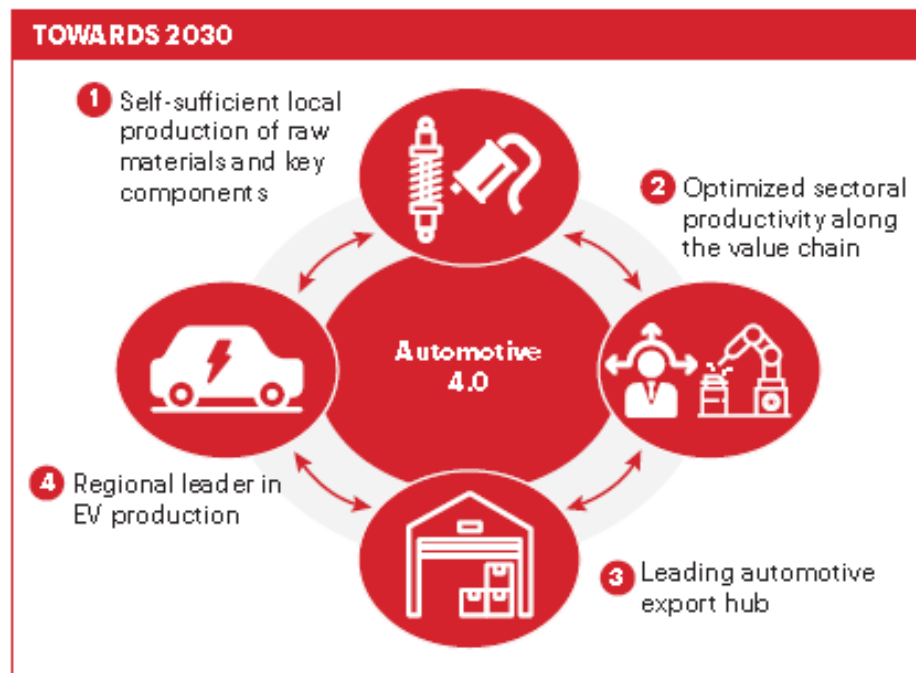


- 1) Tingkatkan sektor hulu dengan misal Serat kimia dengan biaya rendah dan kualitas yang baik.
- 2) Tingkatkan produktivitas dengan mengadopsi teknologi misal sistem pengendalian limbah berbasis sensor, digital prototyping.
- 3) Meningkatkan kemampuan desain dan produksi pakaian.
- 4) Membangun kluster industri kecil dan melakukan promosi misal zonasi industri.
- 5) Meningkatkan skala ekomi untuk meningkatkan daya saing di pasar global.

c. Program Keahlian Teknik Otomotif

Sekolah kejuruan dengan program keahlian teknik otomotif memiliki peran dalam mengisi tenaga kerja di industri otomotif modern. Untuk itu, target dan strategi industri otomotif 4.0 bersama Program Studi Teknik Otomotif adalah menyusun roadmap hingga 2030 dengan strategi otomotif 4.0 termasuk: (1) Menaikkan produksi lokal, dalam hal (1) volume dan (2) efisiensi produksi bahan baku dan komponen penting melalui adopsi teknologi dan pengembangan infrastruktur, seperti pembangunan zona industri terpadu dan platform logistik yang lebih efisien. (3) Bekerjasama dengan perusahaan OEM dunia untuk meningkatkan ekspor, dengan fokus pada multi-purpose vehicles (MPV), kendaraan murah ramah lingkungan, dan sport utility vehicles (SUV). (4) Membangun ekosistem untuk industri EV, dimulai dengan kemampuan manufaktur sepeda motor listrik, kemudian mengembangkan kemampuan mobil listrik berdasarkan adopsi EV yang tak terelakkan di masa mendatang





Gambar 82. Roadmap Industri Otomotif 4.0

Teknologi Industri otomotif memiliki dampak yang besar terhadap kemajuan dunia otomotif. Bahkan, bidang ini mampu memberikan model otomotif futuristik, teknologi produksi yang terintegrasi IoT, jasa service terintegrasi IoT, dan pengolahan bahan yang lebih murah, awet, kuat, dan rendah emisi/polusi. Untuk itu jalur menuju industri otomotif 4.0 sebagai berikut:

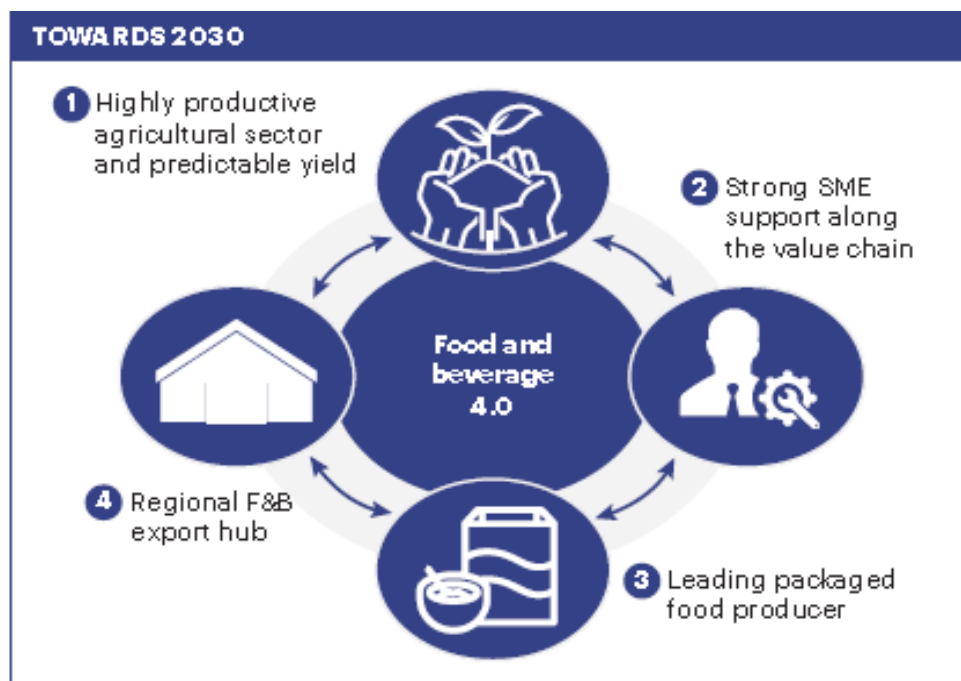
- 1) *Self-sufficient local production of raw materials and key components*
- 2) *Optimized productivity along the value chain*
- 3) *Leading automotive export hub*
- 4) *Regional leader in EV production*

d. Program Keahlian Tata Boga

Sekolah kejuruan dengan program keahlian tata boga memiliki peran dalam mengisi tenaga kerja di industri makanan dan minuman modern. Untuk itu, target dan strategi industri



makanan & minuman 4.0 bersama Program Keahlian Tata Boga adalah menyusun roadmap hingga 2030 dengan strategi otomotif 4.0 termasuk: (1) Mendorong produktifitas di sektor hulu yaitu pertanian, peternakan, dan perikanan, melalui penerapan dan investasi teknologi canggih seperti sistem monitoring otomatis dan autopilot drones. (2) Karena lebih dari 80% tenaga kerja di industri ini bekerja di UMKM, termasuk petani dan produsen skala kecil, Indonesia akan membantu UMKM di sepanjang rantai nilai untuk mengadopsi teknologi yang dapat meningkatkan hasil produksi dan pangsa pasar mereka. (3) Berkomitmen untuk berinvestasi pada produk makanan kemasan untuk menangkap seluruh permintaan domestik di masa datang seiring dengan semakin meningkatnya permintaan konsumen. (4) Meningkatkan ekspor dengan memanfaatkan akses terhadap sumber daya pertanian dan skala ekonomi domestik.

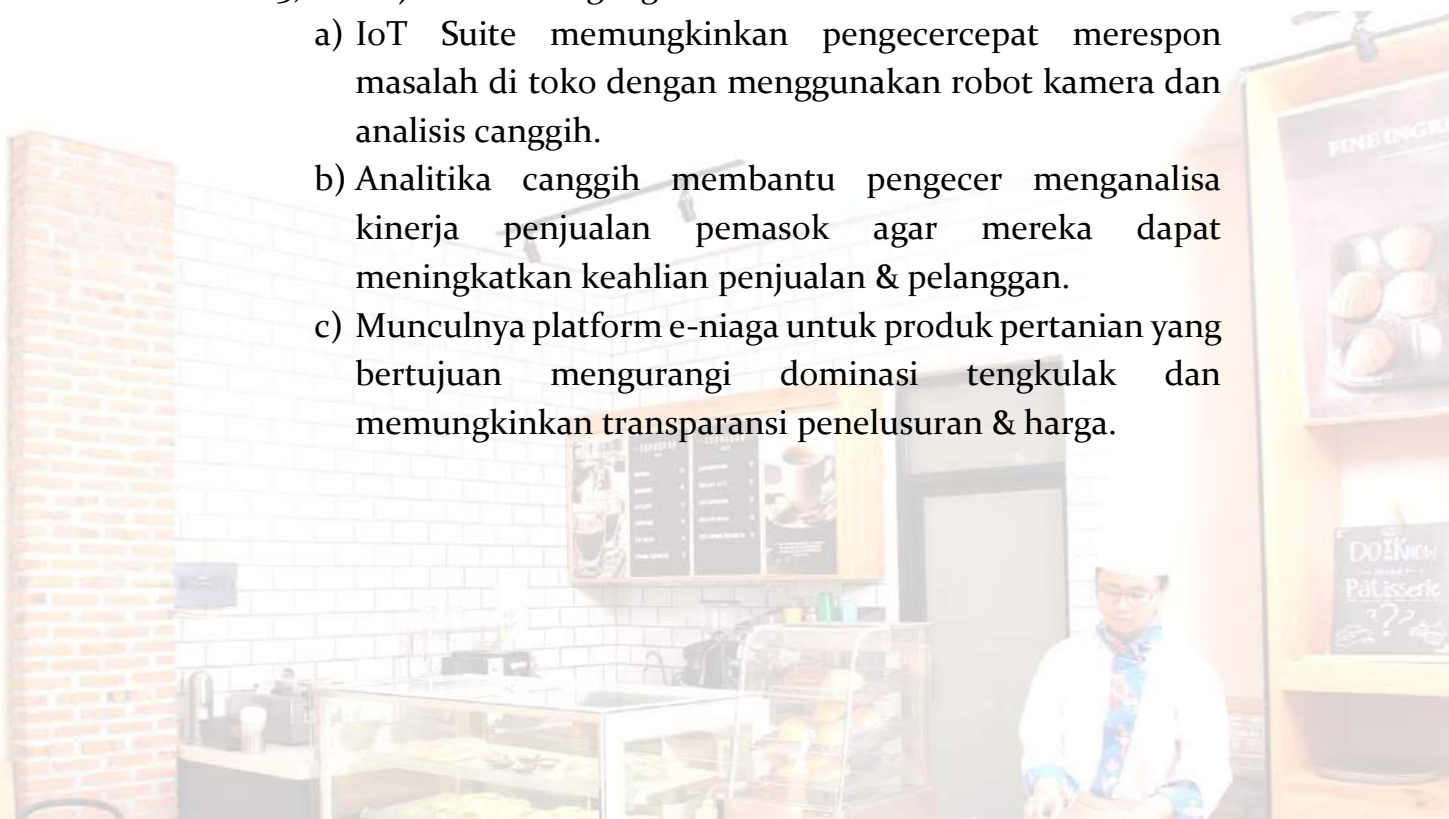


Gambar 83. Roadmap Industri Makanan dan Minuman 4.0



Teknologi industri makanan dan minuman memiliki dampak yang besar terhadap kemajuan kebutuhan konsumsi manusia secara global. Bahkan, bidang ini mampu memberikan model pengolahan makanan dan minuman berbasis digital, cepat saji, proses yang modern dan massal serta pengolahan bahan yang lebih murah, awet, kuat, dan rendah emisi/polusi. Untuk itu kebutuhan menuju era makanan dan minuman 4.0 sebagai berikut:

- 1) Hasil Pengolahan Pertanian/Peternakan/Perikanan
 - a) Teknologi drone menggunakan kamera mendeteksi pohon yang terinfeksi cacing tas agar sasaran pestisida semprot menjadi lebih baik.
 - b) Sistem intelijen secara individual dapat memantau kondisi kesehatan, reproduksi, gizi & kesehatan sapi menggunakan tag tubuh dan aplikasi.
- 2) Pengolahan/Pengemasan Makanan dengan Sistem Kerja Otomatisasi
 - a) Mesin sortir otomatis canggih mampu memeriksa jutaan unit produk per-jam, meningkatkan hasil, produktivitas serta konsistensi kualitas.
 - b) AI Tensor-Flow dengan cepat memeriksa kualitas bahan makanan.
- 3) Manajemen Perdagangan/Ritel
 - a) IoT Suite memungkinkan pengecer merespon masalah di toko dengan menggunakan robot kamera dan analisis canggih.
 - b) Analitika canggih membantu pengecer menganalisa kinerja penjualan pemasok agar mereka dapat meningkatkan keahlian penjualan & pelanggan.
 - c) Munculnya platform e-niaga untuk produk pertanian yang bertujuan mengurangi dominasi tengkulak dan memungkinkan transparansi penelusuran & harga.

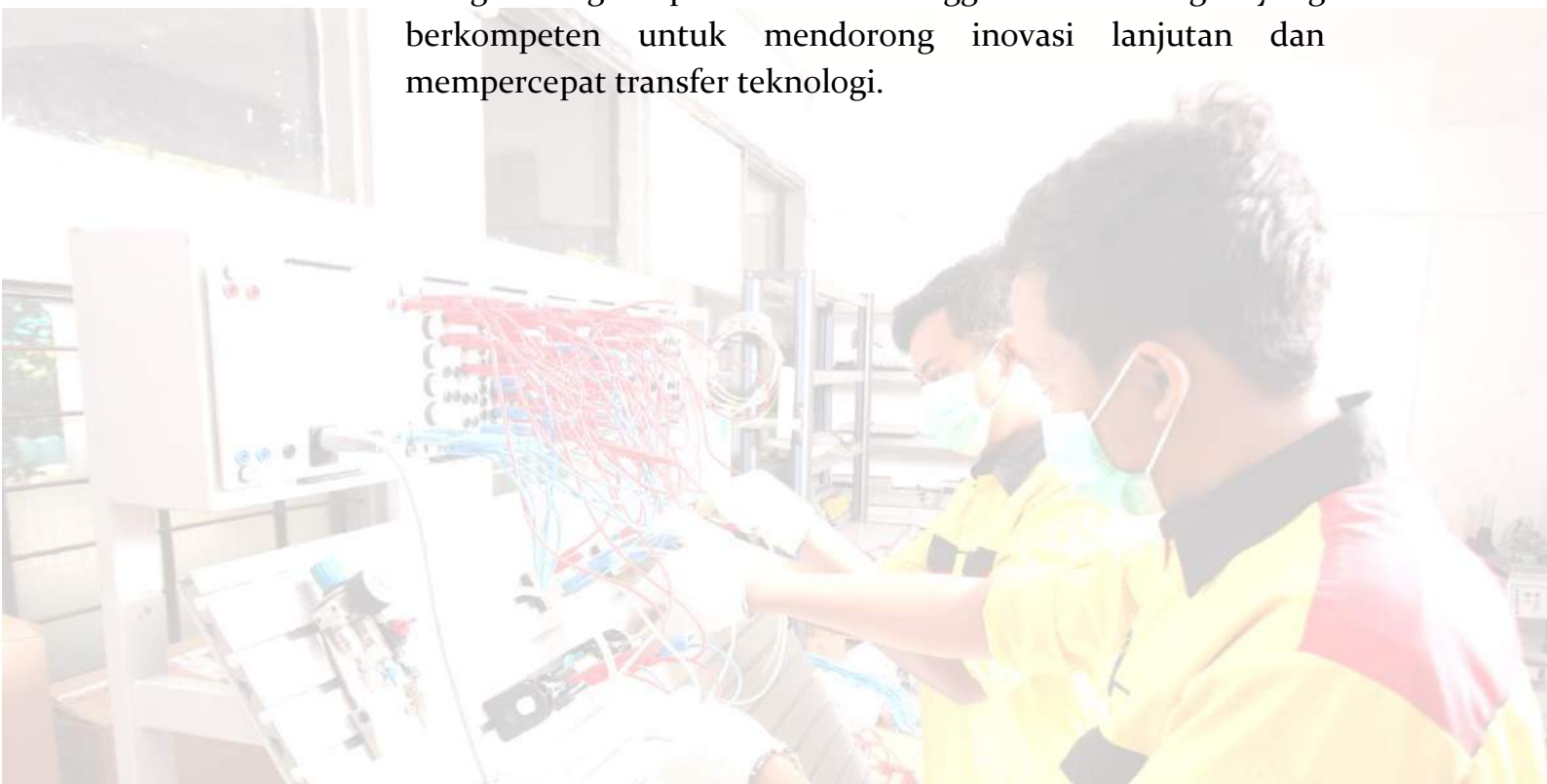


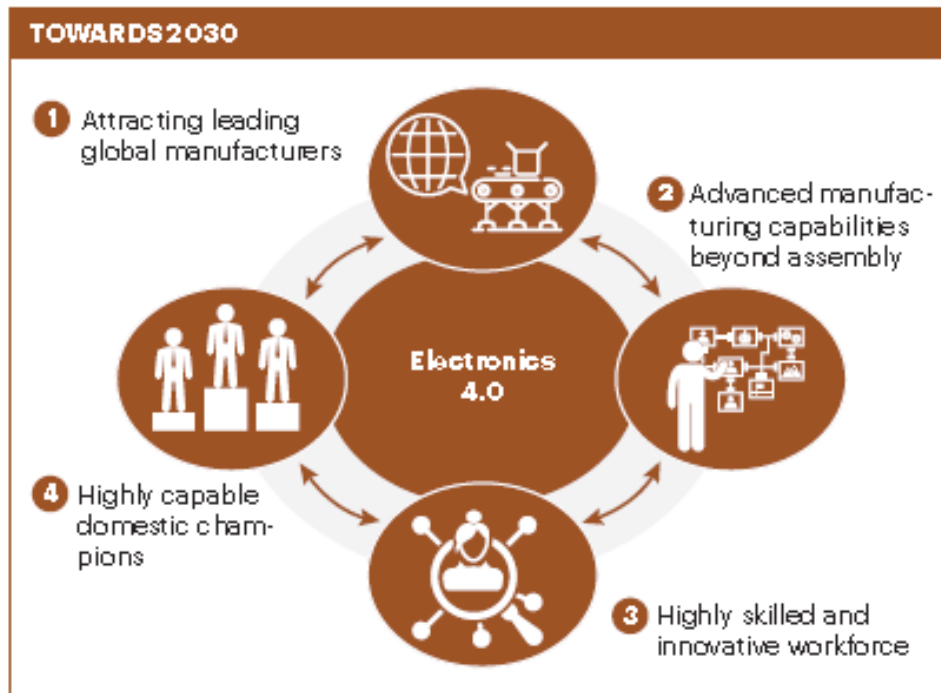
4) Logistik

- a) Sistem pengelolaan peti kemas jarak jauh memberikan data tepat waktu untuk memantau lokasi, suhu serta status energi. Teknologi ini diharapkan dapat memotong biaya operasional, memperbaiki operasi armada dan mencegah kerusakan produk.
- b) Analitika memungkinkan pemantauan waktu nyata & manajemen aset-aset yang didinginkan di fasilitas rantai yang berpendingin untuk meningkatkan operasi end-to-end dan jaminan kualitas.

e. Program Keahlian Teknik Elektronika

Sekolah kejuruan dengan program keahlian teknik elektronika memiliki peran dalam mengisi tenaga kerja di industri elektronika modern. Untuk itu, target dan strategi industri elektronika 4.0 bersama Program Keahlian teknik elektronika adalah menyusun roadmap hingga 2030 dengan strategi otomotif 4.0 termasuk: (1) Menarik pemain global ter-kemuka dengan paket insentif yang menarik dan (2) mengembangkan kemampuan dalam memproduksi komponen elektro-nik bernilai tambah. (3) Mengembangkan kemampuan tenaga kerja dalam negeri melalui pelatihan intensif dan menarik tenaga kerja asing di bidang tertentu yang dibutuhkan dan (4) mengembangkan pelaku industri unggulan dalam negeri yang berkompeten untuk mendorong inovasi lanjutan dan mempercepat transfer teknologi.





Gambar 84. Roadmap Industri Elektronika 4.0





BAB 3



PROTOTYPE BENGKEL DAN LABORATORIUM KEJURUAN

A. Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa

1. Bengkel Teknik Pemesinan

Teknik pemesinan adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun teknologi dan rekayasa. Pemilihan kompetensi keahlian untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi ini sangat dekat sekali dengan modernisasi industri. Pekerjaan pemesinan di industri manufaktur sekarang ini telah banyak menggunakan mesin-mesin non-konvensional dibandingkan sekolah kejuruan dengan alat/mesin masih termasuk dalam kategori konvensional. Kajian ini



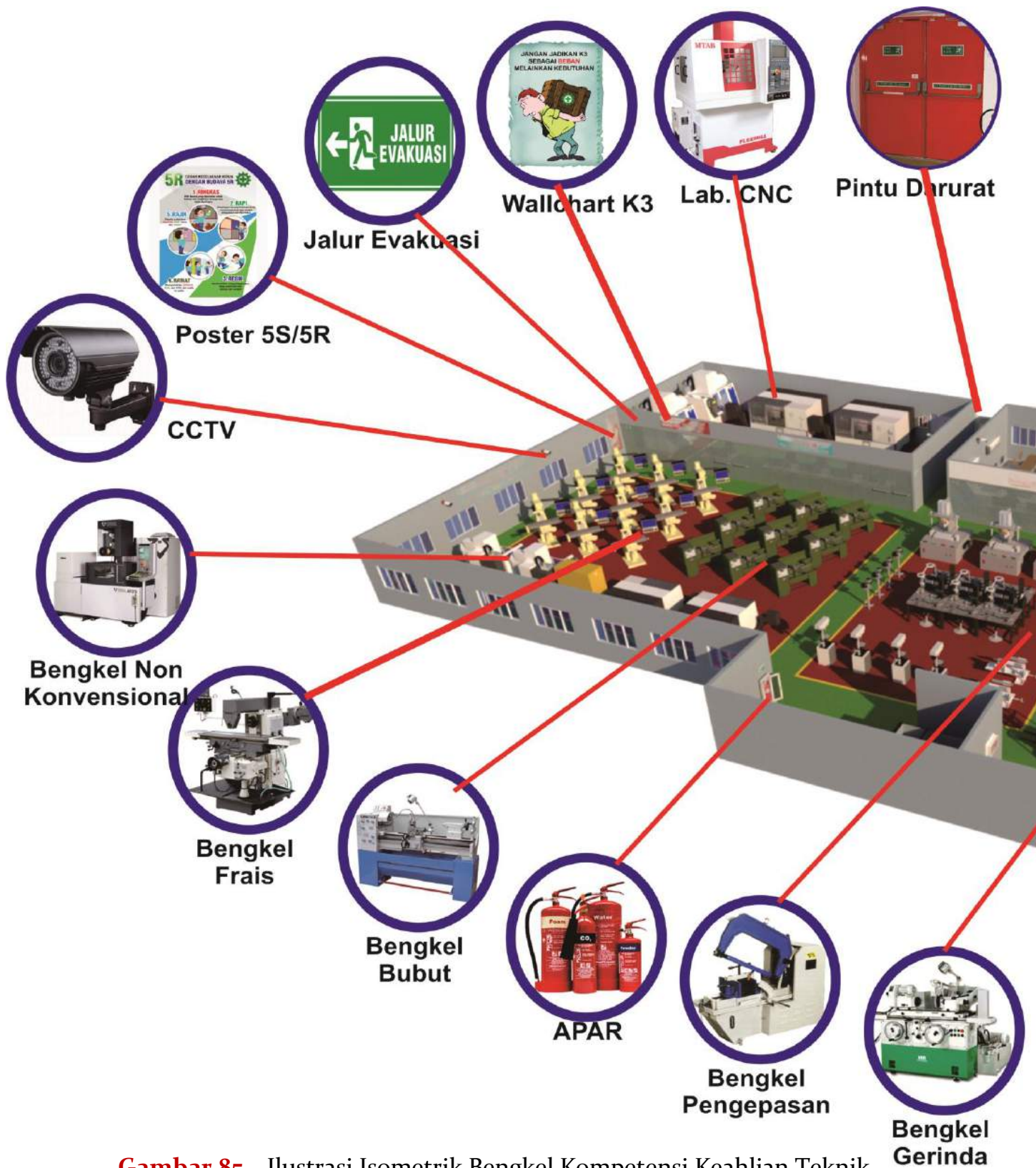
akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan bengkel pemesinan beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

a. Desain Bengkel

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian teknik pemesinan. Namun, Berdasarkan informasi pada denah di atas, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Dikatakan sebagai bengkel yang nyaman dan aman apabila ergonomis checkpoint dan aman apabila tersedia perlengkapan K3 dan mitigasi bencana yang lengkap. Selain itu, disediakan i-spaces dan wahana diskusi bebas di dalam bengkel untuk mengasah kreatifitas dan inovasi siswa SMK ketika menggunakan ruang praktik. Berikut adalah desain bengkel teknik pemesinan di SMK yang ideal.

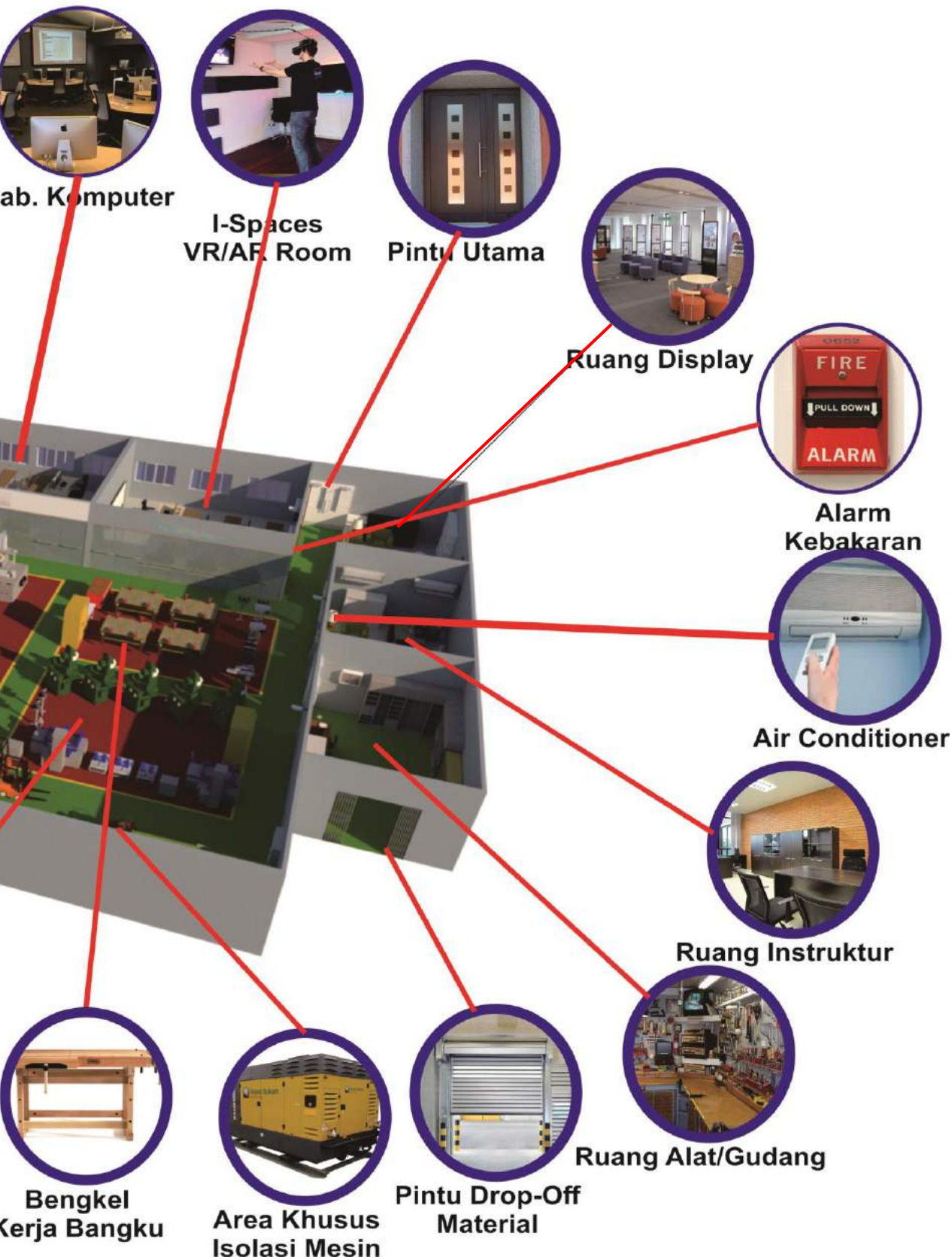




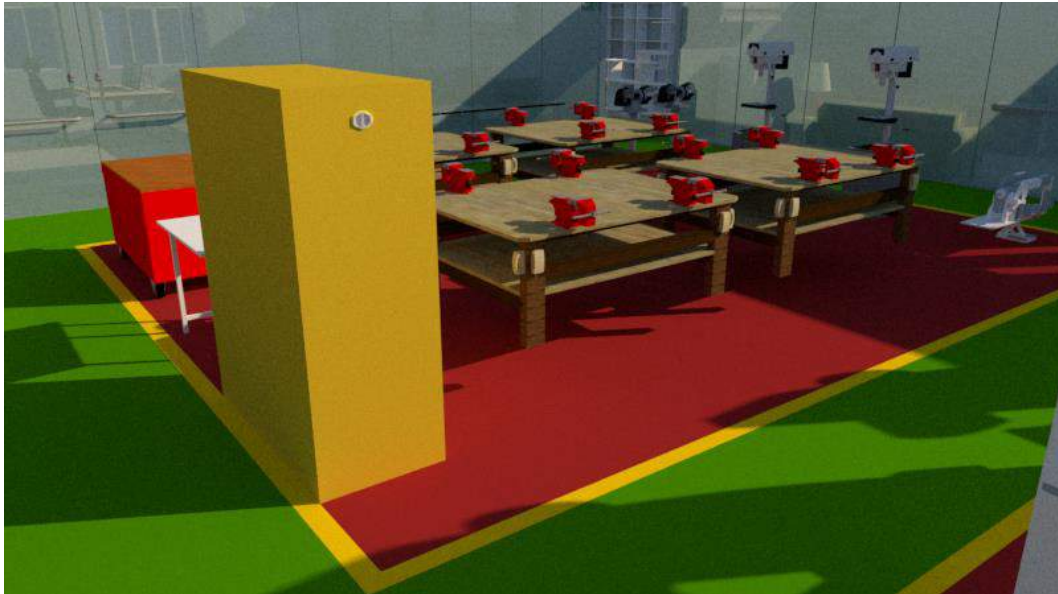


Gambar 85. Ilustrasi Isometrik Bengkel Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan





b. Fasilitas Utama



Gambar 86. Ilustrasi Area Praktik Kerja Bangku

Tabel 6. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Bangku

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Vise</i>	Untuk menjepit benda dalam mempermudah pemotongan, pengikiran, dan pengukuran	16	-	0
2.	<i>Bench Grinder</i>	Untuk menggerinda permukaan dengan model duduk di <i>workbench</i>	2	1	2
3.	<i>12 File and Rasp</i>	Untuk praktik mengikir	16	-	0
4.	<i>Gergaji Besi (Hand Saw)</i>	Untuk memotong material	16	-	0
5.	<i>Power Hacksaw Machine</i>	Untuk memotong benda kerja yang besar menjadi bagian kecil sebelum dilakukan proses pembubutan	4	2	8
6.	<i>Drilling Machine</i>	Untuk melubangi benda kerja	8	2,25	18
7.	<i>Angle Block Set</i>	Untuk bantu menahan benda kerja dalam pengukuran	2	-	0



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
8.	<i>Vernier High Gauge</i>	Memberikan tanda dan mengukur ketinggian benda kerja	4	1	4
9.	<i>Workbench</i>	Untuk area meletakkan benda kerja, pengukuran, peletakkan ragam, pekerjaan kerja bangku	4	15	60
10.	<i>Stool</i>	Untuk duduk peserta didik ketika praktik kerja bangku	16	1	16
11.	Meja Rata	Mengecek kerataan permukaan benda kerja dan melakukan penandaan pengukuran bersama <i>high gauge</i>	3	2,25	6,75
Total Area Praktik Kerja Bangku					114,75

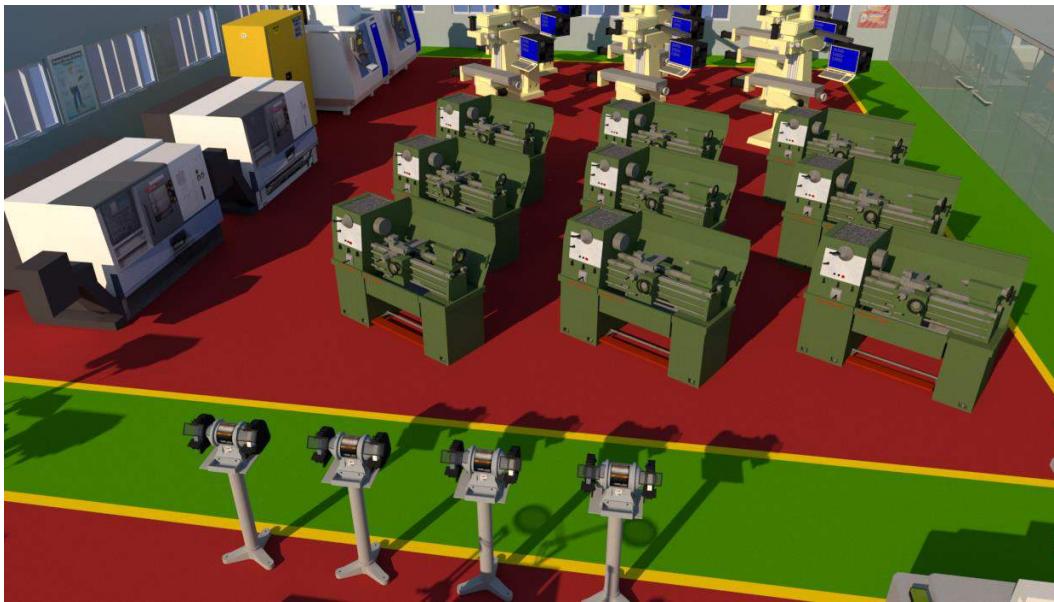


Gambar 87. Ilustrasi Area Praktik Mesin Gerinda

Tabel 7. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Mesin Gerinda

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Power Hacksaw Machine</i>	Untuk memotong benda kerja yang besar menjadi bagian kecil sebelum dilakukan proses pembubutan	4	2	8
2.	<i>Cut Off Saw</i>	Untuk memotong material atau benda kerja	4	3	12
3.	<i>Universal Tool Cutter & Grinder</i>	Untuk mengasah dan menajamkan kembali pisau bubut yang sudah tumpul	4	6	24
4.	<i>Universal Surface Grinder Machine</i>	Untuk menggerinda dan menghaluskan permukaan benda kerja	4	6	24
5.	<i>Wheel Grinder Set</i>	Batu gerinda mesin gerinda permukaan	16	-	0
6.	<i>Mini Surface Grinder</i>	Untuk menggerinda dan menghaluskan permukaan benda kerja yang lebih kecil	4	2,25	9
7.	<i>Wheel Grinder for Mini Surface Grinder</i>	Batu gerinda mini untuk mesin gerinda permukaan mini	16	-	0
8.	<i>Bench Grinder</i>	Untuk menggerinda permukaan dengan model duduk di <i>workbench</i>	4	1,5	6
9.	<i>Polishing Machine</i>	Untuk menghaluskan permukaan benda kerja	4	1,5	6
Total Area Praktik Kerja Mesin Gerinda					89





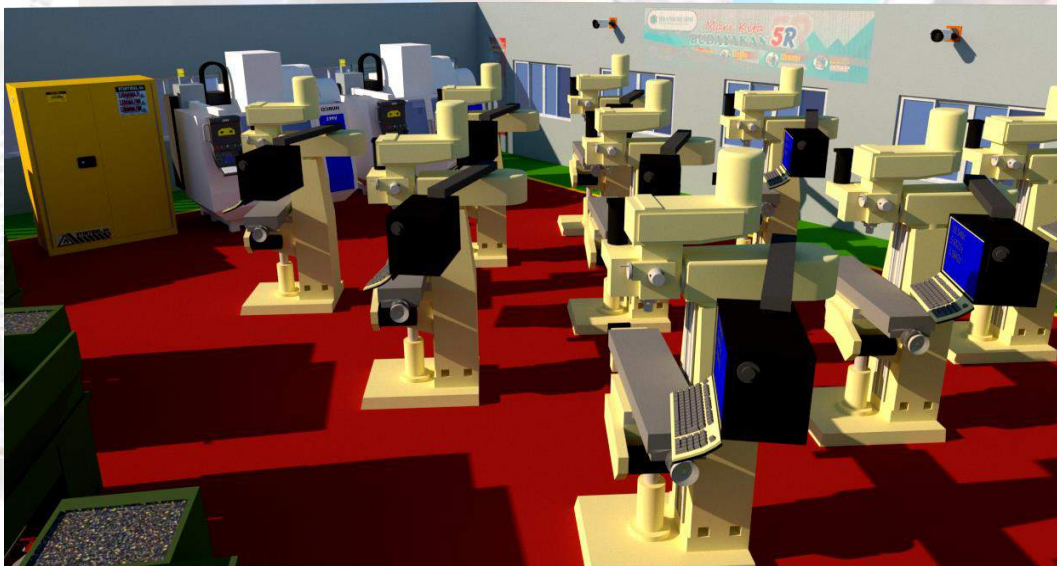
Gambar 88. Ilustrasi Area Praktik Mesin Bubut

Tabel 8. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Mesin Bubut

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Power Hacksaw Machine</i>	Untuk memotong benda kerja yang besar menjadi bagian kecil sebelum dilakukan proses pembubutan	2	1	2
2.	<i>Turning Machine</i>	Untuk membubut benda kerja dari logam sesuai dengan yang diinginkan dengan panjang maksimal 1 meter	16	6	96
3.	<i>Shank Lathe Turning Tool</i>	Untuk memotong benda kerja yang dibubut dan dipasang pada mesin bubut	16	-	0
4.	<i>Insert</i>	Pisau frais untuk mesin frais	8	-	0



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
5.	<i>CNC Lathe Machine</i>	Untuk membubut benda kerja memakai program computer <i>CNC-controlled Flat Bed Lathe Machine</i>	6	6	36
6.	<i>CNC Lathe Trainer</i>	Pelatihan penggunaan mesin bubut CNC sama seperti aslinya, dan hasilnya dapat diaplikasikan secara langsung	6	6	36
Total Area Praktik Kerja Mesin Bubut					170



Gambar 89. Ilustrasi Area Praktik Mesin Frais

Tabel 9. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Mesin Frais

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>High Precision Universal Milling Machine with Swivel-able Milling Head</i>	Untuk proses frais pada benda kerja yang dikehendaki	8	6	48
2.	<i>Chamfer Countersink Set</i>	Untuk memfrais benda kerja dari sudut 45 derajat	16	-	0
3.	<i>End Mill</i>	Pisau frais untuk mesin frais	16	-	0
4.	<i>Face Mill</i>	Pisau frais untuk mesin frais	16	-	0
5.	<i>Modul</i>	Pisau frais untuk mesin frais	16	-	0
6.	<i>Boring</i>	Pisau frais untuk mesin frais	8	-	0
7.	<i>Angle Milling Cutter</i>	Pisau frais untuk mesin frais	8	-	0
8.	<i>Rotary Table</i>	Table untuk mesin milling	16	-	0
9.	<i>Universal Dividing Head</i>	Alat bantu kelengkapan mesin milling memegang benda kerja yang dapat diputar	8	-	0
10.	<i>Universal Clamping Kit</i>	Alat untuk klamp/jepit benda kerja pada mesin milling.	6	-	0
11.	<i>Universal Vise Milling</i>	Alat jepit benda kerja yang akan di bor oleh mesin frais	8	-	0
12.	<i>Angle Block Set</i>	Untuk bantu menahan benda kerja yang akan difrais	8	-	0
13.	<i>Drilling & Milling</i>	Untuk memfrais dan mengebor/membuat	8	4	32



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
	<i>Machine</i>	lubang benda kerja sesuai dengan kebutuhan			
14.	<i>CNC Milling Machine</i>	Mesin untuk memfrais yang sudah dikontrol oleh computer	6	6	36
15.	<i>CNC Milling Trainer</i>	Pelatihan penggunaan mesin Milling CNC sama seperti aslinya, dan hasilnya dapat diaplikasikan secara langsung	6	6	36
16.	<i>CNC Trainer</i>	Untuk pelatihan penggunaan CNC baik diaplikasikan kepada aplikasi bubut komputer maupun frais komputer	8	6	48
17.	<i>4 Flute Face End Mill</i>	Pisau frais untuk mesin cnc frais	16	-	0
18.	<i>Electrical Discharge Machine</i>	Pemesinan non-konvensional untuk pekerjaan dengan kepresisian yang tinggi	2	6	12
19.	<i>Water Jet Machine</i>	Pemesinan non-konvensional untuk pekerjaan dengan kepresisian yang tinggi	2	6	12
20.	<i>Electro Chemical Machine</i>	Pemesinan non-konvensional untuk pekerjaan dengan kepresisian yang tinggi	2	6	12
21.	Meja Rata	Mengecek kerataan permukaan benda kerja dan melakukan penandaan pengukuran bersama <i>high gauge</i>	2	2,25	4,5
Total Area Praktik Kerja Mesin Frais					240,5



Tabel 10. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Laboratorium Pneumatik dan Hidrolika

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Basic Pneumatic Training System</i>	Trainer pelatihan <i>pneumatic system</i>	4	3	12
2.	<i>Basic Hydraulic Training System</i>	Trainer pelatihan <i>hydraulic system</i>	4	3	12
3.	<i>PLC Training</i>	Trainer pelatihan PLC	8	3	24
4.	<i>Pneumatic Robot Training System</i>	Trainer pemindahan barang secara terprogram	2	4	8
5.	<i>Basic Electro-Pneumatic Training System</i>	Trainer pelatihan <i>electro-pneumatic system</i>	4	3	7
Total Area Praktik Kerja Laboratorium Pneumatik & Hidrolik					63

Tabel 11. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Laboratorium Desain

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Computer Set</i>	Mendesain/ merancang bentuk 3D atau 2D, dapat juga digunakan untuk CAD CAM	16	-	0
2.	<i>Software CAD CAM Simulator</i>	Mensimulasikan pekerjaan sebelum di running ke CNC	16	-	0
3.	<i>Drawing Table</i>	Menggambar teknik secara manual	16	1,5	24
4.	<i>Multi Touch Drawing Table</i>	Menggambar teknik model <i>touchscreen</i>	16	1,5	24
Total Area Praktik Kerja Laboratorium Desain					48



Tabel 12. Total Area Bengkel Pemesinan yang Ideal

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Area Praktik Kerja Bangku	1	114,75	114,75
7.	Area Praktik Mesin Gerinda	1	89	89
8.	Area Praktik Mesin Bubut	1	170	170
9.	Area Praktik Mesin Frais	1	240,5	240,5
10.	Laboratorium Pneumatik dan Hidrolik	1	63	63
11.	Laboratorium Desain	1	48	48
12.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
13.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
14.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Bengkel Pemesinan yang Ideal				1.118,25

2. Bengkel Otomasi Industri

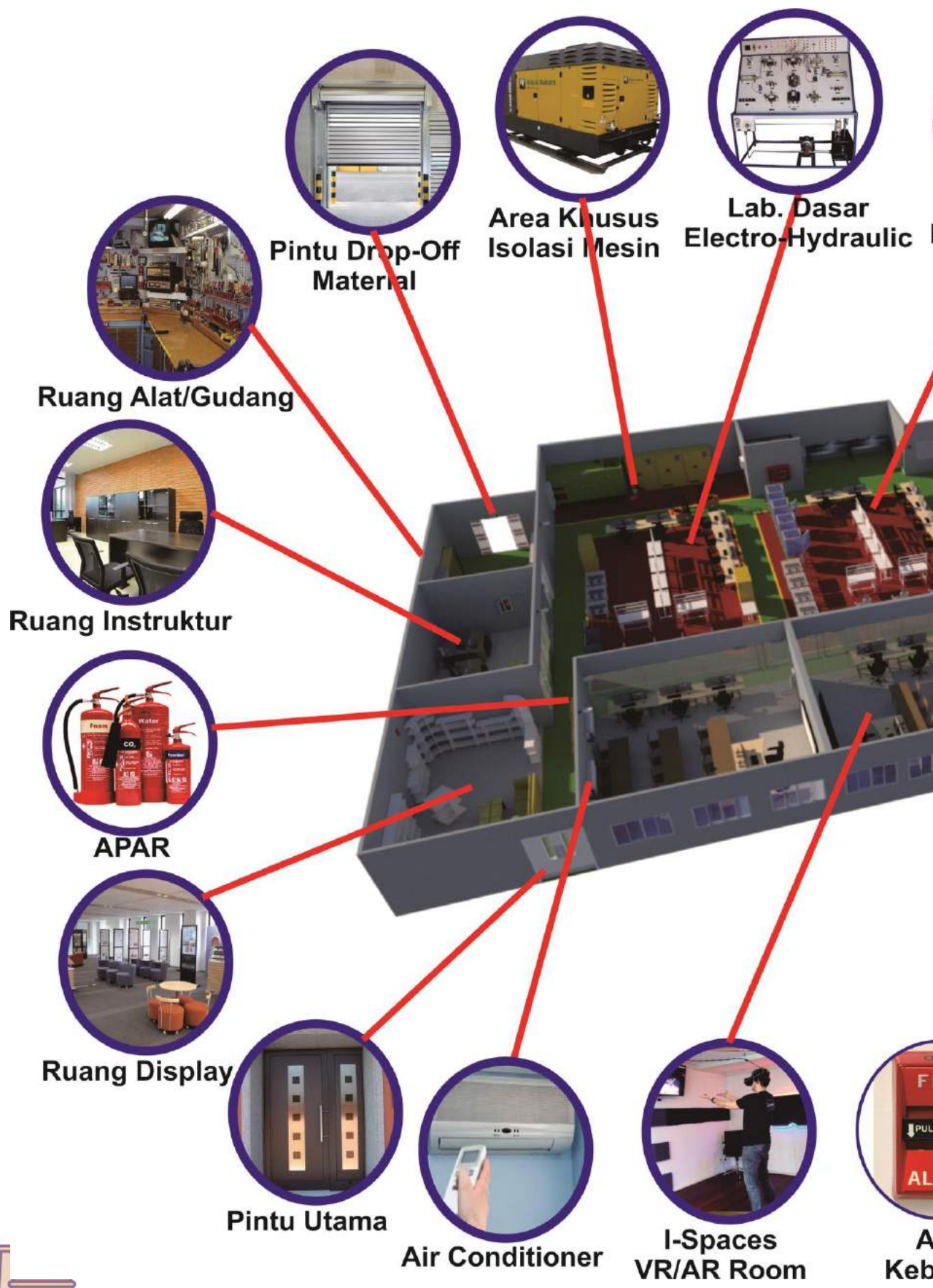
Otomasi industri adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun teknologi dan rekayasa. Pemilihan kompetensi keahlian untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi ini sangat dekat sekali dengan era industri 4.0. Pekerjaan otomasi industri telah banyak menggunakan teknologi robotik, bahkan berbasis *wireless*. Kajian ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan bengkel otomasi industri beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

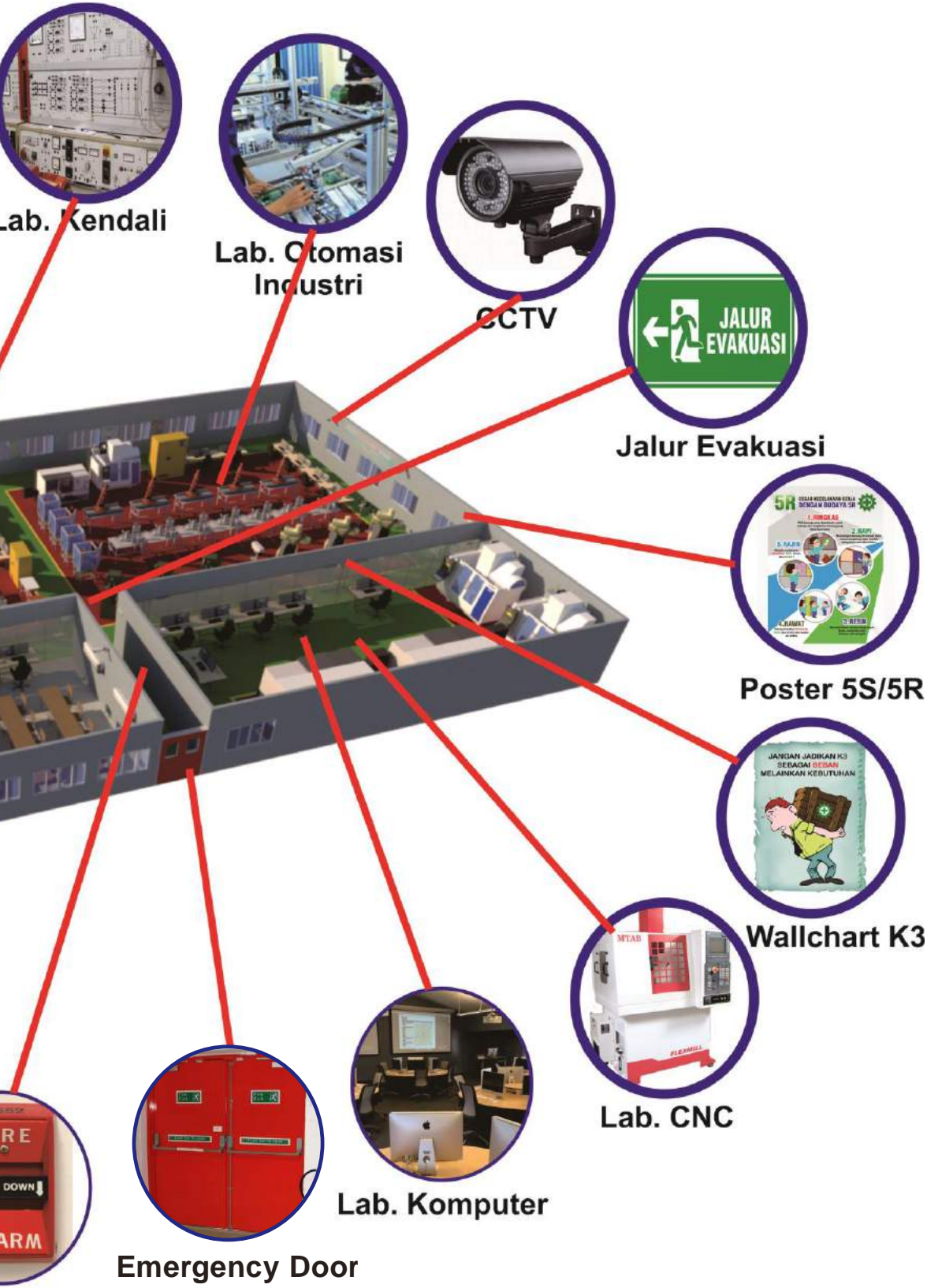


a. Desain Laboratorium

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian teknik otomasi industri di SMK. Namun, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Selain itu, laboratorium otomasi industri semakin bertambah jenisnya. Laboratorium yang nyaman dan aman apabila *ergonomic checkpoint*, tersedia perlengkapan K3 dan mitigasi bencana yang lengkap. Tersedia *i-spaces* dan wahana diskusi bebas di dalam laboratorium untuk mengasah kreatifitas dan inovasi siswa SMK ketika menggunakan ruang praktik. Berikut adalah desain laboratorium teknik otomasi industri di SMK yang ideal.



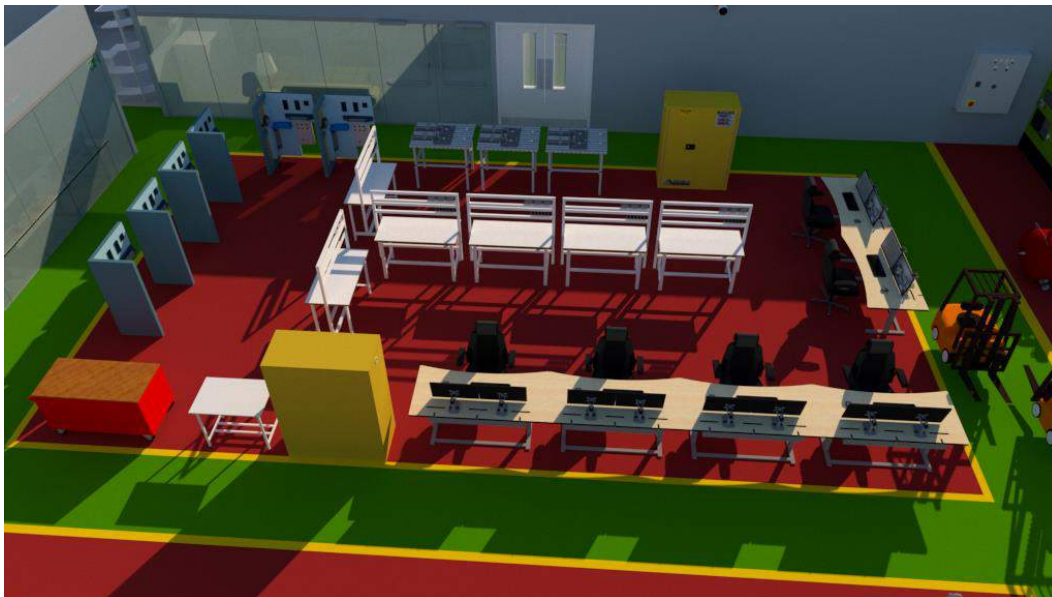




Gambar 90. Ilustrasi Isometrik Laboratorium Otomasi Industri



b. Fasilitas Utama



Gambar 91. Ilustrasi Area Praktik Laboratorium Pneumatik dan Hidrolik

Tabel 13. Peralatan dan Perlengkapan Area Laboratorium Dasar Teknik Elektro Hidrolik dan Pneumatik

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Double Basic Pneumatic Training System</i>	Trainer pelatihan <i>pneumatic system</i>	8	3	24
2.	<i>Double Basic Hydraulic Training System</i>	Trainer pelatihan <i>hydraulic system</i>	8	3	24
3.	<i>Pneumatic Robot Training System</i>	Trainer pemindahan barang secara terprogram	2	3	6
4.	<i>Basic Electro-Pneumatic Training System</i>	Trainer pelatihan <i>electro-pneumatic system</i>	4	3	12



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
5.	<i>MCU Training Set</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan/percobaan tentang micro computer dasar.	5	3	15
6.	<i>Double Advanced Electro Pneumatic Training System</i>	Digunakan sebagai perangkat pelatihan pneumatik tingkat lanjut dimana menggunakan PLC	4	3	12
7.	<i>Computer Set</i>	Membuat simulasi program pneumatik dan hidrolik	16	1,5	24
Total Area Praktik Laboratorium Dasar Teknik Elektro, Hidrolik, dan Pneumatik					117



Gambar 92. Ilustrasi Area Laboratorium Dasar Kendali Elektronik

Tabel 14. Peralatan dan Perlengkapan Area Laboratorium Dasar Kendali Elektronik

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>PLC Training</i>	Trainer pelatihan PLC	8	1	8
2.	Belt-Drive Training Equipment	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan pengendalian PLC, Sensor dan Motor.	8	2,25	18
3.	Liquid Mix Training Set	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan kontrol otomatis pada proses pencampuran cairan menggunakan pemrograman PLC.	8	1	8
4.	Small Car Motion Training Equipment	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan kontrol gerakan mobil dengan koneksi sinyal sensor.	4	2,25	9
5.	Servo Motor Trainer	Digunakan untuk menjelaskan karakteristik dan pemasangan motor servo	8	1	8
6.	Step Motor Training Set	Digunakan sebagai perangkat pelatihan pengaturan pergerakan motor DC dengan menggunakan <i>rotary encoder</i>	8	2,25	18
7.	Analog Circuit Training Kit	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan tentang rangkaian analog	8	-	0



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
8.	<i>Computer Set</i>	Mendesain/ merancang bentuk 3D atau 2D, dapat juga digunakan untuk CAD CAM	16	1,5	24
Total Area Praktik Laboratorium Kendali Elektronik					93



Gambar 93. Ilustrasi Area Laboratorium Otomasi Industri dan Mekatronika

Tabel 15. Peralatan dan Perlengkapan Area Laboratorium Industri Otomasi

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Modular Product System</i>	Digunakan untuk pembelajaran mengenai rangkaian sistim pengaturan dan komunikasi PLC peralatan otomasi industri secara	4	6	24



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
		riil dan lengkap meliputi proses: distribusi, pengecekan, proses, pemindahan material, pemilahan produk, dan juga penyimpanan			
2.	<i>Pneumatic Robot Training System</i>	Trainer pemindahan barang secara terprogram	4	2	8
3.	<i>Optical Electromechanical Integration Training Equipment</i>	Digunakan untuk pembelajaran mengenai sistem otomasi lengkap dengan berbagai macam aktuator dan sensor untuk pendeteksian berbagai macam bahan material produksi.	4	4,5	18
4.	<i>Digital Circuit Training Kit</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan tentang rangkaian digital	8	-	0
5.	<i>Proximity Sensor Training Set</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk mengetahui karakteristik berbagai sensor berdasarkan jarak benda terhadap sensor.	8	2,25	18
6.	<i>Motor & Transformer Maintenance & Test Training System</i>	Digunakan untuk pembelajaran mengenai motor listrik dan transformator, antara lain : melepas lilitan motor, menggulung ulang, merakit,	6	3	18



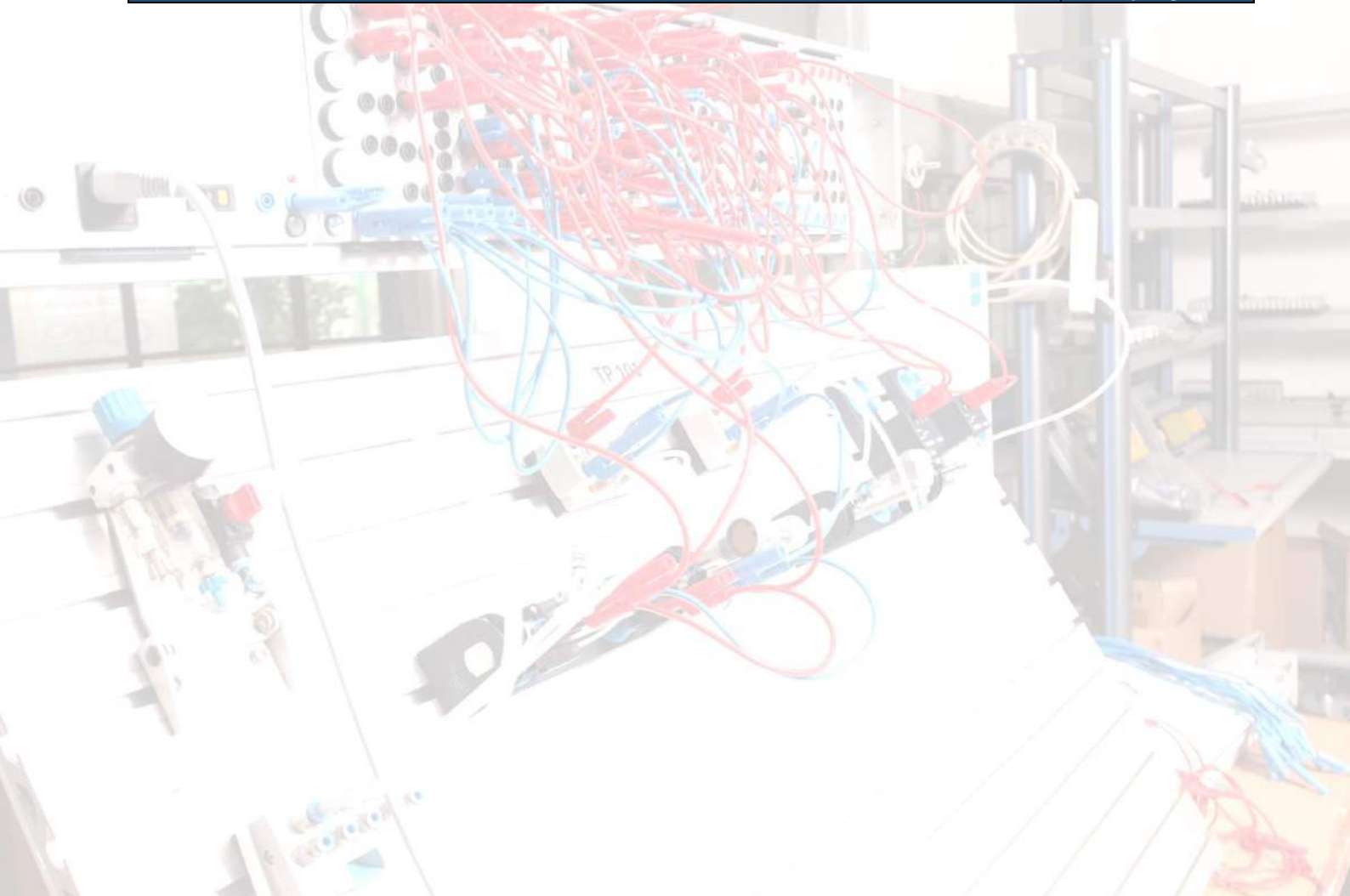
No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
		analisa data, dan keterampilan lain mengenai transformator 1PH, motor induksi 1PH, motor induksi 3PH, dan sebagainya			
7.	<i>Frequency Control Speed Regulation Experiment System</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan sekaligus alat ukur pada pelatihan / percobaan pengaturan kecepatan dari kinerja sistem kontrol yang menggunakan variabel frekuensi.	6	4,5	27
8.	Module Praktek Robot Industri	Digunakan untuk pelatihan lengan robot pada industri	1	6	6
Total Area Praktik Laboratorium Industri Otomasi					119

Tabel 16. Peralatan dan Perlengkapan Area Laboratorium Mekatronika

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Pneumatic Robot Training System</i>	Trainer pemindahan barang secara terprogram	2	2,25	4,5
2.	<i>PLC Training</i>	Trainer pelatihan PLC	8	1	8
3.	Mesin Bubut Konvensional	Untuk memotong benda kerja dari logam sesuai dengan yang diinginkan dengan panjang maksimal 1 meter	4	6	24



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
4.	Mesin Frais Konvensional	Untuk mengfrais benda kerja dari logam	4	6	24
5.	<i>CNC Milling Machine</i>	Mesin untuk memfrais yang sudah dikontrol oleh computer	2	6	12
6.	<i>Power Hacksaw Machine</i>	Untuk memotong benda kerja yang besar menjadi bagian kecil sebelum dilakukan proses pembubutan	2	3	6
7.	<i>Bench Grinder</i>	Untuk menggerinda permukaan dengan model duduk di <i>workbench</i>	2	1	2
8.	<i>Vise</i>	Untuk menjepit benda dalam mempermudah pemotongan, pengikiran, dan pengukuran	16	1	16
Total Area Praktik Laboratorium Mekatronika					96,5



Tabel 17. Total Area Bengkel Otomasi Industri yang Ideal

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Laboratorium Dasar Teknik Elektro, Hidrolik, dan Pneumatik	1	117	117
7.	Laboratorium Kendali Elektronik	1	93	93
8.	Laboratorium Industri Otomasi	1	119	119
9.	Laboratorium Mekatronika	1	96,5	96,5
10.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
11.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
12.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Lab.Otomasi Industri yang Ideal				818,5

B. Bidang Keahlian Pariwisata

1. Laboratorium Tata Busana

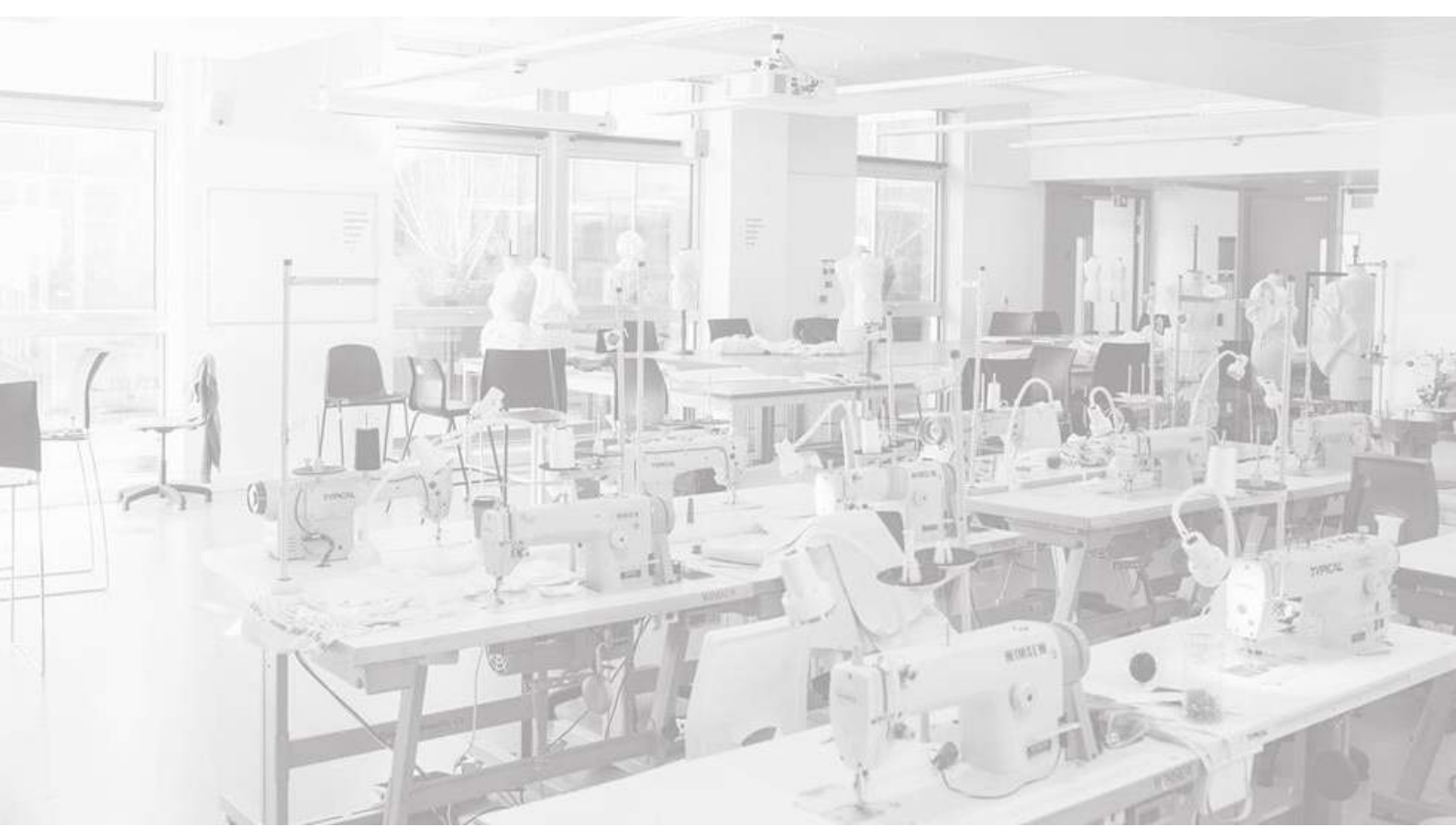
Tata busana adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun pariwisata. Pemilihan kompetensi keahlian untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi ini sangat dekat sekali dengan modernisasi industri dan dampak era industri 4.0. Pekerjaan tata busana tidak sebatas pada pekerjaan jasa saja, melainkan pekerjaan massal yang ada di industri tekstil sekarang. Kecanggihan dan modernisasi alat/mesin tekstil di industri sepatutnya direplika oleh SMK. Kajian ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik



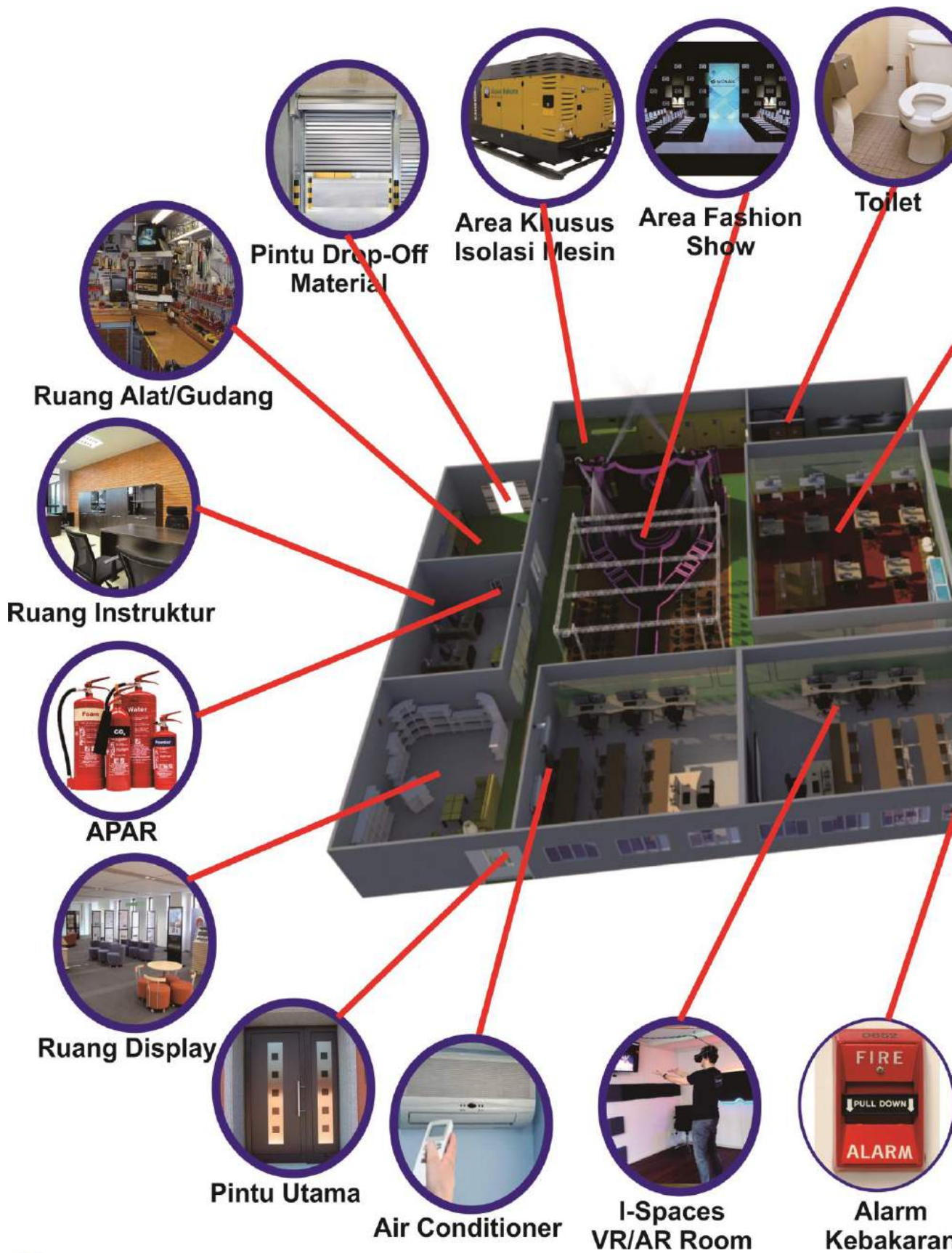
mengenai perancangan laboratorium tata busana beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

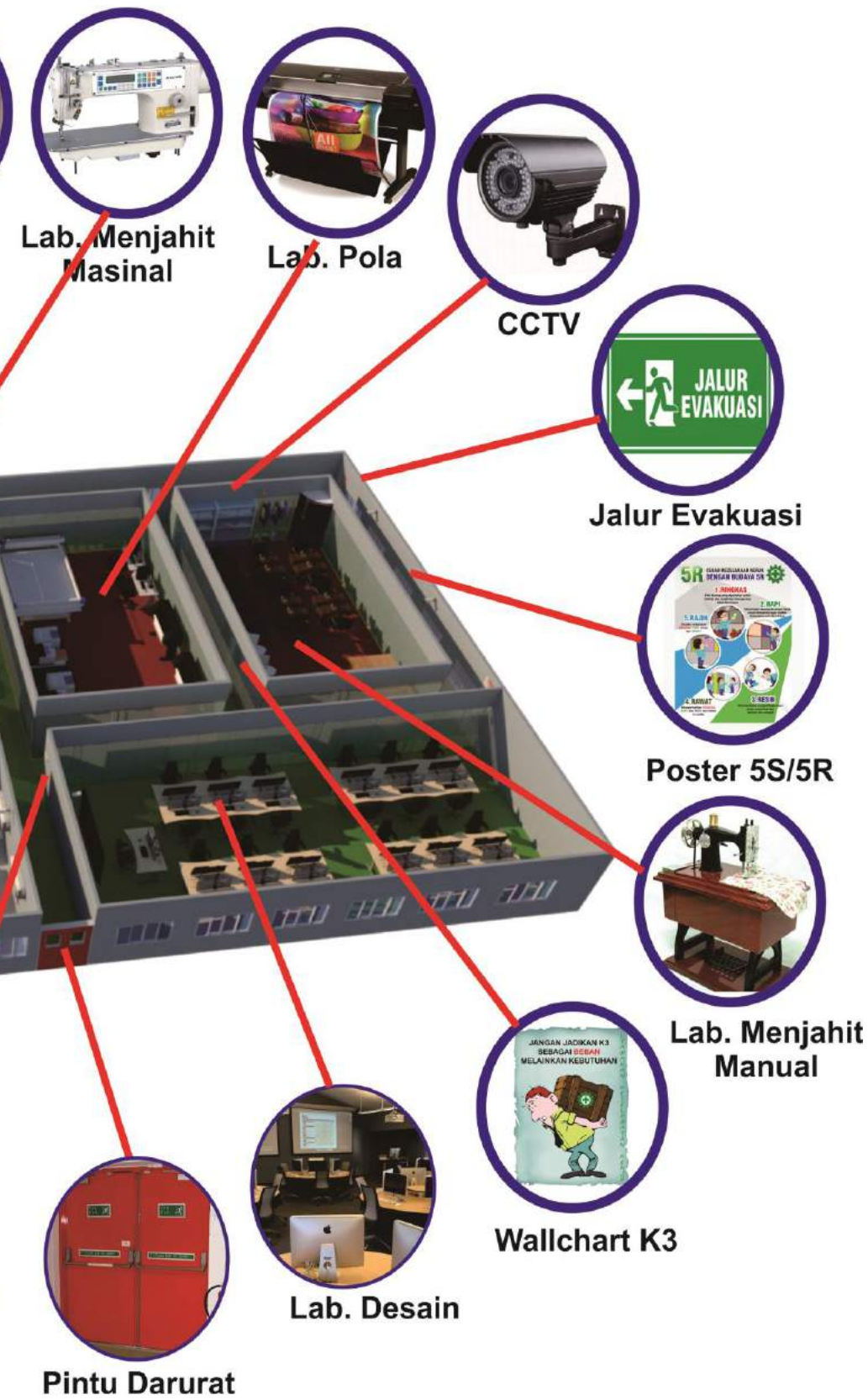
a. Desain Laboratorium

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian tata busana di SMK, Namun. berdasarkan informasi pada denah tersebut, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Dikatakan sebagai bengkel yang nyaman dan aman apabila ergonomis checkpoint dan aman apabila tersedia perlengkapan K3 dan mitigasi bencana yang lengkap. Selain itu, disediakan i-spaces dan wahana diskusi bebas di dalam bengkel untuk mengasah kreatifitas dan inovasi siswa SMK ketika menggunakan ruang praktik. Berikut adalah desain laboratorium tata busana di SMK yang ideal.









Gambar 94. Ilustrasi Isometric Laboratorium Tata Busana



b. Fasilitas Utama



Gambar 95. Ilustrasi Area Praktik Peragaan Busana

Tabel 18. Peralatan dan Perlengkapan Area Peragaan Busana

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Ghost Chair</i>	Tempat duduk peserta fashion show	32	1	32
2.	<i>Fashion Show Stage</i>	Peragaan busana hasil praktik peserta didik	1	150	150
3.	<i>Modern Fashion Show Stage Outdoor</i>	Lantai panggung fashion show	20	-	20
4.	<i>Track Light Kit</i>	Pencahayaan ketika <i>fashion show</i> diselenggarakan	20	-	20
5.	<i>Sound Sytem Set</i>	Pengeras suara dan musik pada <i>fashion show</i>	1	-	1
6.	Televisi Berbayar	Memberikan informasi tentang trend fashion show secara global	4	1	4



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
7.	<i>Computer Set</i>	Mengedit kualitas gambar fashion show	2	1,5	3
8.	<i>Video Shooting Camera</i>	Merekam fashion show	4	-	0
9.	<i>Tripod</i>	Stand kamera video shooting	4	1	4
Total Area Praktik Peragaan Busana					234



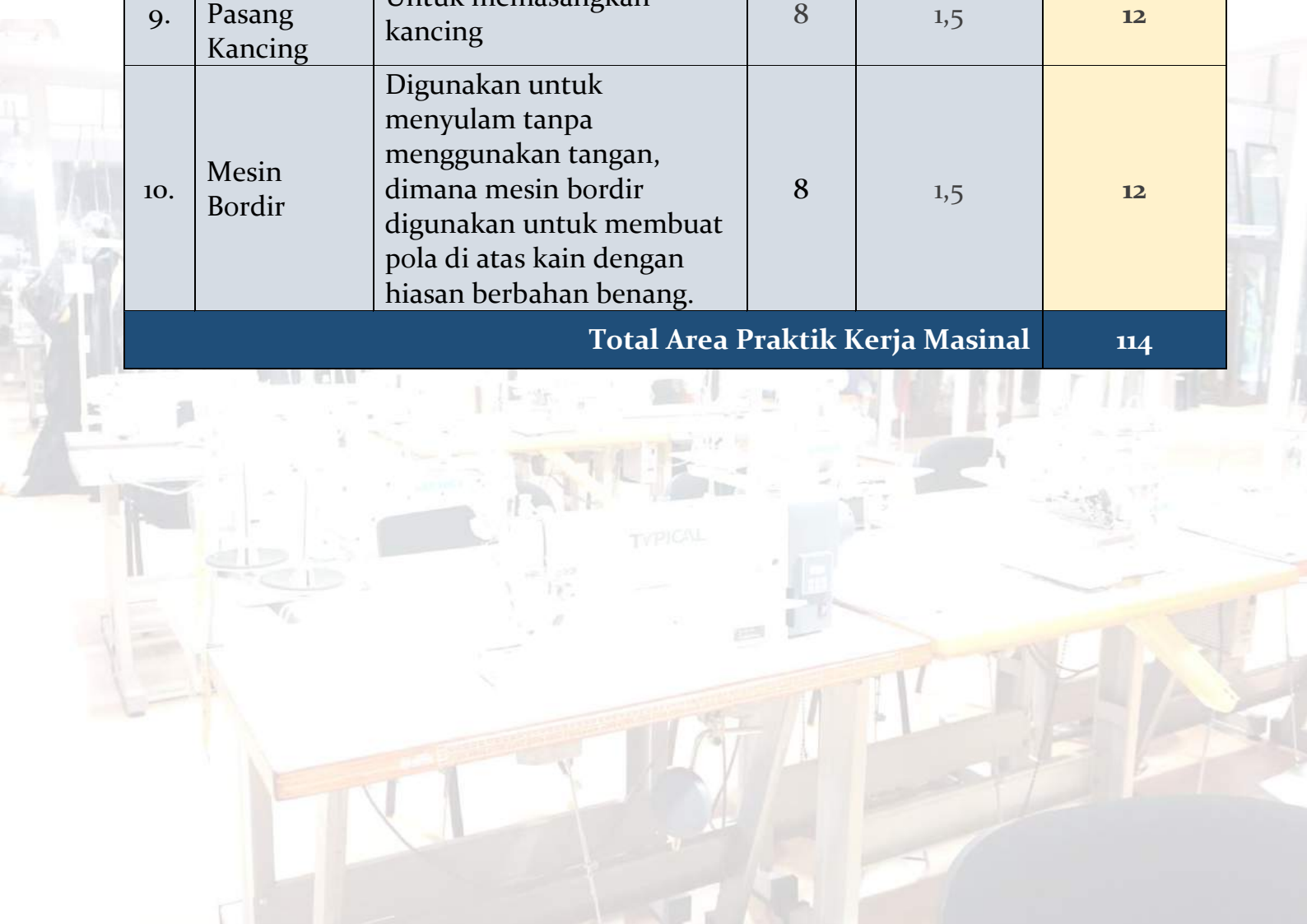
Gambar 96. Ilustrasi Area Praktik Menjahit Masinal

Tabel 19. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Menjahit Masinal

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Mesin Gunting Listrik	Mengguting bahan dalam jumlah banyak/tebal.	4	1,5	6
2.	Gunting Listrik	Mengguting bahan dalam jumlah banyak/tebal.	4	-	0



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
3.	Mesin Obras 4 Benang	Untuk penyelesaian tepi jahitan	8	1,5	12
4.	Seterika Uap Portable	Menyetrika pakaian dengan <i>portable position</i>	8	2	16
5.	<i>Steam Press Digital With Stand</i>	Digunakan untuk mengepres, melicinkan, menyeterika hasil jahitan	4	2	8
6.	<i>Mesin jahit high speed</i>	Menjahit massal seperti di industri	16	1,5	24
7.	Mesin Kelim	Menyelesaikan Kelim Pakaian	8	1,5	12
8.	Mesin Lubang Kancing	Untuk membuat lubang kancing	8	1,5	12
9.	Mesin Pasang Kancing	Untuk memasang kancing	8	1,5	12
10.	Mesin Bordir	Digunakan untuk menyulam tanpa menggunakan tangan, dimana mesin bordir digunakan untuk membuat pola di atas kain dengan hiasan berbahan benang.	8	1,5	12
Total Area Praktik Kerja Masinal					114





Gambar 97. Ilustrasi Area Praktik Membuat dan Mencetak Pola

Tabel 20. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Pola

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Computer Set</i>	Membuat desain dan mengkoneksikan ke mesin plotter	16	1,5	24
2.	<i>Plotter</i>	Mencetak hasil desain	4	3	12
3.	<i>Digitizer</i>	Untuk mengubah atau memindahkan desain yang dirancang dengan tangan ke dalam data digital	16	-	0
4.	Mesin Bordir Komputer	Digunakan untuk menyulam secara otomatis, pola tertanam pada komputer dan tercetak otomatis di atas kain	8	1,5	12
5.	<i>Direct To Garment Printer</i>	Untuk Printing tekstil	3	6	18



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
6.	<i>Laser Textile Machine</i>	Untuk memotong hasil cetakan printing	2	6	12
Total Area Praktik Kerja Pola					78



Gambar 98. Ilustrasi Area Praktik Menjahit Manual

Tabel 21. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Menjahit Manual

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Mesin jahit manual	Menjahit dengan sistem kerja manual	16	1,5	24
2.	Seterika Uap	Menyetrika pakaian	8	2	16
3.	Dress Form	Untuk pengambilan ukuran konstruksi pola, menyempurnakan penanganan dan penyelesaian mode draperi maupun high fashion, dan untuk display	16	1	16
Total Area Praktik Kerja Menjahit Manual					56



Tabel 22. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Laboratorium Fesyen Desain

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Virtual Mirror Technology</i>	Mengecek hasil desain dengan diaplikasikan langsung melalui mirror simulator	1	1,5	1,5
2.	<i>Computer Set</i>	Membuat desain/rancangan pakaian atau produk lain	16	1,5	24
3.	<i>Multi Touch Drawing Table</i>	Menggambar desain dengan touchscreen	8	1,5	12
Total Area Praktik Fesyen Desain					37,5

Tabel 23. Total Area Laboratorium Tata Busana yang Ideal

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Laboratorium Peragaan Busana	1	234	234
7.	Laboratorium Menjahit Masinal	1	114	114
8.	Laboratorium Pola	1	72	72
9.	Laboratorium Menjahit Manual	1	56	56
10.	Laboratorium <i>Fesyen Design</i>	1	37,5	37,5
11.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
12.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
13.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Lab.Tata Busana yang Ideal				906,5



2. Laboratorium Tata Boga

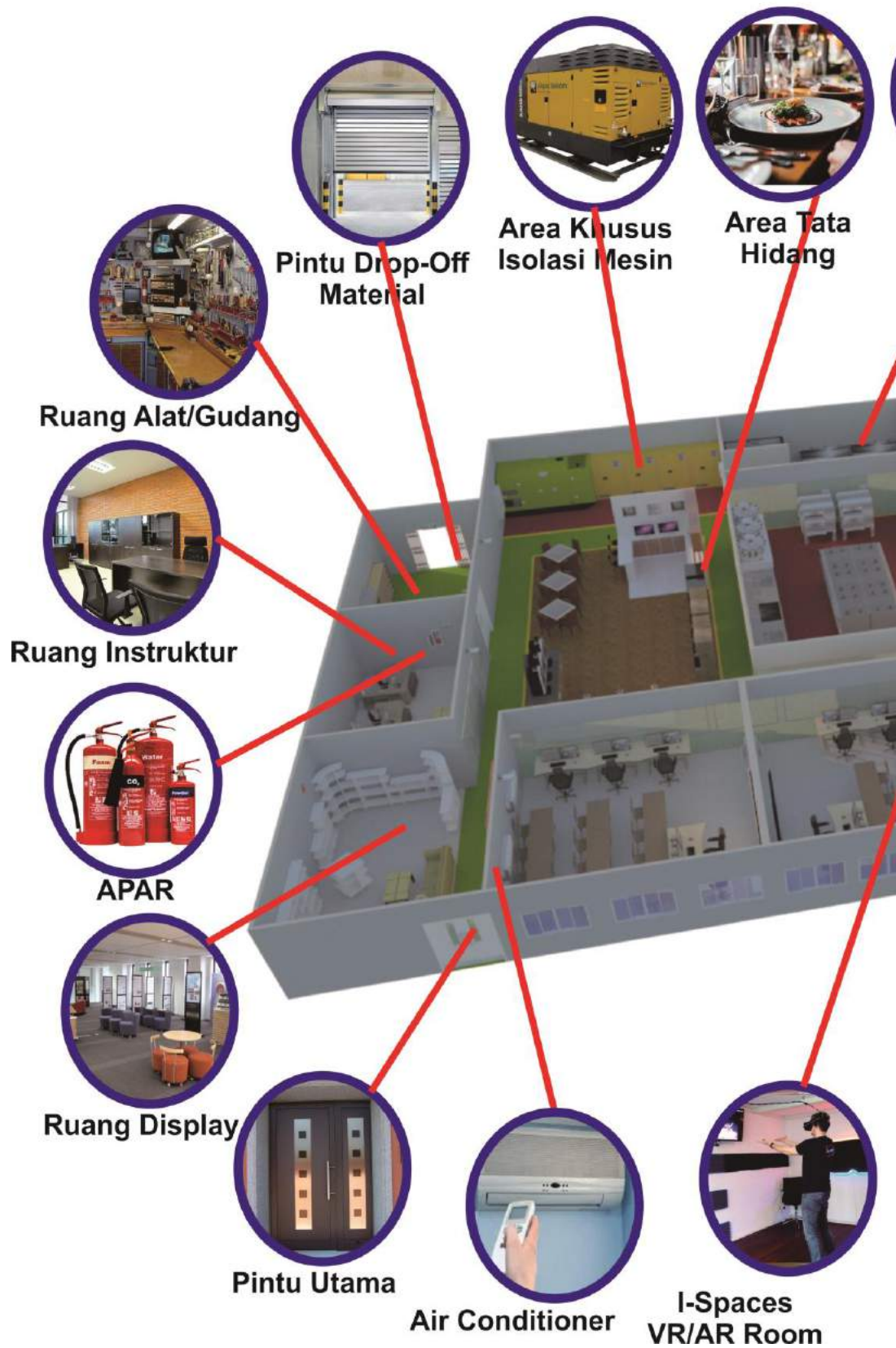
Tata boga adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun pariwisata. Pemilihan kompetensi keahlian untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi ini sangat dekat sekali dengan modernisasi alat yang berdampak pada kualitas hasil hidangan dan kecepatan dalam proses pembuatan. Pekerjaan tata boga tidak sebatas menjadi juru masak saja, melainkan bagaimana mengoperasikan mesin-mesin modern untuk memberikan efektifitas dan efisiensi dalam bekerja. Kecanggihan dan modernisasi alat/mesin boga yang ada di industri boga modern sepatutnya direplika oleh SMK. Kajian ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan laboratorium tata boga beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

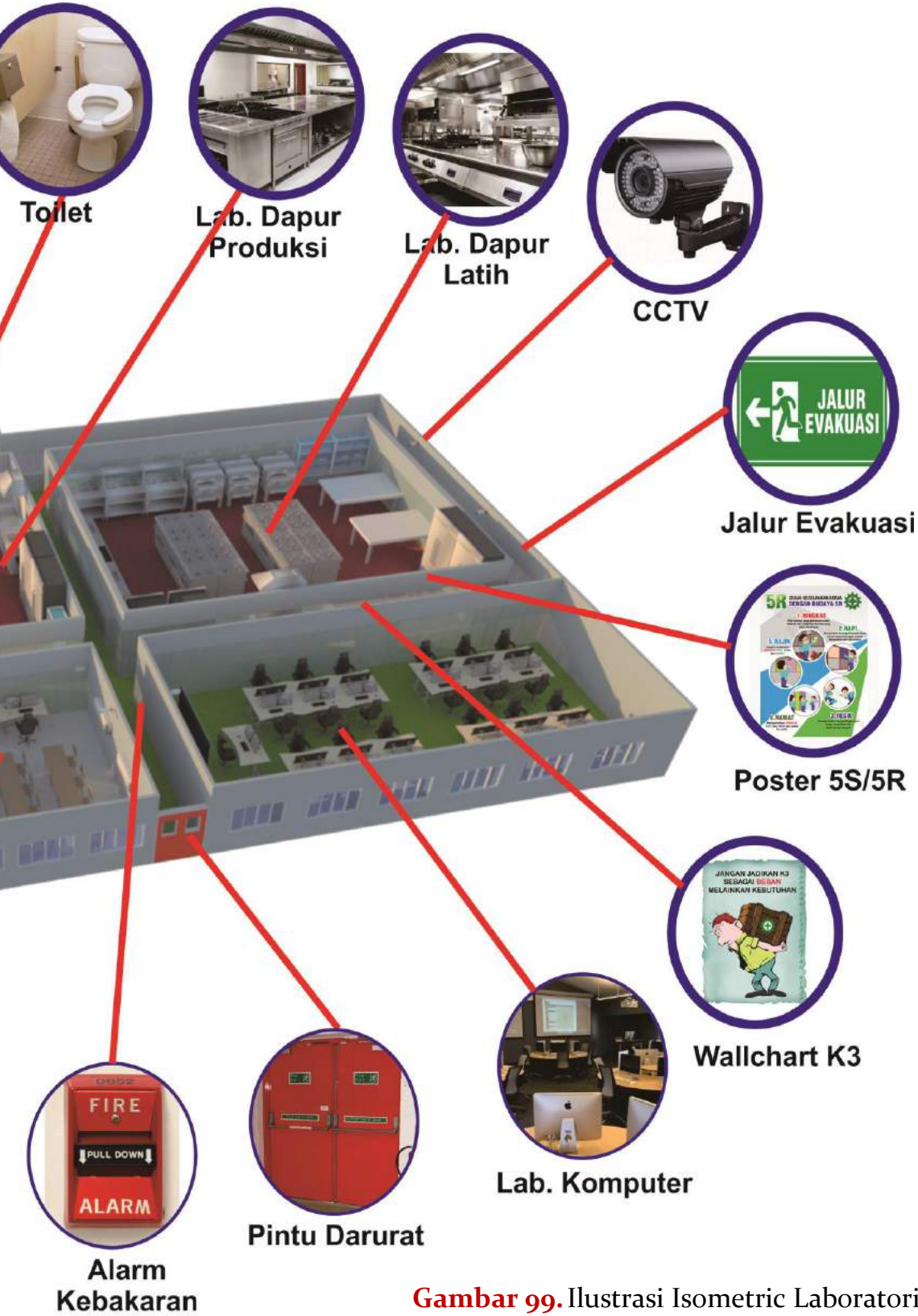
a. Desain Laboratorium

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan menjelaskan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian tata busana di SMK. Namun, berdasarkan informasi pada denah tersebut, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak *ergonomic* apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Berikut adalah desain laboratorium tata boga di SMK yang ideal.









Gambar 99. Ilustrasi Isometric Laboratorium Tata Boga



b. Fasilitas Utama



Gambar 100. Ilustrasi Area Praktik Persiapan dan Tata Hidang/Restoran/ Mini Bar

Tabel 24. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Persiapan dan Tata Hidang/Restoran/Mini Bar

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Gas rice cooker</i>	Untuk memasak nasi	4	1	4
2.	<i>Electric coffee maker</i>	Mesin pembuat Coffee	4	1	4
3.	<i>Display cooler</i>	Mendisplay aneka minuman	2	4,5	9
4.	<i>Microwave Oven</i>	Alat untuk memanggang	4	1	4
5.	<i>Multifunction Blender</i>	Digunakan untuk mengaduk, menggiling, mencampur, melunakkan bahan makanan	6	1	6
6.	<i>Modern Buffet Set</i>	Digunakan untuk menyajikan makanan / meletakkan makanan	4	6	24



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
7.	<i>Slush & smoothie machine</i>	Digunakan untuk membuat minuman dingin dan dapat dicampur dengan buah	4	1,5	6
8.	<i>Milkshake Machine</i>	Digunakan untuk mencampur dan mengocok bahan minuman dengan es	4	1	4
9.	<i>Bain marie</i>	Digunakan untuk memanaskan makan dengan direndam air	3	6	18
Total Area Praktik Kerja Tata Hidang					79



Gambar 101. Ilustrasi Area Praktik Dapur Produksi

Tabel 25. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Dapur Produksi

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Gas range stove 4 burner with oven</i>	Alat memasak atau kompor gas dengan tungku 4 burner	8	2	16
2.	<i>Baking Oven</i>	Untuk memanggang roti dengan menggunakan gas.	4	6	24
3.	<i>Noodle Cooker</i>	Untuk merebus mie	4	2	8
4.	<i>Up Right Chiller 4 pintu</i>	Untuk menyimpan bahan makanan agar selalu segar	4	5	20
5.	<i>Boiling Pan</i>	Digunakan untuk memasak berbagai jenis makanan cair	6	1,5	9
6.	<i>Potato Peeler Machine</i>	Digunakan untuk mengupas kentang	6	1,5	9
7.	<i>Meat grinder</i>	Digunakan untuk menggiling daging	8	1	8
8.	<i>Bowl Chopper</i>	Digunakan untuk membuat adonan daging	8	1	8
9.	<i>Meat Slicer</i>	Untuk memotong daging	4	1	4
10.	<i>Vacuum Marinator</i>	Digunakan untuk pengasinan/ penyerapan bumbu ke daging	6	1	6
11.	<i>Packaging Machine</i>	Digunakan untuk mengemas produk barang	2	3	6
12.	<i>Dishwasher</i>	Digunakan untuk mencuci piring	4	1,5	6
Total Area Praktik Kerja Dapur Produksi					124





Gambar 102. Ilustrasi Area Praktik Dapur Latih

Tabel 26. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Dapur Latih

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Gas Salamander</i>	Alat memasak bagian atas hidangan menjadi renyah.	8	1,5	12
2.	<i>Electric convection oven</i>	Untuk memanggang dengan menggunakan fungsi sirkulasi uap panas.	8	1,5	12
3.	<i>Basket Gas Fryer</i>	Untuk melakukan penggorengan dengan metode celup.	8	3	24
4.	<i>Gas Half-Grooved Griddle</i>	Untuk memanggang steak	8	1,5	12
5.	<i>Digital Gas Stove</i>	Digunakan sebagai kompor pemanas untuk memproses masakan.	8	2	16



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
6.	<i>Combi chiller freezer cabinet</i>	Untuk tempat penyimpanan	4	5	20
7.	<i>Blower Kwali Range Gas</i>	Untuk memasak makanan	8	4	32
8.	<i>Sousvide</i>	Digunakan untuk membuat makanan dengan prinsip gastronomi molekuler	8	-	0
9.	<i>Liquid Nitrogen Tank</i>	Digunakan untuk membuat makanan dengan prinsip gastronomi molekuler	3	1	3
Total Area Praktik Kerja Dapur Latih					131

Tabel 27. Total Area Laboratorium Tata Boga yang Ideal

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Area Tata Hidang	1	79	79
7.	Area Dapur Produksi	1	124	124
8.	Area Dapur Latih	1	131	131
9.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
10.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
11.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Lab. Tata Boga yang Ideal				727



C. Bidang Keahlian Kemaritiman

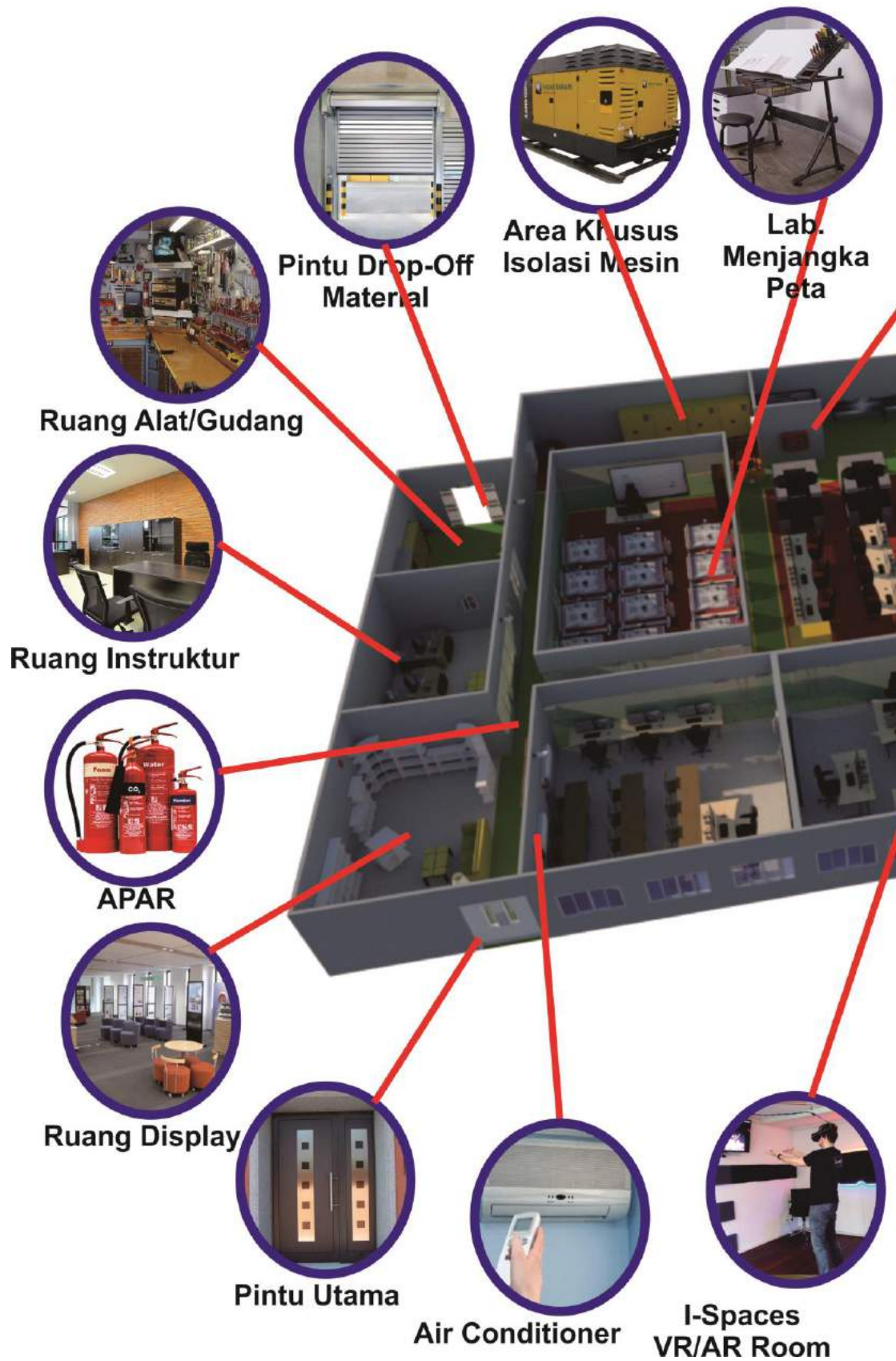
1. Bengkel Nautika Kapal Penangkap Ikan

Nautika kapal penangkapan ikan adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun kemaritiman. Pemilihan kompetensi keahlian untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi ini merupakan bagian dalam program strategis Nawacita dimana membangkitkan perekonomian Indonesia melalui industri maritim. Pekerjaan nautika kapal penangkap ikan tidak sebatas menangkap ikan, melainkan bagaimana mengoperasikan mesin-mesin modern untuk memberikan efektifitas dan efisiensi dalam bekerja. Kecanggihan dan modernisasi alat/mesin penangkap ikan yang ada di industri maritim modern sepatutnya direplika oleh SMK. Kajian ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan bengkel nautika kapal penangkapan ikan beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

a. Desain Bengkel

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian nautika kapal penangkap ikan di SMK. Namun, berdasarkan informasi pada denah tersebut, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Berikut adalah desain bengkel nautika kapal penangkap ikan di SMK yang ideal.

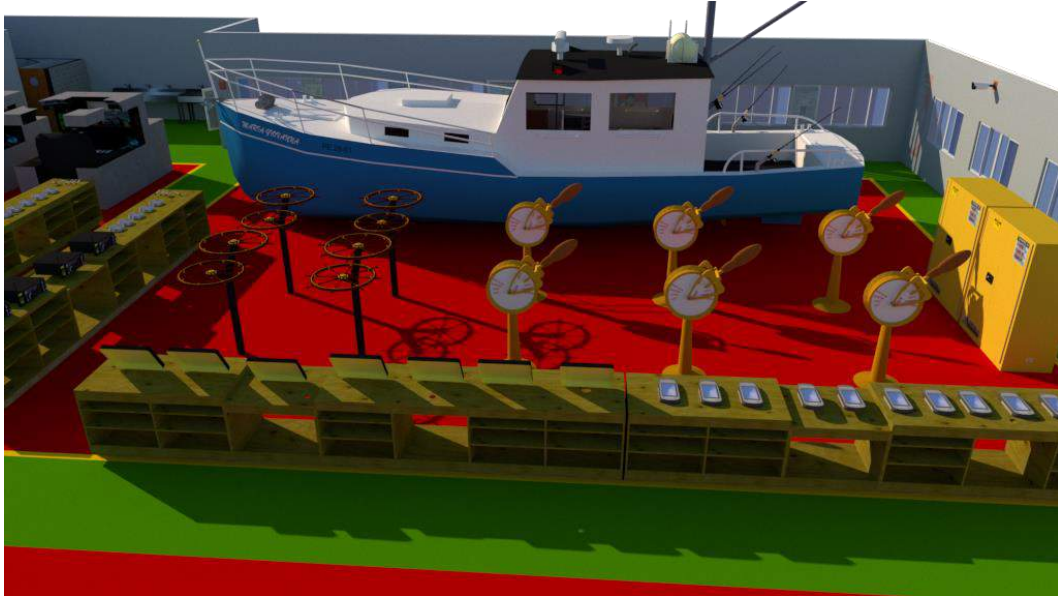






Gambar 103. Ilustrasi Isometrik Bengkel Nautika Penangkapan Ikan

b. Fasilitas Utama



Gambar 104. Ilustrasi Area Praktik Navigasi dan Kecakapan Bahari

Tabel 28. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Navigasi dan Kecakapan Bahari

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Ship Bridge Simulator</i>	Untuk pengenalan mengenai berbagai sistem navigasi pada anjungan kapal.	2	24	48
2.	Kapal Latih	Untuk pengenalan kondisi kapal yang sebenarnya serta kondisi saat pelayaran nyata.	1	180	180
3.	<i>Marine Radar with AIS</i>	Untuk memberikan informasi jarak kapal lain atau daratan di sekitar kapal.	8	1	8
4.	<i>Marine Radar with ARPA</i>	Untuk memberikan jarak dan informasi tentang obyek disekitar kapal serta untuk tracking target sehingga	8	1	8



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
		meminimalisir terjadinya tabrakan.			
5.	<i>Electronic Compass with GPS</i>	Digunakan sebagai alat navigasi untuk menentukan arah mata angin, sekaligus posisi koordinat kapal secara tepat.	16	-	0
6.	<i>GPS Plotter with Echo Sounder</i>	Untuk mengetahui posisi jejak perjalanan kapal, mengukur kedalaman perairan, mengetahui bentuk dasar suatu perairan di bagian bawah kapal secara vertikal.	8	1	8
7.	<i>Radio Direction Finder</i>	Untuk mengetahui arah dari kapal yang dalam keadaan bahaya. Untuk menangkap gelombang radio yang berisi pesan-pesan penting yang tidak terganggu oleh sinyal radio lain.	8	1	8
8.	<i>Digital Direction Finder</i>	Untuk mengetahui kedalaman lautan	8	1	8
9.	<i>Marine Nautical Sextant</i>	Digunakan untuk mengukur ketinggian benda-benda langit di atas cakrawala agar dapat menentukan posisi kapal.	8	2	16
10.	<i>Diver Robot</i>	Monitoring kondisi dalam laut	1	3	3
Total Area Praktik Navigasi dan Kecakapan Bahari					287





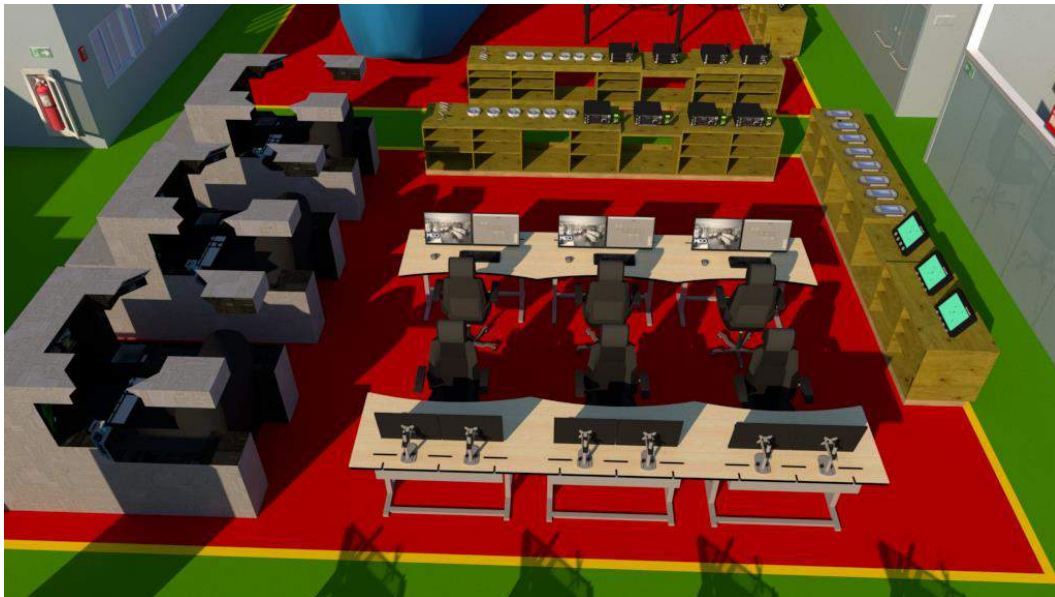
Gambar 105. Ilustrasi Area Praktik Menjangka Peta

Tabel 29. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Menjangka Peta

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Computer Set</i>	Mendesain/ merancang bentuk 3D atau 2D	16	1,5	24
2.	<i>Drawing Table</i>	Menjangka peta manual	16	4	64
3.	<i>Floor Drafting Computer Table</i>	Menjangka peta dengan bantuan komputer	16	4	64
4.	<i>Kompas Magnit</i>	Untuk menentukan arah berupa panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secara akurat Dial	16	-	0
5.	<i>Gyro Compass</i>	Untuk menemukan arah utara dengan memanfaatkan hukum-hukum fisika dasar,	6	-	0



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
		pengaruh gravitasi, dan rotasi bumi.			
Total Area Praktik Menjangka Peta					152



Gambar 106. Ilustrasi Area Praktik Komunikasi Mersar

Tabel 30. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Komunikasi Mersar

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>CB Transceiver</i>	Digunakan sebagai alat komunikasi dengan menggunakan frekuensi CB.	8	1	8
2.	<i>VHF Transceiver</i>	Digunakan sebagai alat komunikasi dengan menggunakan frekuensi VHF.	8	1	8
3.	<i>Weather station</i>	Untuk mengukur atau mengetahui	4	9	36



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
		kondisi beberapa parameter cuaca yaitu kecepatan angin, arah angin, suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, dan altitude.			
Total Area Praktik Komunikasi Mersar					52

Tabel 31. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Alat Tangkap dan Tali Temali

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Gill Net Mounting Machine</i>	Untuk memintal jaring	8	8	64
2.	<i>Theobald Sewing Machines</i>	Untuk memotong tambang	4	3	12
3.	<i>Fish Finder</i>	Untuk mendeteksi lokasi gerombolan ikan	8	1	8
4.	<i>Fishing Rod</i>	Untuk memancing ikan	16	3	48
Total Area Praktik Alat Tangkap dan Tali Temali					132

Tabel 32. Total Area Bengkel Nautika Kapal Penangkap Ikan yang Ideal

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96



No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
6.	Area Praktik Navigasi dan Kecakapan Bahari	1	287	287
7.	Area Praktik Menjangka Peta	1	152	152
8.	Area Praktik Komunikasi Mersar	2	52	104
9.	Bangsai Kerja Alat Tangkap dan Tali Temali	1	132	132
10.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
11.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
12.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Bengkel Nautika Kapal Penangkap Ikan yang Ideal				1.068

2. Bengkel Industri Perikanan Laut

Industri perikanan laut adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun kemaritiman. Pemilihan kompetensi keahlian untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi ini merupakan bagian dalam program strategis Nawacita dimana membangkitkan perekonomian Indonesia melalui industri maritim. Industri perikanan laut memiliki andil besar dalam memberikan suplay pengolahan hasil perikanan laut yang mampu menggenjot ekonomi Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan alat dan mesin yang canggih dan modern di dalam kompetensi keahlian ini. Kecanggihan dan modernisasi alat/mesin industri perikanan laut yang ada di industri maritim modern sepatutnya direplika oleh SMK. Kajian ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan bengkel industri perikanan laut beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.



a. Desain Bengkel

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian industri perikanan laut di SMK. Namun, berdasarkan informasi pada denah tersebut, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Dikatakan sebagai bengkel yang nyaman dan aman apabila ergonomis checkpoint dan aman apabila tersedia perlengkapan K3 dan mitigasi bencana yang lengkap. Selain itu, disediakan i-spaces dan wahana diskusi bebas di dalam bengkel untuk mengasah kreatifitas dan inovasi siswa SMK ketika menggunakan ruang praktik. Berikut adalah desain bengkel industri perikanan laut di SMK yang ideal.

b. Fasilitas Utama

Tabel 33. Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Hama dan Penyakit Ikan

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Digital Microscope</i>	Untuk melihat benda / makhluk hidup yang berukuran sangat kecil.	6	2	12
2.	<i>Refraktometer</i>	Untuk mengukur kadar atau konsentrasi bahan terlarut seperti gula, garam, dll.	16	-	0
3.	<i>Water Test Kit</i>	Digunakan untuk melakukan pengujian kualitas air secara fisik, kimia, dan biologis	6	2	12

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
4.	<i>Nitrogen Analyzer with Digest Furnace</i>	Digunakan untuk analisis protein pada suatu zat.	6	4	24
Total Area Praktik Laboratorium Hama dan Penyakit Ikan					48

Tabel 34. Peralatan dan Perlengkapan Area Kolam Induk Jantan dan Betina

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Water Pump</i>	Mesin pemompa air untuk pengeringan kolam	3	2	6
2.	<i>Bak Fiberglass Persegi</i>	Untuk wadah pemeliharaan induk ikan	16	6	96
3.	<i>Pond Bio Filter + Pompa Air</i>	Untuk meresirkulasi air kolam ikan Agribisnis	4	1	4
Total Area Praktik Kolam Induk Jantan dan Betina					106

Tabel 35. Peralatan dan Perlengkapan Area Kolam Pemijahan, Penanganan Larva, dan Pembuatan Pakan Alami

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Corrong Tetas</i>	Untuk menetasakan pakan alami artemia	16	2	32
2.	<i>Big Oven</i>	Untuk mengeringkan pakan	4	6	24
3.	Mesin Cetak Pelet Apung	Untuk mencetak pelet apung	6	8	48
4.	<i>Bak Fiberglass Bulat</i>	Untuk wadah pemijahan ikan laut	16	4	64



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
5.	<i>Aquarium Stand</i>	Untuk wadah penetasan telur dan pemeliharaan larva	16	6	96
6.	<i>Aerator</i>	Untuk memompa udara ke dalam kolam	16	-	0
Total Area Praktik Kolam Pemijahan, Penanganan Larva, dan Pembuatan Pakan Alami					264

Tabel 36. Peralatan dan Perlengkapan Area Kolam Pendederan dan Produksi

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Timbangan Digital</i>	Untuk mengukur massa suatu bahan/benda dengan ketelitian 0.1 g.	8	1	8
2.	<i>Mesin Penepung</i>	Untuk menepung ikan	6	4	24
3.	<i>Aquarium</i>	Untuk wadah pendederan	16	6	96
4.	Mesin Peniris Minyak	Untuk mengeringkan dan meniriskan daging dari minyak	6	4	24
5.	Mesin Lemari Pengasapan Daging	Untuk memasak ikan dengan cara pengasapan	6	6	36
6.	Vacuum Packing Machine	Mesin pengemas produk olahan	4	5	20
7.	<i>Drying Oven</i>	Digunakan untuk mengeringkan atau menurunkan kandungan air pada suatu produk.	4	5	20
8.	<i>Combichiller</i>	Untuk tempat penyimpanan	4	8	32



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
	<i>Freezer Cabinet</i>				
9.	<i>Vacuum Sealer</i>	Digunakan untuk mengemas produk olahan hasil perikanan	6	1	6
10.	<i>Air Blast Freezer</i>	Digunakan untuk pembekuan ikan hasil panen/ hasil tangkap/ hasil olahan	4	10	40
Total Area Praktik Kolam Pendederan dan Produksi					106

Tabel 37. Total Area Bengkel Industri Perikanan Laut

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Area Praktik Laboratorium Hama dan Penyakit Ikan	1	48	48
7.	Area Praktik Kolam Induk Jantan dan Betina	1	106	106
8.	Area Praktik Kolam Pemijahan, Penanganan Larva, dan Pembuatan Pakan Alami	1	264	264
9.	Area Praktik Kolam Pendederan dan Produksi	1	106	106
10.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
11.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
12.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Bengkel Industri Perikanan Laut yang Ideal				917



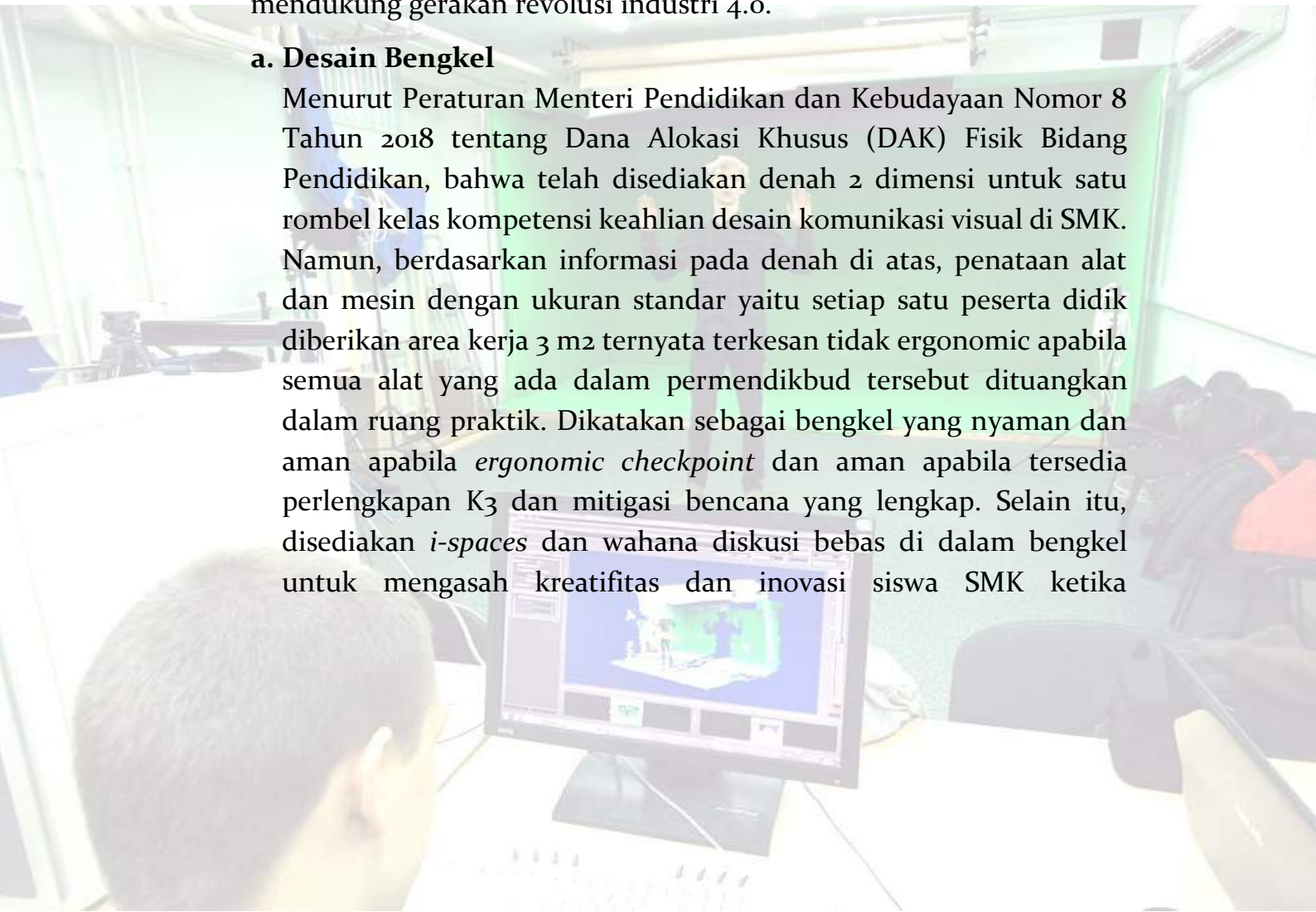
D. Bidang Keahlian Industri Kreatif

1. Laboratorium Desain Komunikasi Visual

Desain komunikasi visual (DKV) adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun industri kreatif. Pemilihan kompetensi keahlian ini untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi tersebut merupakan bagian dalam program strategis Nawacita dimana membangkitkan perekonomian Indonesia melalui industri kreatif. Dengan modal kreatifitas dan inovasi produk yang tinggi memberikan produk-produk industri kreatif dikenal hingga kancan internasional. Tentunya, kemudahan pekerjaan tersebut didukung dengan alat/mesin yang canggih. Kecanggihan dan modernisasi alat/mesin dalam DKV yang ada di industri kreatif modern sepatutnya direplika oleh SMK. Kajian ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan laboratorium DKV beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

a. Desain Bengkel

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian desain komunikasi visual di SMK. Namun, berdasarkan informasi pada denah di atas, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Dikatakan sebagai bengkel yang nyaman dan aman apabila *ergonomic checkpoint* dan aman apabila tersedia perlengkapan K3 dan mitigasi bencana yang lengkap. Selain itu, disediakan *i-spaces* dan wahana diskusi bebas di dalam bengkel untuk mengasah kreatifitas dan inovasi siswa SMK ketika



menggunakan ruang praktik. Berikut adalah desain laboratorium DKV di SMK yang ideal.

b. Fasilitas Utama

Tabel 38. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Pengembangan Software Animasi

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Computer Grafis</i>	Untuk membuat desain	32	2	64
2.	<i>LCD Proyektor</i>	Untuk memproyeksikan informasi	2	1	2
3.	<i>Floor Drafting Computer Table</i>	Menggambar desain dengan teknologi <i>touchscreen</i>	32	2	64
4.	<i>Digitizer</i>	Untuk mengubah atau memindahkan desain yang dirancang dengan tangan ke dalam data digital	32	1	32
Total Area Praktik Pengembangan Software Animasi					106

Tabel 39. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Fotografi

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1	<i>Kamera Reflek Lensa Tunggal 35 cm</i>	Untuk mengambil gambar	4	1	4
2	<i>Lensa Telezoom</i>	Untuk mengambil pantulan	4	-	0
3	<i>Lensa Zoom</i>	Untuk memperbesar objek	4	-	0
4	<i>Lensa Makro</i>	Digunakan untuk memperbesar objek	4	-	0



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
5.	Lampu Kilat Elektronik	Untuk menyinari cahaya	8	1	8
6.	<i>Lampu spot</i>	Untuk penerangan ruang	8	1	8
7.	<i>Modelling Lamp</i>	Untuk menyinari ruangan	8	1	8
8.	Lampu Fresnel	Untuk menyinari ruangan	4	1	4
9.	Standar Reflektor	Untuk memfokuskan sinar lampu	8	2	16
10.	Payung Pemantul	Untuk memantulkan sinar lampu	8	2	16
11.	Tripod	Untuk dudukan kamera supaya pengambilan gambar lebih maksimal	8	1	8
12.	Slider Dolly	Untuk mengambil video secara lebih dramatis dan nyata,	4	8	32
13.	<i>Drone Camera</i>	Untuk mengambil gambar/video dalam posisi atas	4	1	4
14.	Mesin CNC Router	Untuk membuat macam-macam profil, sponing kusen pintu maupun jendela, alur, dan meratakan pinggir kayu	8	8	64
15.	<i>Photography Backdrop</i>	Untuk backdrop/ latar belakang foto	4	12	48
16	<i>Jib Crane Photography</i>	Untuk mengambil gambar dalam posisi atas	2	16	32
Total Area Praktik Fotografi					252



Tabel 40. Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Gambar Nirmana

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Drawing Board</i>	Sebagai alat untuk menggambar	32	4	96
2.	<i>Printer Laser</i>	Untuk mencetak dan menggandakan hasil gambar nirmana	4	1	4
Total Area Praktik Gambar Nirmana					100

Tabel 41. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Pencapan Basah/Sablon

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Scanner</i>	Untuk menscan foto	4	1	4
2.	<i>Printer Inkjet Warna</i>	Untuk mencetak rancangan warna	4	1,5	6
3.	<i>Printer DTG</i>	Untuk cetak basah/sablon multi warna teknologi digital	32	3	96
4.	<i>Acrylic Laser Cutting Machine</i>	Untuk memotong acrylic	8	4	32
5.	Mesin Gergaji Pita	Untuk membelah /membentuk lengkungan-lengkungan	3	4	12
6.	Air Compresor dan Spray Gun	Kompresor udara untuk membersihkan debu, menyemprotkan cat/pelapis dengan Spray gun	2	4	8
Total Area Praktik Pencapan Basah/Sablon					158



Tabel 42. Total Area Laboratorium Desain Komunikasi Visual

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Area Praktik Pengembangan Software Animasi	1	106	106
7.	Area Praktik Fotografi	1	252	252
8.	Area Praktik Laboratorium Gambar Nirmana	2	100	200
9.	Area Praktik Pencapan Basah/Sablon	1	158	158
10.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
11.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
12.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Bengkel Industri Perikanan Laut yang Ideal				1.061

2. Bengkel Desain Interior dan Teknik Furnitur

Desain interior dan teknik furnitur adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun industri kreatif. Pemilihan kompetensi keahlian ini untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi tersebut merupakan bagian dalam program strategis Nawacita dimana membangkitkan perekonomian Indonesia melalui industri kreatif. Dengan modal kreatifitas dan inovasi produk yang tinggi memberikan produk-produk industri kreatif dikenal hingga kancah internasional. Tentunya, kemudahan pekerjaan tersebut didukung dengan alat/mesin yang canggih. Kecanggihan dan modernisasi alat/mesin dalam desain interior dan teknik furnitur yang ada di industri kreatif modern sepatutnya direplika oleh SMK. Kajian

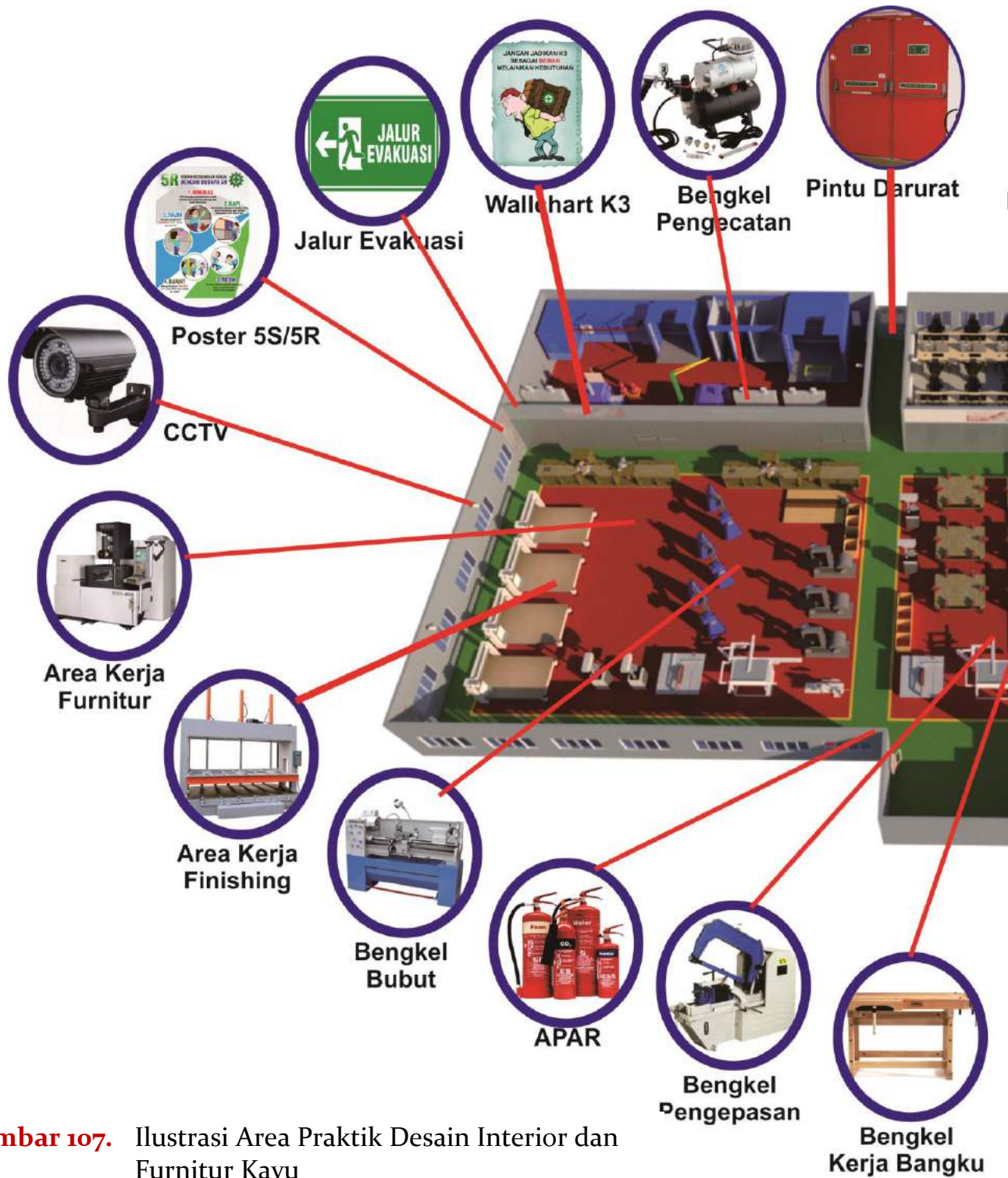


ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan bengkel desain interior dan teknik furnitur beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

a. Desain Bengkel

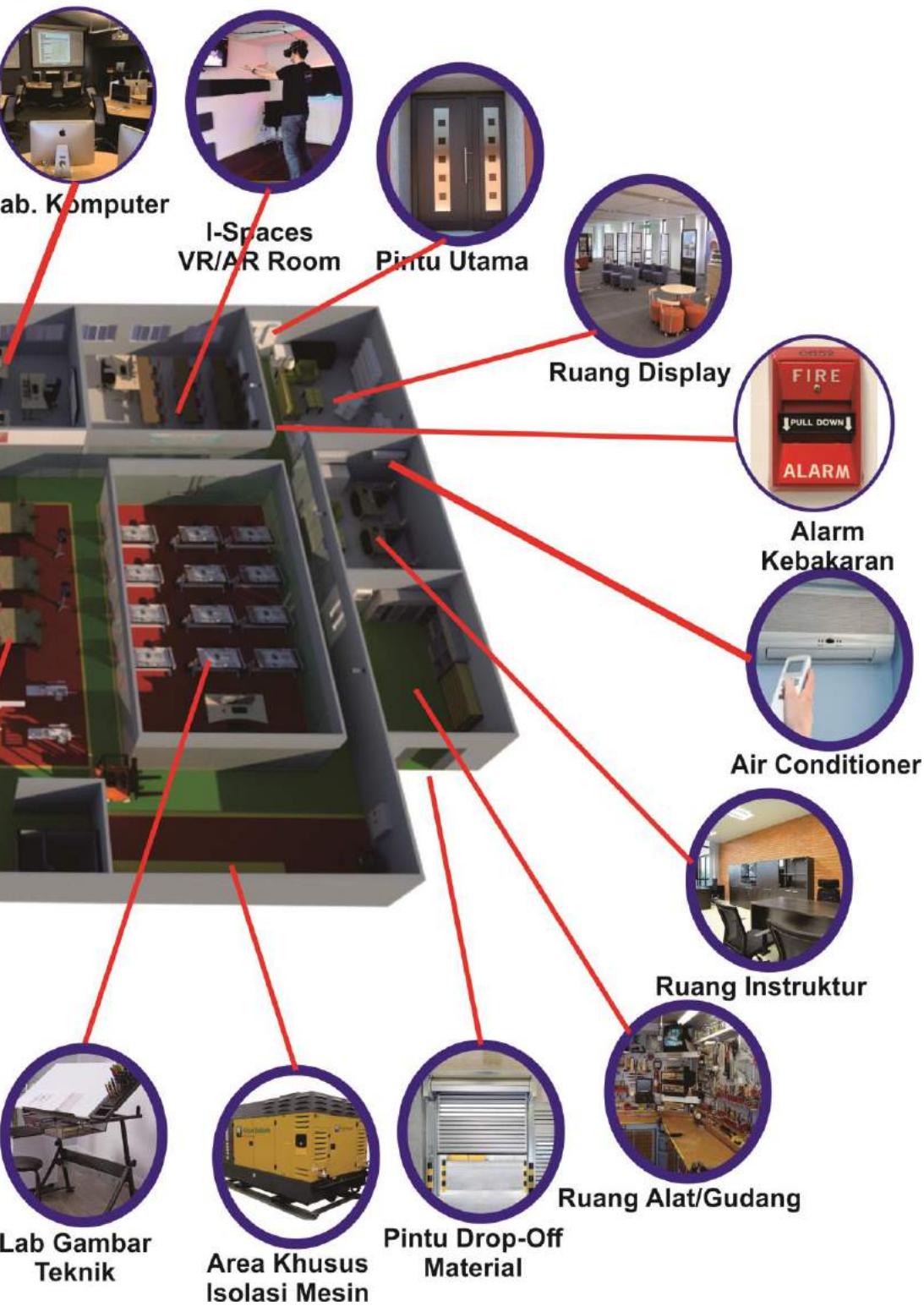
Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian desain interior dan teknik furnitur di SMK. Namun, berdasarkan informasi pada denah tersebut, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Bengkel yang nyaman dan aman apabila *ergonomic checkpoint* dan aman apabila tersedia perlengkapan K3 dan mitigasi bencana yang lengkap. Selain itu, disediakan *i-spaces* dan wahana diskusi bebas di dalam bengkel untuk mengasah kreatifitas dan inovasi siswa SMK ketika menggunakan ruang praktik. Berikut adalah desain bengkel desain interior dan teknik furnitur di SMK yang ideal.





Gambar 107. Ilustrasi Area Praktik Desain Interior dan Furnitur Kayu





b. Fasilitas Utama



Gambar 108. Ilustrasi Area Praktik Peragaan Busana

Tabel 43. Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Gambar Desain Obyek dan Produk

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Drawing Table</i>	Menggambar teknik secara manual	16	4	64
2.	<i>Multi Touch Drawing Table</i>	Menggambar teknik model <i>touchscreen</i>	16	2	32
Total Area Praktik Gambar Desain Obyek dan Produk					96



Gambar 109. Ilustrasi Area Praktik Laboratorium Komputer Kayu

Tabel 44. Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Komputer

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Computer Grafis</i>	Mendesain/ merancang bentuk 3D atau 2D	16	2	32
2.	<i>Floor Drafting Computer Table</i>	Menjangka peta dengan bantuan komputer	16	2	32
Total Area Praktik Komputer Desain					64





Gambar 110. Ilustrasi Area Kerja Furnitur

Tabel 45. Peralatan dan Perlengkapan Area Praktik Kerja Finishing Desain Produk

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Printer Inkjet Warna</i>	Untuk mencetak rancangan warna	3	1	3
2.	<i>Printer Laser</i>	Untuk mencetak dan menggandakan dokumen	3	1	3
3.	Mesin CNC Router	Untuk membuat macam-macam profil, sponing kusen pintu maupun jendela, alur, dan meratakan pinggir kayu	8	9	72
Total Area Praktik Finishing Desain Produk					79



Tabel 46. Peralatan dan Perlengkapan Area Kerja Furnitur

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Sheet Sander Machine</i>	Untuk menghaluskan permukaan benda kerja	16	1	16
2	<i>Belt and Disk Sander Machine</i>	Mesin amplas sabuk dan piringan berfungsi untuk menghaluskan permukaan benda kerja.	4	2	8
3.	<i>Portable Circular Saw</i>	Untuk memotong dan membelah balok dan papan kayu	8	1	8
4.	<i>Portable Planner</i>	Untuk meratakan/ menyayat permukaan kaju dalam bentuk balok/papan	16	-	0
5.	<i>Radial Arm Saw</i>	Untuk Memotong Benda Kerja	8	4	32
6.	<i>Surface Planner</i>	Untuk membersihkan permukaan kayu dari cuttermark dan meratakan permukaan kayu sehingga seluruh permukaan sama tinggi dan membuat keempat sisi kayu bersudut 90°,	4	6	24
7.	<i>Thicknesser</i>	Untuk menghaluskan 2 sisi dan membentuk sudut sisi tersebut siku 90 derajat,	6	4	24
8.	<i>Portable Electric Drilling Machine</i>	Untuk membuat lubang	16	1	16
9.	<i>Air Compresor dan Spray Gun</i>	Kompresor udara untuk membersihkan debu, menyemprotkan cat/ pelapis dengan Spray gun	2	4	8



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
10.	<i>Press Laminasi/ Pelapis Kayu</i>	Untuk membentuk kayu dengan dipress menggunakan mesin manual sesuai pola/mal yang diinginkan	2	24	48
11.	Pahat	Melubangi atau mengukir benda	32	-	0
12.	Mesin Bubut Konvensional	Untuk pengenalan dan pelatihan pengerjaan benda kerja menggunakan mesin bubut konvensional	16	8	128
13.	Mesin Bubut Kayu	Untuk pengenalan dan pelatihan pengerjaan benda kerja menggunakan mesin bubut kayu	16	8	128
14.	Mesin Profil Kayu	Gergaji untuk memotong bentuk profil	16	1	16
15.	<i>Hollow Chissel Mortiser</i>	Gergaji untuk memotong bentuk profil Mesin bor meja untuk membentuk sudut siku dalam.	2	2	4
16.	<i>Maintenance Tool Bag</i>	Untuk perbaikan mesin	32	-	0
17.	<i>Portable Rotary Sander</i>	Untuk menghaluskan permukaan benda kerja	16	-	0
18.	<i>Portable Belt Sander</i>	Untuk menghaluskan permukaan benda kerja	16	2	32
Total Area Praktik Area Kerja Furnitur					492



Tabel 47. Total Area Laboratorium Desain Komunikasi Visual

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Area Praktik Gambar Desain Obyek dan Produk	1	96	96
7.	Area Praktik Komputer Desain	2	64	128
8.	Area Praktik Finishing Desain Produk	1	79	79
9.	Area Praktik Furnitur	1	492	492
10.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
11.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
12.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Bengkel Desain Interior dan Teknik Furnitur yang Ideal				1.188

E. Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi

1. Laboratorium Agribisnis Tanaman Pangan dan Holtikultura

Agribisnis tanaman pangan dan holtikultura (ATPH) adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun agribisnis dan agroteknologi. Pemilihan kompetensi keahlian ini untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi tersebut merupakan bagian dalam program strategis Nawacita dimana membangkitkan perekonomian Indonesia melalui ketahanan pangan. Untuk menjaga



ketahanan pangan tersebut, tentunya harus memperhatikan bagaimana sirkulasi pembibitan, pemanenan, dan pemroduksian perlu di monitoring dan evaluasi dengan penggunaan alat/mesin yang modern dalam mendukung efektifitas dan efisiensi kerja. Kecanggihan dan modernisasi alat/mesin dalam ATPH yang ada di industri pertanian modern sepatutnya direplika oleh SMK. Kajian ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan laboratorium ATPH beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

a. Desain Bengkel

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombongan kelas kompetensi keahlian Agribisnis Tanaman Pangan dan Holtikultura di SMK. Namun, berdasarkan informasi pada denah tersebut, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Bengkel yang nyaman dan aman apabila *ergonomic checkpoint* dan aman apabila tersedia perlengkapan K3 dan mitigasi bencana yang lengkap. Selain itu, disediakan *i-spaces* dan wahana diskusi bebas di dalam bengkel untuk mengasah kreatifitas dan inovasi siswa SMK ketika menggunakan ruang praktik. Berikut adalah desain laboratorium ATPH di SMK yang ideal.



b. Fasilitas Utama

Tabel 48. Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Hama dan Penyakit

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Soil Nutrient Analyzer</i>	Digunakan untuk menguji/mengukur kadar N, P, K, bahan-bahan organik, pH, salinitas, dan kelembaban pada tanah, pupuk, dan tanaman.	8	1	8
2.	<i>Total Radiation Recorder</i>	Untuk mengukur total radiasi di udara	8	-	0
3	<i>Analytical Balance</i>	Digunakan untuk mengukur massa suatu bahan/benda dengan ketelitian yang tinggi yaitu 0.1 mg	8	1,5	12
4.	<i>Biological Microscope</i>	Untuk melihat benda/ makhluk hidup yang berukuran sangat kecil.	8	2	16
5.	<i>Portable Autoclave</i>	Untuk mensterilisasi suatu benda dengan menggunakan uap bersuhu dan bertekanan tinggi.	4	4	16
6.	<i>Drying Oven</i>	Untuk sterilisasi atau pembersihan dengan menggunakan udara kering.	2	8	16
7.	<i>Laminar Air Flow</i>	Untuk tempat melakukan kegiatan inokulasi pada kultur	2	6	12



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
		jaringan atau mikrobiologi secara aseptik.			
8.	<i>Inkubator</i>	Untuk menginkubasi atau memeras mikroba pada suhu yang terkontrol.	4	6	24
9.	<i>Magnetic Hotplate Stirrer</i>	Untuk menghomogenkan suatu larutan dengan proses pemanasan dan pengadukan.	4	1	4
10.	<i>Orbital Shaker</i>	Untuk mengocok cairan dalam botol dengan sistem gerakan bergetar melingkar sehingga membentuk larutan yang homogen.	4	1	4
11.	<i>Penyemprot Pestisida</i>	Untuk menyemprotkan pestisida	8	1,5	12
Total Area Praktik Area Kerja Laboratorium Hama dan Penyakit					136

Tabel 49. Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Pemuliaan dan Pembentukan Tanaman

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Traktor tangan Dengan penggerak motor diesel</i>	Untuk mengolah tanah persiapan tanam: membajak sawah, memecah tanah dan, meratakan tanah	8	9	72
2.	<i>Weather Station Digital</i>	Untuk mengukur dan merekam beberapa parameter cuaca.	8	1	8



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
3.	<i>Soil Water Potential Locator</i>	Untuk mengukur potensi air tanah dan suhu tanah secara bersamaan	8	-	0
4.	<i>Microclimate Information Collector</i>	Digunakan untuk mengukur dan merekam beberapa parameter cuaca / iklim mikro di suatu lokasi secara terus menerus untuk jangka waktu yang lama.	4	9	36
5.	<i>Soil Acidometer</i>	Untuk mengukur keasaman tanah	8	-	0
6.	<i>Soil Hardness Meter</i>	Digunakan untuk mengukur kekerasan tanah	8	-	0
7.	<i>Soil Driller Kit</i>	Untuk membuat lubang pada tanah dan mengambil sampel tanah pada kedalaman tertentu.	8	1	8
8	<i>Vacuum Seed Counter</i>	Digunakan untuk penghitungan, penghisapan, dan penempatan benih dalam suatu wadah dalam proses perkecambahan benih.	8	1	8
9	<i>Centrifuge Seed Divider</i>	Digunakan untuk membagi sampel benih secara elektrik.	8	1,5	12
10.	<i>Multi-Rice, Wheat, and Corn Thresher</i>	Untuk pemurnian, membersihkan, menyortir dan pemisahan biji-bijian	6	4	24
11.	<i>Seed Neatness Workbench</i>	Untuk melihat dan memilih benih (tidak tercampur dengan varietas lain, kotoran maupun	8	5	40



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
		benih yang rusak) guna menjaga kualitas varietas unggul.			
12.	<i>Cultivation Tractor</i>	Untuk mempersiapkan lahan hortikultura di lahan kering	2	16	32
Total Area Praktik Area Kerja Pemuliaan dan Pembenuhan Tanaman					240

Tabel 50. Peralatan dan Perlengkapan Area Green House/Saung Paranet/ Bangsal Perlindungan Tanaman

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Electric Germinator (With Humidifier)</i>	Merupakan alat inkubasi yang dapat dikontrol secara otomatis, yang meniru kondisi di lingkungan luar.	4	8	32
2.	<i>Plant Nutrition Analyzer</i>	Untuk menguji / mengukur kandungan nitrogen, klorofil, suhu pada daun, dan kelembaban pada daun.	8	-	0
3.	<i>Portable Leaf Area Meter</i>	Untuk mengukur berbagai jenis data pada daun, seperti luas daun, luas rerata daun, panjang daun, lebar daun, ketebalan daun, perimeter dan rasio penjang dan lebar daun, tanpa merusak daun.	8	2	16
4.	<i>Grain Moisture Meter</i>	Untuk mengukur kadar air pada biji-bijian.	8	3	24



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
5.	<i>Plant Transpiration Rate Meter</i>	Digunakan untuk mengukur laju transpirasi	4	1	4
6.	<i>Fruit Sclerometer</i>	Untuk mengetahui tingkat kematangan/ kekerasan buah	8	1	8
7.	<i>Soil Tensiometer</i>	Untuk mengukur kadar lengas tanah	8	1	8
Total Area Praktik Area Kerja Green House/Saung Paranet/ Bangsal Perlindungan Tanaman					92

Tabel 51. Total Area Laboratorium Agribisnis Tanaman Pangan dan Holtikultura

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Area Praktik Laboratorium Hama dan Penyakit	1	136	96
7.	Area Praktik Pemuliaan dan Pembenuhan Tanaman	1	240	240
8.	Area Praktik Green House/Saung Paranet/ Bangsal Perlindungan Tanaman	2	92	184
9.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
10.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
11.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Laboratorium Agribisnis Tanaman Pangan dan Holtikultura yang Ideal				913

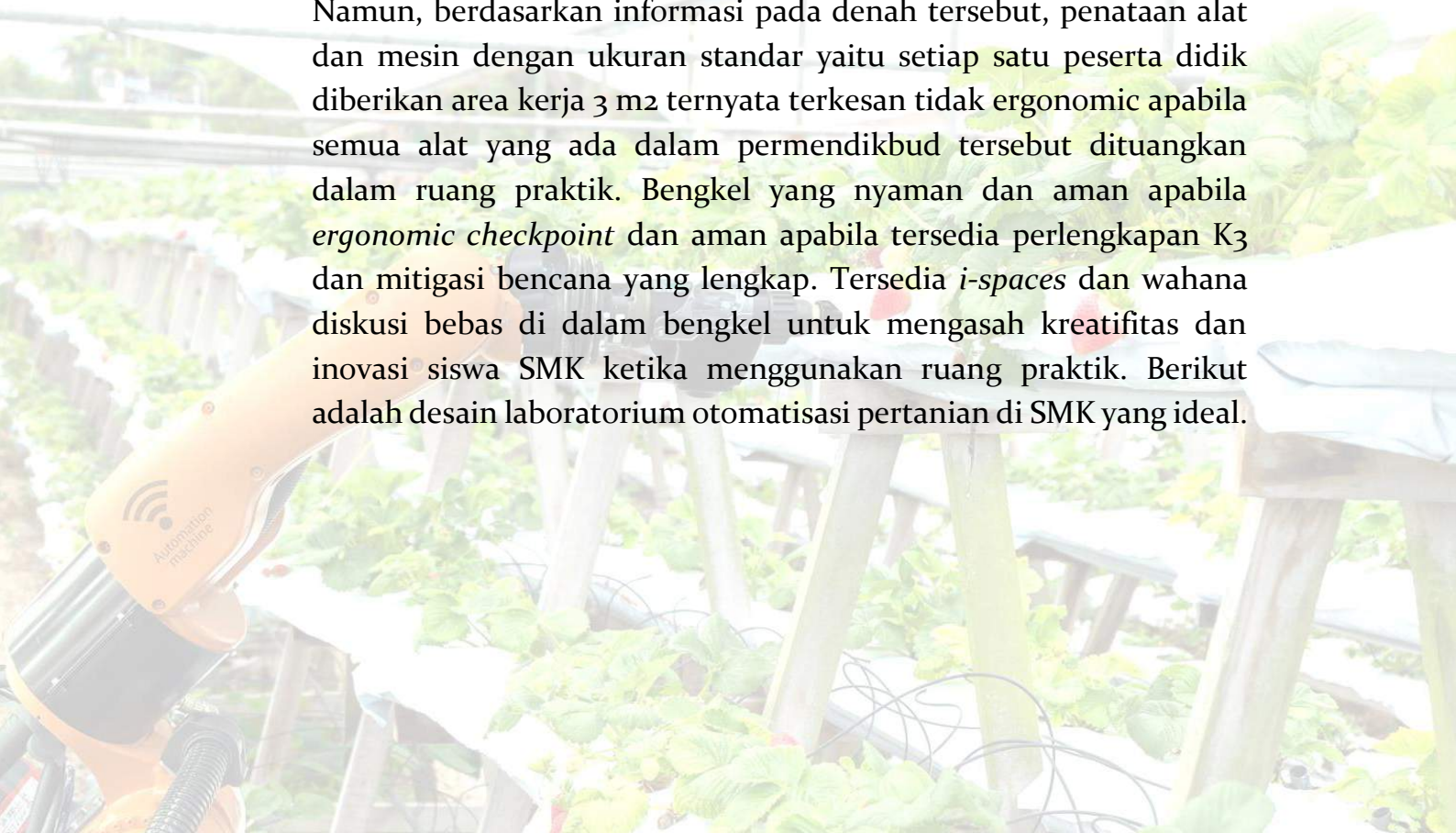


2. Laboratorium Otomatisasi Pertanian

Otomatisasi pertanian adalah salah satu kompetensi keahlian yang ada dalam rumpun agribisnis dan agroteknologi. Pemilihan kompetensi keahlian ini untuk diangkat dalam prototype dikarenakan kompetensi tersebut merupakan bagian dalam program strategis Nawacita dimana membangkitkan perekonomian Indonesia melalui ketahanan pangan dengan bersentuhan langsung pada era revolusi industri 4.0. Untuk menjaga modernisasi alat/mesin pertanian tersebut, tentunya harus memperhatikan bagaimana alat/mesin praktikum harus modern dan canggih dalam mendukung efektifitas dan efisiensi kerja. Kecanggihan dan modernisasi alat/mesin dalam otomatisasi pertanian yang ada di industri pertanian modern sepatutnya direplika oleh SMK. Kajian ini akan memberikan pandangan dan wawasan futuristik mengenai perancangan laboratorium otomatisasi pertanian beserta kelengkapan penunjangnya untuk mendukung gerakan revolusi industri 4.0.

a. Desain Laboratorium

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 8 Tahun 2018 tentang Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Bidang Pendidikan, bahwa telah disediakan denah 2 dimensi untuk satu rombel kelas kompetensi keahlian Otomatisasi Pertanian di SMK. Namun, berdasarkan informasi pada denah tersebut, penataan alat dan mesin dengan ukuran standar yaitu setiap satu peserta didik diberikan area kerja 3 m² ternyata terkesan tidak ergonomis apabila semua alat yang ada dalam permendikbud tersebut dituangkan dalam ruang praktik. Bengkel yang nyaman dan aman apabila *ergonomic checkpoint* dan aman apabila tersedia perlengkapan K3 dan mitigasi bencana yang lengkap. Tersedia *i-spaces* dan wahana diskusi bebas di dalam bengkel untuk mengasah kreatifitas dan inovasi siswa SMK ketika menggunakan ruang praktik. Berikut adalah desain laboratorium otomatisasi pertanian di SMK yang ideal.

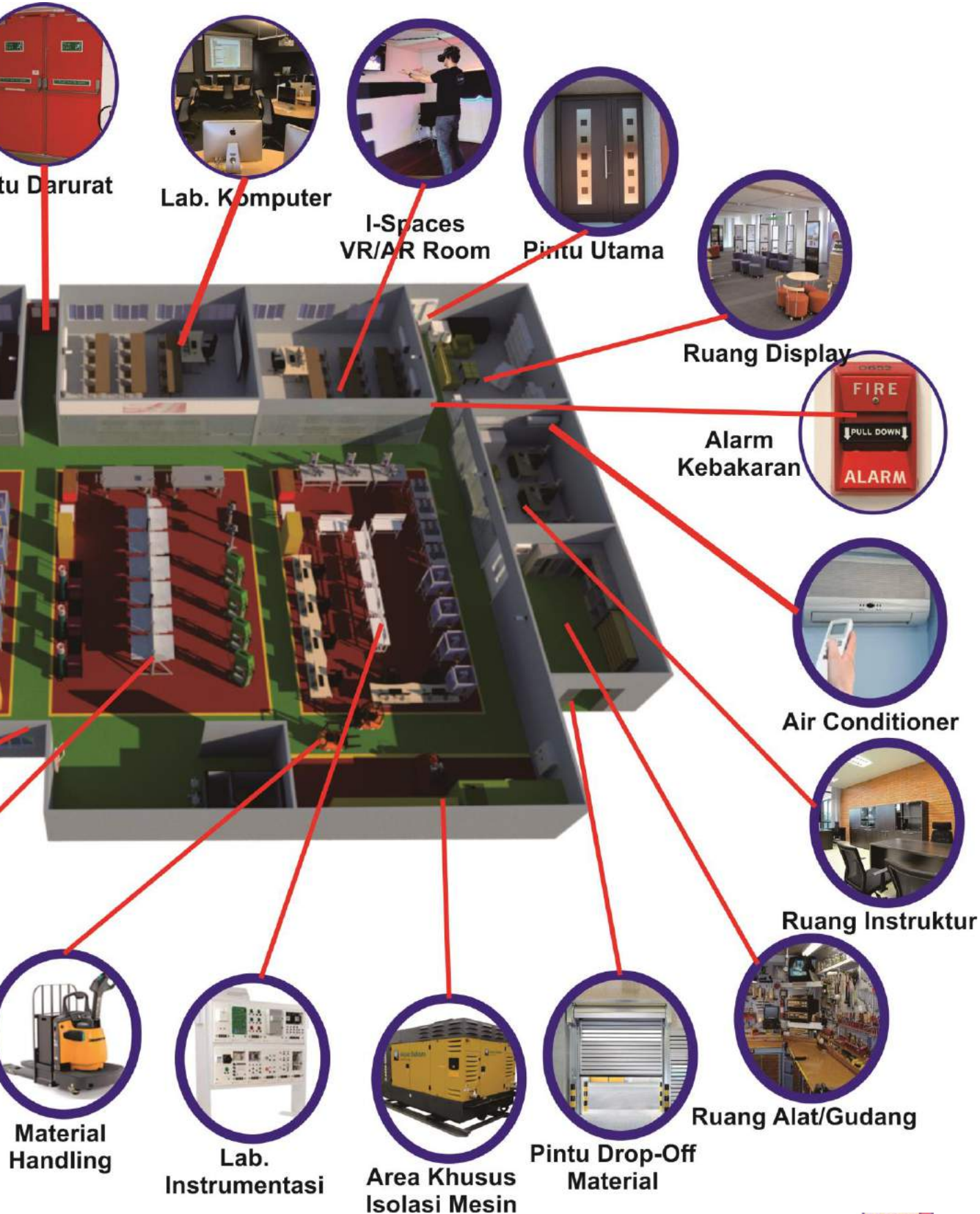






Gambar 111. Ilustrasi Isometrik Laboratorium Otomatisasi Pertanian





b. Fasilitas Utama



Gambar 112. Ilustrasi Area Praktik Komputer dan Instrumentasi

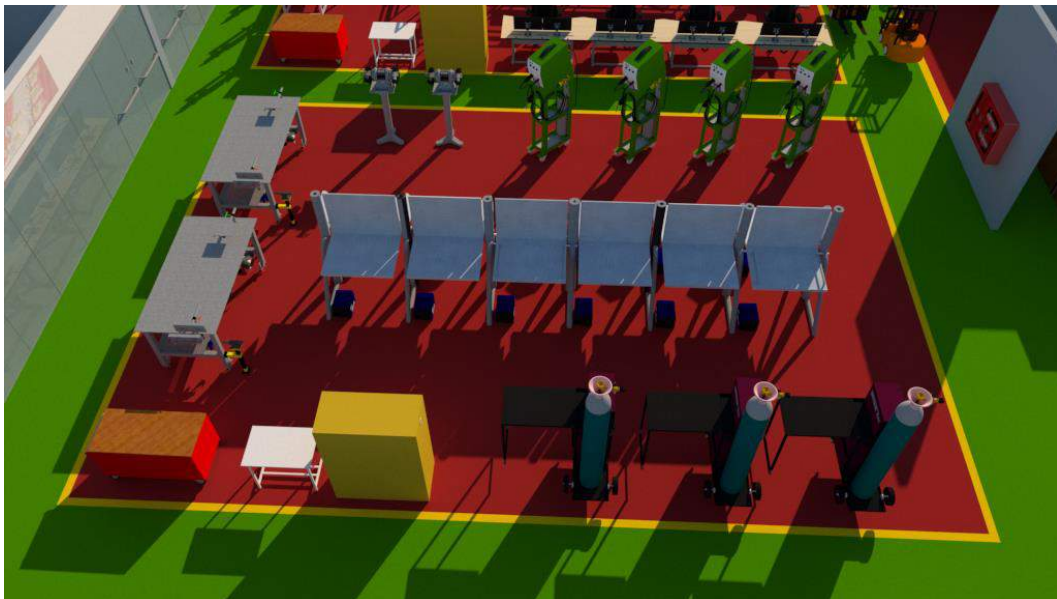
Tabel 52. Peralatan dan Perlengkapan Laboratorium Komputer dan Instrumentasi

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Basic Electric Training System</i>	Digunakan sebagai perangkat pelatihan sekaligus alat ukur untuk menjelaskan karakteristik rangkaian dasar listrik	4	6	24
2.	<i>Basic Electronics Training Kit</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk menjelaskan elektronik dasar.	8	1	8
3.	<i>Digital Circuit Training Kit</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan tentang rangkaian digital	8	1	8



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
4.	<i>MCU Experiment Box</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan microcomputer melalui berbagai macam percobaan.	4	6	24
5.	<i>MCU Training Set</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan/percobaan tentang micro computer dasar	4	6	24
6.	<i>Proximity Sensor Training Set</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk mengetahui karakteristik berbagai sensor berdasarkan jarak benda terhadap sensor	4	8	32
7.	<i>Programmable Logic Controller Training Set</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan penggunaan Programmable Logic Control (PLC).	8	4	32
8.	<i>Optical Electromechanical Integration Training Equipment</i>	Digunakan untuk pembelajaran mengenai sistim otomasi lengkap dengan berbagai macam aktuator dan sensor untuk pendeteksian berbagai macam bahan material produksi.	4	9	36
9.	<i>Analog Circuit Training Kit</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan tentang rangkaian analog.	4	1	4
Total Area Praktik Area Kerja Laboratorium Komputer dan Instrumentasi					192





Gambar 113. Ilustrasi Area Praktik Bengkel Las

Tabel 53. Peralatan dan Perlengkapan Bengkel Las dan Bubut

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Mesin Gerinda Potong</i>	Untuk mengengalkan dan memberi keterampilan memotong bahan baku produksi	4	3	12
2.	<i>Drilling & Milling Machine</i>	Untuk memfrais dan mengebor/ membuat lubang benda kerja sesuai dengan kebutuhan	2	9	18
3.	<i>Turning Machine</i>	Untuk membubut benda kerja dari logam sesuai dengan yang diinginkan dengan panjang maksimal 1 meter	8	9	72
4.	<i>High Precision Universal Milling Machine with</i>	Untuk proses frais pada benda kerja yang dikehendaki	2	9	18



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
	<i>Swivel-able Milling Head</i>				
5.	<i>SMAW Welding Machine</i>	Untuk mengelas logam dari bahan penyambung elektroda	4	4	16
6.	<i>GMAW Welding Machine</i>	Untuk mengelas logam dari bahan penyambung gas dan bahan tambah	4	4	16
7.	<i>MIG Welding Machine</i>	Untuk mengelas logam dengan penyambung kawat logam	4	4	16
8.	<i>Welding Robot</i>	Untuk mengelas logam dengan sistem terprogram	1	16	16
Total Area Praktik Area Kerja Bengkel Las dan Bubut					204



Gambar 114. Ilustrasi Area Praktik Bangsal Mesin Pertanian

Tabel 54. Peralatan dan Perlengkapan Area Bangsal Mesin Pertanian

No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	<i>Traktor tangan dengan penggerak motor diesel</i>	Untuk mengolah tanah persiapan tanam: membajak sawah, memecah tanah dan, meratakan tanah	8	16	128
2.	<i>Traktor tangan rotary dengan penggerak motor diesel</i>	Untuk mencacah tanah kering persiapan tanam : melon, palawija, dll	8	16	128
3.	<i>Traktor roda 4</i>	Untuk mengolah tanah persiapan tanam : membajak sawah, memecah tanah dan meratakan tanah.	8	25	200
4.	<i>Automatic Sprayer</i>	Untuk menyemprot obat pengendali hama dan penyakit tanaman	8	1,5	12
5.	<i>Automatic Mist Blower</i>	Untuk penyemprotan bubuk/ butiran (dry) maupun penyemprotan cairan (liquid)	8	1,5	12
6.	<i>Alat Penanam Padi</i>	Untuk menanam padi otomatis	6	25	150
7.	<i>Pompa Air</i>	Untuk mengairi sawah pertanian, dengan cara menyedot air dari sungai/sumur ke lahan	4	1	4
8.	<i>Mini Combine Harvester</i>	Memanen padi secara kombinasi dari proses memotong, merontokkan gabah dan membersihkan gabah dari kotoran jerami	6	25	150
9.	<i>Polisher Beras</i>	Untuk membersihkan butir beras dan memisahkan dari menir atau katul	4	9	36



No.	Nama Alat	Fungsi	Qty	± Luas Area Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
10.	<i>Mesin Pemipil Jagung</i>	Untuk merontokkan dan memipil/ menyortir biji jagung dari tongkolnya	4	6	24
11.	<i>Mesin Penyawut Singkong</i>	Untuk mempercepat proses pengeringan dengan mutu tinggi	4	4	16
12.	<i>Box Dryer</i>	Untuk mengeringkan gabah kualitas meningkat	2	12	24
13.	<i>Rice Milling Unit</i>	Untuk mengolah gabah menjadi beras yang bersih putih dengan sekali proses	2	48	96
14.	<i>Disk Mill</i>	Untuk memecah biji-bijian	4	9	36
15.	<i>Multi-Rice, Wheat, and Corn Thresher</i>	Untuk pemurnian, membersihkan, menyortir dan pemisahan biji-bijian	6	9	54
16.	<i>High Speed Automatic Filling and Packaging Machine for Irregular Shape</i>	Mengemas produk olahan yang berkecepatan tinggi dan produk berbentuk granular (snack dsb)	2	32	64
17.	<i>Mesin Ekstruder</i>	Untuk membuat pakan ternak dengan bentuk bulat dan memanjang dengan bahan baku 0020 utama tepung adonan	2	12	24
18.	<i>Mesin Ekstraksi</i>	untuk pengolahan produk cair (susu, sari buah, jamu,dll) menjadi serbuk	2	36	72
19.	<i>Harvest Automation's Robot</i>	Untuk membantu memanen serta membawa hasil panen	4	1,5	9
20.	<i>Mass Produced Farm Robot</i>	Untuk membantu memanen dalam jumlah yang lebih besar	1	4	4
Total Area Praktik Area Kerja Bangsal Mesin Pertanian					1.243



Tabel 55. Total Area Bengkel Otomatisasi Pertanian

No.	Nama Area	Qty	± Luas Ruang Kerja (m ²)	Luas Total (m ²)
1.	Gudang penyimpanan dan Ruang Toolman	1	72	72
2.	Ruang Instruktur	1	24	24
3.	Ruang Tamu dan Display	1	18	18
4.	Ruang Teori (VR & AR)	2	72	144
5.	Ruang Diskusi (I-Spaces)	2	48	96
6.	Area Praktik Laboratorium Komputer dan Instrumentasi	1	192	192
7.	Area Praktik Bengkel Las dan Bubut	1	204	204
8.	Area Praktik Bangsal Mesin Pertanian	1	1.243	1.243
9.	Toilet dan Ruang Ganti	2	9	18
10.	Ruang Isolasi Kompresor dan Kelistrikan	1	6	6
11.	Area lintasan Material Handling	6	2,5	15
Total Keseluruhan Area Bengkel Otomatisasi Pertanian yang Ideal				2.023

F. Fasilitas Pendukung Bengkel dan Laboratorium SMK

1. Ruang Penyimpanan

Ruang penyimpanan adalah area khusus/gudang penyimpanan alat, mesin, dan bahan praktik. Ruangan ini akan dikelola oleh toolman/mekanik/laboran. Ruang simpan yang aman adalah memberikan kesan 5 R yaitu ringkas, rapi, resik, rawat dan rajin, artinya pengelolaan ruang simpan ini akan menjadi jantung bengkel/laboratorium untuk menentukan kualitas dan kuantitas alat/mesin serta kebutuhan bahan praktik. Ruangan ini tetap memperhatikan *ergonomic checkpoint* agar bengkel/laboratorium



dapat dikatakan sebagai ruang simpan yang nyaman. Adapun standar umum dan modern yang harus dimiliki area penyimpanan meliputi sebagai berikut (d disesuaikan dengan karakteristik kompetensi keahlian):

Tabel 56. Perlengkapan Pendukung Ruang Penyimpanan

No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1.	Lemari alat	2	Menyimpan alat yang ringan seperti perkakas tangan
2.	Lemari K3	3	Menyimpan perlengkapan K3
3.	Long Rack	4	Meletakkan bahan, material, dan alat
4.	Almari Alat, Bahan, dan dokumen	3	Menyimpan alat, bahan praktik, dan dokumen
5.	Tool Box Set	2	Menyimpan alat-alat perkakas tangan secara portable
6.	Forkclift	1	Material handling, membongkar dan membawa material, alat, atau mesin
7.	Pallet	2	Menjadi landasan untuk meletakkan material/bahan yang akan diangkat oleh forkclift
8.	Hand Truck	2	Membawa material berbentuk tabung
9.	Floor Hand Truck	2	Material handling membawa material dan dokumen
10.	Set meja, komputer, dan kursi	2	Mengakses informasi dari internet, mendesain gambar kerja, menjadi media interaksi online
11.	Televisi Berbayar	1	Memberikan informasi tentang kemajuan teknologi secara global
12.	Kotak P3K	1	Menyimpan perlengkapan P3K
13.	Alat Pemadam Api	1	Memadamkan api ketika terjadi kebakaran
14.	Alarm Tanda Bahaya	1	Memberikan peringatan bahaya
15.	Wastafel	1	Membilas dan mencuci tangan



No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
16.	Finger Print	1	Presensi kehadiran secara digital
17.	Wifi Router	1	Memberikan jangkauan wifi di setiap ruang
18.	CCTV	2	Memonitoring situasi pembelajaran secara online
19.	Alat Kebersihan	1	Membersihkan area kerja sebelum dan sesudah digunakan
20.	Tempat Sampah	2	Membuang sisa material praktik
21.	Poster K3	4	Memberikan informasi K3 kepada pengguna bengkel
22.	Telephone	1	Emergensi dan komunikasi antar ruang
23.	Air Conditioner	2	Mendinginkan area laboratorium dan office
24.	Exhaust fan	4	Membuang udara kotor dan menjaga kelembabapan ruangan
25.	<i>Evacuation Route</i>	1	Petunjuk evakuasi apabila terjadi bencana alam atau kebakaran
26.	<i>CCTV Control Room</i>	1	Untuk mengawasi laboratorium dan bengkel secara terpadu
27.	Dispenser	1	Untuk minum air putih

2. Ruang Instruktur

Ruang instruktur adalah ruang kerja bagi instruktur baik sebagai transit, bimbingan, dan menerima tamu. Ruang instruktur yang aman adalah memberikan kesan 5 R yaitu ringkas, rapi, resik, rawat dan rajin, artinya pengelolaan ruang simpan ini akan menjadi pilot bengkel/laboratorium untuk menentukan efektifitas dan efisiensi kerja bagi instruktur. Ruangan perlu didesain nyaman-mungkin. Ruangan ini tetap memperhatikan *ergonomic checkpoint* agar bengkel/laboratorium dapat memiliki ruang instruktur yang nyaman. Adapun standar umum dan modern yang harus dimiliki area



penyimpanan meliputi sebagai berikut (d disesuaikan dengan karakteristik kompetensi keahlian):

Tabel 57. Perlengkapan Pendukung Ruang Penyimpanan

No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1.	Set meja, komputer, dan kursi (I-Spaces)	6	Mengakses informasi dari internet, mendesain gambar kerja, menjadi media interaksi online
2.	Televisi Berbayar	1	Memberikan informasi tentang kemajuan teknologi secara global
3.	Kursi portable	6	Tempat duduk peserta didik ketika pembelajaran teoritis
4.	Meja Teori	6	Mengerjakan laporan, menyusun desain, dan tempat berdiskusi
5.	Kulkas	1	Menyimpan dan mendinginkan makanan atau minuman
6.	Lemari Kabinet	6	Menyimpan dokumen-dokumen instruktur
7.	Kotak P3K	1	Menyimpan perlengkapan P3K
8.	Alat Pemadam Api	1	Memadamkan api ketika terjadi kebakaran
9.	Alarm Tanda Bahaya	1	Memberikan peringatan bahaya
10.	<i>Evacuation Route</i>	1	Petunjuk evakuasi apabila terjadi bencana alam atau kebakaran
11.	Poster K3	4	Memberikan informasi K3 kepada pengguna bengkel
12.	Telephone	1	Emergensi dan komunikasi antar ruang
13.	Air Conditioner	2	Mendinginkan area laboratorium dan office
14.	LCD Proyektor	1	Memproyeksikan presentasi pembelajaran



No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
15.	Whiteboard	1	Mendukung kegiatan pembelajaran teori dan menempelkan informasi tentang jobsheet praktik
16.	Layar Proyektor	1	Tempat layar proyeksi LCD
17.	Exhaust fan	4	Membuang udara kotor dan menjaga kelembabapan ruangan
18.	Wastafel	1	Membilas dan mencuci tangan
19.	Finger Print	1	Presensi kehadiran secara digital
20.	Wifi Router	1	Memberikan jangkauan wifi di setiap ruang
21.	CCTV	2	Memonitoring situasi pembelajaran secara online
22.	Alat Kebersihan	6	Membersihkan area kerja sebelum dan sesudah digunakan
23.	Tempat Sampah	10	Membuang sisa material praktik
24.	Kursi dan meja tamu	1	Untuk menerima tamu
25.	Dispenser	1	Untuk minum air putih

3. Ruang Area Praktik

Ruang area praktik adalah ruang utama dalam laboratorium dan bengkel untuk melaksanakan pembelajaran baik teoritis maupun praktikum. Ruang area praktik yang aman adalah memberikan kesan 5 R yaitu ringkas, rapi, resik, rawat dan rajin, artinya pengelolaan ruang area praktik ini akan menjadi ruang kerja bengkel/laboratorium untuk menentukan efektifitas dan efisiensi kerja bagi peserta didik. Ruangan perlu didesain senyaman-mungkin. Ruangan ini tetap memperhatikan *ergonomic checkpoint* agar bengkel/laboratorium dapat memiliki ruang praktik yang nyaman. Adapun standar umum dan modern yang harus dimiliki area ruang praktik meliputi sebagai berikut (d disesuaikan dengan karakteristik kompetensi keahlian):



Tabel 58. Perlengkapan Pendukung Ruang Area Praktik

No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1.	<i>Floor Drafting Computer Table</i>	16	Menjanga peta dengan bantuan komputer
2.	Lemari alat	4	Menyimpan perkakas tangan
3.	Lemari K ₃	4	Menyimpan perlengkapan K ₃
4.	Almari Alat, Bahan, dan dokumen	4	Menyimpan alat, bahan praktik, dan dokumen
5.	<i>Tool Box Set</i>	8	Menyimpan alat-alat perkakas tangan secara portable
6.	Forkclift	2	Material handling, membongkar dan membawa material, alat, atau mesin
7.	Pallet	4	Menjadi landasan untuk meletakkan material/bahan yang akan diangkat oleh forkclift
8.	<i>Hand Truck</i>	4	Membawa material berbentuk tabung
9.	<i>Floor Hand Truck</i>	4	Material handling membawa material dan dokumen
10.	Televisi Berbayar	4	Memberikan informasi tentang kemajuan teknologi secara global
11.	Kursi portable	90	Tempat duduk peserta didik ketika pembelajaran teoritis
12.	Meja Teori	90	Mengerjakan laporan, menyusun desain, dan tempat berdiskusi
13.	Kotak P ₃ K	4	Menyimpan perlengkapan P ₃ K
14.	Alat Pemadam Api	4	Memadamkan api ketika terjadi kebakaran
15.	Alarm Tanda Bahaya	4	Memberikan peringatan bahaya
16.	Hydrant	2	Memadamkan api apabila terjadi kebakaran



No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
17.	<i>Evacuation Route</i>	10	Petunjuk evakuasi apabila terjadi bencana alam atau kebakaran
18.	<i>Emergency Exit</i>	1	Pintu darurat apabila terjadi bencana alam atau kebakaran
19.	Titik Kumpul	1	Menjadi tempat berkumpul yang aman ketika terjadi bencana alam atau kebakaran
20.	Telephone	4	Emergensi dan komunikasi antar ruang
21.	Air Conditioner	8	Mendinginkan area laboratorium dan office
22.	LCD Proyektor	4	Memproyeksikan presentasi pembelajaran
23.	Whiteboard	4	Mendukung kegiatan pembelajaran teori dan menempelkan informasi tentang jobsheet praktik
24.	Layar Proyektor	4	Tempat layar proyeksi LCD
25.	Exhaust fan	8	Membuang udara kotor dan menjaga kelembabapan ruangan
26.	Wastafel	4	Membilas dan mencuci tangan
27.	Finger Print	4	Presensi kehadiran secara digital
28.	Wifi Router	4	Memberikan jangkauan wifi di setiap ruang
29.	CCTV	8	Memonitoring situasi pembelajaran secara online
30.	Electrical Control Panel	2	Mengatur suplay daya listrik di masing-masing area kerja
31.	Lemari Khusus Pakaian Kerja	2	Menyimpan pakaian kerja peserta didik dan instruktur
32.	Alat Kebersihan	4	Membersihkan area kerja sebelum dan sesudah digunakan
33.	Tempat Sampah	4	Membuang sisa material praktik



No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
34.	Dispenser	4	Untuk minum air putih
35.	Kulkas	4	Menyimpan dan mendinginkan makanan atau minuman
36.	Lemari Kabinet	4	Menyimpan dokumen-dokumen instruktur
37.	Long Rack	2	Meletakkan bahan, material, dan alat
38.	WC Duduk	4	Membuang air kecil dan besar

4. Ruang *I-Spaces* (*Digital Classroom*)

Ruang *i-Spaces* adalah teori, diskusi, dan berinteraksi pengguna bengkel dan laboratorium yang modern, berbasis digital, serta pembelajaran virtual. Ruang *i-Spaces* yang modern adalah memberikan kesan *glamour* dengan interior yang menarik sehingga pengguna nyaman berada di dalam ruangan tersebut, menggunakan teknologi virtual class (Augmented dan Virtual Reality), memiliki akses internet yang cepat, ruang diskusi yang nyaman, cafetaria yang nyaman, dan ruangan yang luas dengan interaksi yang fleksibel. Ruangan perlu didesain senyaman-mungkin. Ruangan ini tetap memperhatikan *ergonomic checkpoint* agar bengkel/laboratorium dapat memiliki ruang *i-Spaces* yang nyaman. Adapun standar umum dan modern yang harus dimiliki area ruang *i-Spaces* meliputi sebagai berikut (d disesuaikan dengan karakteristik kompetensi keahlian):

Tabel 59. Perlengkapan Pendukung Ruang *I-Spaces*

No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1.	<i>Floor Drafting Computer Table</i>	16	Menjangka peta dengan bantuan komputer
2.	<i>Google Glass</i>	16	Mencitrakan obyek dari Virtual Reality
3.	<i>Tablet/ Smartphone</i>	8	Mencitrakan obyek dari Augmented Reality



No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
4.	<i>Webcams</i>	8	Komunikasi interaktif dengan video
5.	<i>Speaker (Set)</i>	4	Pengeras suara
6.	Lemari alat	2	Menyimpan perkakas tangan
7.	Lemari K3	2	Menyimpan perlengkapan K3
8.	Almari Alat, Bahan, dan dokumen	4	Menyimpan alat, bahan praktik, dan dokumen
9.	<i>Floor Hand Truck</i>	4	Material handling membawa material dan dokumen
10.	Televisi Berbayar	4	Memberikan informasi tentang kemajuan teknologi secara global
11.	Kursi portable	90	Tempat duduk peserta didik ketika pembelajaran teoritis
12.	Meja Teori	90	Mengerjakan laporan, menyusun desain, dan tempat berdiskusi
13.	Kotak P3K	4	Menyimpan perlengkapan P3K
14.	Alat Pemadam Api	4	Memadamkan api ketika terjadi kebakaran
15.	Alarm Tanda Bahaya	4	Memberikan peringatan bahaya
16.	Hydrant	2	Memadamkan api apabila terjadi kebakaran
17.	<i>Evacuation Route</i>	10	Petunjuk evakuasi apabila terjadi bencana alam atau kebakaran
18.	<i>Emergency Exit</i>	1	Pintu darurat apabila terjadi bencana alam atau kebakaran
19.	Telephone	4	Emergensi dan komunikasi antar ruang
20.	Air Conditioner	8	Mendinginkan area laboratorium dan office
21.	LCD Proyektor	4	Memproyeksikan presentasi pembelajaran
22.	Whiteboard	4	Mendukung kegiatan pembelajaran teori dan menempelkan informasi tentang jobsheet praktik



No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
23.	Layar Proyektor	4	Tempat layar proyeksi LCD
24.	Exhaust fan	8	Membuang udara kotor dan menjaga kelembabapan ruangan
25.	Wastafel	4	Membilas dan mencuci tangan
26.	Finger Print	4	Presensi kehadiran secara digital
27.	Wifi Router	4	Memberikan jangkauan wifi di setiap ruang
28.	CCTV	8	Memonitoring situasi pembelajaran secara online
29.	Electrical Control Panel	2	Mengatur suplay daya listrik di masing-masing area kerja
30.	Alat Kebersihan	4	Membersihkan area kerja sebelum dan sesudah digunakan
31.	Tempat Sampah	4	Membuang sisa material praktik
32.	Dispenser	4	Untuk minum air putih
33.	Kulkas	4	Menyimpan dan mendinginkan makanan atau minuman
34.	Lemari Kabinet	4	Menyimpan dokumen-dokumen instruktur
35.	Minibar	1	Melayani kebutuhan konsumsi pengguna
36.	WC Duduk	4	Membuang air kecil dan besar

5. Ruang Display

Ruang *display* adalah ruang pameran dalam laboratorium dan bengkel untuk menampilkan hasil praktik peserta didik. Ruang *display* yang aman adalah memberikan kesan 5 R yaitu ringkas, rapi, resik, rawat dan rajin, artinya pengelolaan ruang *display* ini akan menjadi ruang pameran bengkel/laboratorium yang bersifat *glamour*. Ruangan perlu *didesain* senyaman-mungkin. Ruangan ini tetap memperhatikan *ergonomic checkpoint* agar bengkel/laboratorium dapat memiliki ruang



instruktur yang nyaman. Adapun standar umum dan modern yang harus dimiliki area ruang display meliputi sebagai berikut (d disesuaikan dengan karakteristik kompetensi keahlian):

Tabel 6o. Perlengkapan Pendukung Ruang Display

No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1.	<i>Floor Drafting Computer Table</i>	2	Menjanka peta dengan bantuan komputer
2.	Televisi Berbayar	1	Memberikan informasi tentang kemajuan teknologi secara global
3.	Dispenser	1	Untuk minum air putih
4.	Kulkas	1	Menyimpan dan mendinginkan makanan atau minuman
5.	Wastafel	1	Membilas dan mencuci tangan
6.	Finger Print	1	Presensi kehadiran secara digital
7.	Wifi Router	1	Memberikan jangkauan wifi di setiap ruang
8.	CCTV	2	Memonitoring situasi pembelajaran secara online
9.	Tempat Sampah	1	Membuang sisa material praktik
10.	Kursi dan meja tamu	1	Untuk menerima tamu
11.	Poster K3	4	Memberikan informasi K3 kepada pengguna bengkel
12.	Telephone	1	Emergensi dan komunikasi antar ruang
13.	Air Conditioner	2	Mendinginkan area laboratorium dan office
14.	Lemari Display	2	Memamerkan produk karya praktik peserta didik
15.	Kotak P3K	1	Menyimpan perlengkapan P3K
16.	Alat Pemadam Api	1	Memadamkan api ketika terjadi kebakaran
17.	Alarm Tanda Bahaya	1	Memberikan peringatan bahaya



No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
18.	<i>Evacuation Route</i>	1	Petunjuk evakuasi apabila terjadi bencana alam atau kebakaran
19.	WC Duduk	1	Membuang air kecil dan besar





BAB 4

KEBIJAKAN PENINGKATAN MUTU BENGKEL

A. Program SMK Revitalisasi

SMK Revitalisasi merupakan program atau bantuan yang diberikan Direktorat Pembinaan SMK kepada sekolah-sekolah untuk meningkatkan daya saing SMK. Program ini merupakan wujud menjalankan Instruksi Presiden (Inpres) Nomor 9 tahun 2016, tentang Revitalisasi SMK dalam Rangka Peningkatan Kualitas dan Daya Saing Sumber Daya Manusia Indonesia. Tujuan dari revitalisasi ini diantaranya pengembangan dan penyelarasan kurikulum dengan DUDI, inovasi pembelajaran yang mendorong keterampilan Abad 21, pemenuhan dan peningkatan profesionalitas guru dan tenaga



kependidikan, standarisasi sarana dan prasarana utama, pemutakhiran program kerja sama industri, pengelolaan dan penataan lembaga, serta peningkatan akses sertifikasi kompetensi.



Gambar 115. Area Revitalisasi SMK

Revitalisasi memiliki makna yang kuat dalam membangun kualitas SDM di Indonesia dengan melibatkan berbagai elemen baik dari pemerintahan maupun non-pemerintahan. Instruksi dalam revitalisasi ini ditujukan kepada 12 menteri kabinet kerja, 34 gubernur, dan kepala Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP). Pertama instruksi tersebut berisi tentang:

- 1) Mengambil langkah-langkah yang diperlukan sesuai tugas, fungsi, dan kewenangan masing-masing untuk merevitalisasi SMK guna meningkatkan kualitas dan daya saing sumber daya manusia Indonesia.

- 2) Menyusun peta kebutuhan tenaga kerja bagi lulusan SMK sesuai tugas, fungsi, dan kewenangan masing-masing dengan berpedoman pada peta jalan pengembangan SMK.

Kepada Kepala Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP), Presiden menginstruksikan:

- 1) Mempercepat sertifikasi kompetensi bagi lulusan SMK.
- 2) Mempercepat sertifikasi kompetensi bagi pendidik dan tenaga pendidik SMK.
- 3) Mempercepat pemberian lisensi bagi SMK sebagai lembaga sertifikasi profesi pihak pertama.

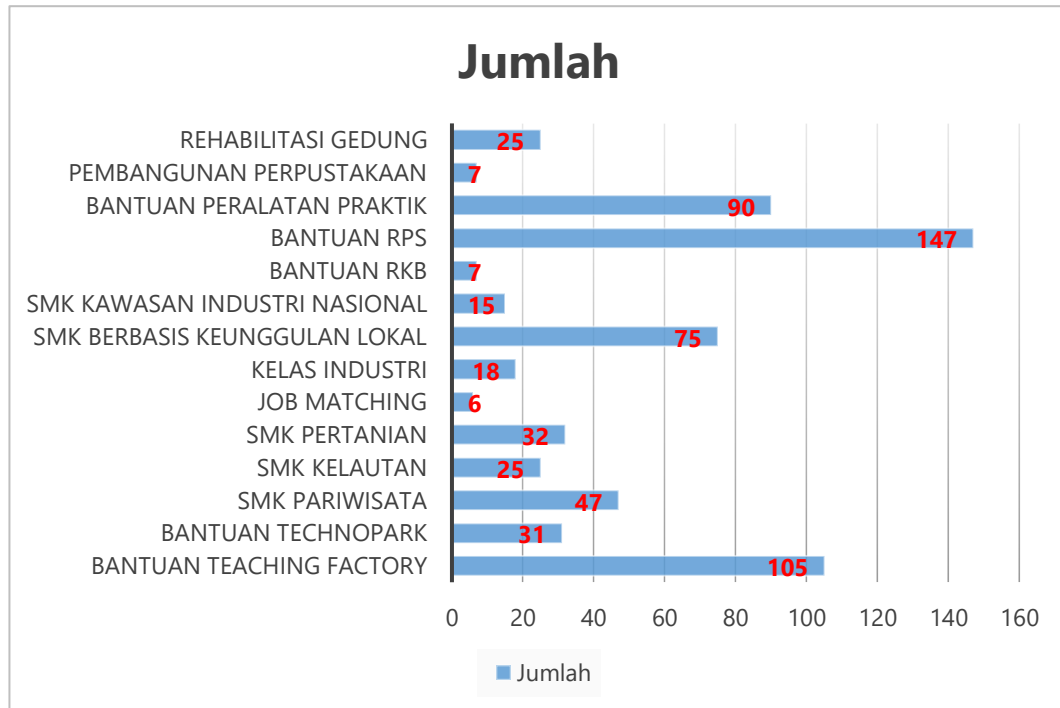
Selanjutnya kepada para gubernur, Presiden memberikan instruksi untuk :

- 1) Memberikan kemudahan kepada masyarakat untuk mendapatkan layanan pendidikan SMK yang bermutu sesuai dengan potensi wilayahnya masing-masing.
- 2) Menyediakan pendidik, tenaga kependidikan, sarana dan prasarana SMK yang memadai dan berkualitas.
- 3) Melakukan penataan kelembagaan SMK yang meliputi program kejuruan yang dibuka dan lokasi SMK.
- 4) Mengembangkan SMK unggulan sesuai dengan potensi wilayah masing-masing.

SMK Revitalisasi diperuntukkan bagi sekolah-sekolah yang termasuk dalam program strategis nasional seperti sekolah kemaritiman, pariwisata, industri kreatif, pertanian, dan rekayasa & teknologi. Kelima bidang prioritas ini akan banyak menyerap jutaan tenaga kerja dan menjadikan Indonesia menjadi negara yang berdaulat sesuai potensi yang dimilikinya dan bersaing dalam kancah internasional. Terdapat 219 SMK menerima bantuan program revitalisasi pendidikan kejuruan yang terbagi dalam 15 kategori bantuan. 15 jenis bantuan yang diberikan yakni Pembinaan Pengelolaan



Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi dengan sajian berikut ini.



Gambar 116. Peta Bantuan Revitalisasi SMK

Program revitalisasi SMK bertahap sesuai dengan peta jalan yang dikembangkan oleh Direktorat PSMK. Ada beberapa program yang tergambarkan dalam gambar di atas tidak terlepas dari pemenuhan kualitas bengkel dan laboratorium praktikum. Ruang praktik beserta fasilitas penunjang menjadi prioritas SMK yang mendapatkan bantuan ini agar mampu memenuhi kebutuhan peserta didik, penyelarasan kondisi SMK dengan DUDI, dan menghasilkan lulusan yang menguasai kompetensi yang selaras dengan kebutuhan industri. Berikut adalah contoh SMK yang mendapatkan program Revitalisasi yang berkaitan dengan peningkatan mutu bengkel adalah sebagai berikut.





Gambar 117. Bantuan Mesin *High Speed* kepada Kompetensi Keahlian Tata Busana



Gambar 118. Bantuan Perangkat Komputer kepada Kompetensi Keahlian Teknik Komunikasi dan Jaringan

B. Program SMK Teaching Factory

Program SMK *Teaching Factory* (TeFa) diterjunkan di Indonesia mulai tahun 2011 yang didasarkan pada kerjasama Direktorat Pembinaan SMK dengan *Vocational Education and Training* (TVET) negara Jerman dan



Swiss. Metode pembelajaran *TeFa* merupakan turunan pada dual system metode yang mengintegrasikan dua lingkungan utama dalam setiap kegiatan peserta didik, yakni lingkungan sekolah dan lingkungan perusahaan (industri). Peserta didik tidak hanya melakukan kegiatan belajar di sekolah, tetapi juga melakukan praktik (kompetensi dasar) dan kerja (mengaplikasikan kompetensinya) di industri dalam jangka waktu yang relatif panjang.

Pembelajaran *teaching factory* adalah suatu konsep pembelajaran di SMK berbasis produksi/jasa yang mengacu kepada standar dan prosedur yang berlaku di industri, dan dilaksanakan dalam suasana seperti yang terjadi di industri. Pembelajaran *Teaching Factory* memiliki beberapa model pelaksanaan. Zainal Nur Arifin (2014) menyebutkan bahwa terdapat tiga model pelaksanaan *TeFa* yang dapat dikembangkan SMK sebagai berikut:

- **Model 1:** *Teaching factory* dilakukan di bengkel dan laboratorium yang dimiliki oleh lembaga pendidikan itu sendiri. Pengelolaan dan pelaksanaannya terintegrasi ke dalam Sistem Akademik. Peserta didik melaksanakan praktek di Bengkel/Laboratorium sekaligus menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang dijual ke konsumen.
- **Model 2:** Lembaga pendidikan membangun pabrik/industri bekerjasama dengan industri sebagai *Teaching factory*-nya. Lokasinya *Teaching Factory* berada di dalam atau diluar lingkungan sekolah/lembaga pendidikan. Pengelolaan pabrik/industri tidak terintegrasi dengan Sistem Akademik, namun pabrik/industri tersebut dimanfaatkan pula untuk tempat praktek mahasiswa, dan
- **Model 3:** *Teaching Factory* dibangun melalui kerjasama dengan industri/perusahaan menyelenggarakan program khusus (kelas kerjasama). Tempat pendidikan dan pelatihan peserta didik dapat dilaksanakan di lingkungan sekolah/lembaga pendidikan atau di fasilitas yang dimiliki oleh industri pasangan.



Ketiga model tersebut pada dasarnya adalah pola pembelajaran berbasis produksi yang akan memiliki dampak positif untuk membangun mekanisme kerjasama (*partnership*) secara sistematis dan terencana didasarkan pada posisi tawar *win-win solution*. Penerapan pola pembelajaran *Teaching Factory* merupakan interface dunia pendidikan kejuruan dengan dunia industri, sehingga terjadi *check and balance* terhadap proses pendidikan pada SMK untuk menjaga dan memelihara keselarasan (*link and match*) dengan kebutuhan pasar kerja.

Direktorat Pembinaan SMK menerbitkan peraturan tentang petunjuk pelaksanaan bantuan pemerintah *Teaching Factory* tahun 2017 yang memiliki tujuan utama diantaranya:

- a. Mempersiapkan lulusan SMK menjadi pekerja, dan pelaku wirausaha;
- b. Membantu siswa memilih bidang kerja yang sesuai dengan kompetensinya;
- c. Menumbuhkan kreatifitas siswa melalui *learning by doing*;
- d. Memberikan keterampilan yang dibutuhkan dalam dunia kerja;
- e. Memperluas cakupan kesempatan rekrutmen bagi lulusan SMK;
- f. Membantu siswa SMK dalam mempersiapkan diri menjadi tenaga kerja, serta membantu menjalin kerjasama dengan dunia kerja yang aktual;
- g. Memberikan kesempatan kepada siswa SMK untuk melatih keterampilannya sehingga dapat membuat keputusan tentang karir yang akan dipilih.

SMK *Teaching Factory* adalah salah satu program revitalisasi SMK khususnya dalam pemberian bantuan pelaksanaan *Teaching Factory*. *Teaching factory* merupakan pembelajaran berbasis produksi yang memiliki kekhususan dalam menghasilkan produk yang berstandar

kebutuhan konsumen. Produk/jasa yang dihasilkan SMK memiliki nilai unsur bisnis yang dapat mengembangkan jiwa kewirausahaan peserta didik, guru, dan pengelola bengkel.

Keberhasilan *Teaching Factory* terletak pada sarana dan prasarana praktikum yang menunjang proses produksi dimana hanya dapat dijumpai di bengkel atau laboratorium. Bengkel dan laboratorium dapat menjadi tempat dalam riset dan pengembangan produk *Teaching Factory* SMK. Pelaksanaan *Teaching Factory* di dalam bengkel dan laboratorium seharusnya di *setting* menyerupai umumnya kompetitor bisnis SMK dengan dipersiapkan baik dari segi *layout* produksi, alat yang digunakan, maupun pengujian produk agar menjamin kualitas produk dan kepercayaan dari produk *Teaching Factory*. Adanya *teaching factory* ini memberikan manfaat yang besar bagi sekolah, diantaranya: a) Meningkatkan kompetensi guru dan peserta didik, b) Mendorong terciptanya budaya mutu di sekolah, c) Menciptakan budaya industri di sekolah, d) Wahana kreativitas dan inovasi peserta didik dan guru, sarana pengembangan entrepreneurship di sekolah, dan e) Tempat magang dan penampungan lulusan yang belum mendapat pekerjaan di dunia industri atau dunia usaha.



Gambar 119. *Teaching Factory* Perakitan Motor Diesel





Gambar 120. *Teaching Factory* Desain Interioir dan Furniture

C. Program Kelas Industri

Kelas industri merupakan bagian dari program pembelajaran alternatif yang merupakan pilihan bagi peserta didik untuk belajar sambil praktik langsung dengan Dunia Usaha/Industri yang relevan dengan minat studinya. Kelas industri mengacu pada konsep pembelajaran *Work-based competence* yang mengartikan bahwa perpaduan kompetensi teori dan praktek sesuai dengan kondisi nyata dengan tempat bekerja. Terealisasikan hal ini perlu terjalin hubungan yang harmonis antara SMK dan dunia usaha/dunia kerja (*link and match*) sehingga materi pembelajaran produktif harus relevan dengan kompetensi yang dibutuhkan oleh dunia industri. Hubungan erat diharapkan tidak ada celah kesenjangan antara Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dengan dunia usaha/dunia industri.

Program kelas industri disusun bersama antara sekolah dan dunia kerja dalam rangka memenuhi kebutuhan peserta didik dan sebagai kontribusi dunia kerja terhadap pengembangan program pendidikan di SMK. Kelas industri peserta didik dapat menguasai sepenuhnya aspek-



aspek kompetensi yang dituntut kurikulum, disamping itu mengenal lebih dini dunia industri yang menjadi bidang keahliannya yang kelak dapat dijadikan bekal untuk bekerja setelah menamatkan pendidikannya.

Peserta didik melalui program kelas industri mendapatkan pengalaman kerja untuk masa peralihan dari sekolah ke lingkungan kerja, memahami dunia kerja dan memilih pekerjaan yang tepat. Terbentuknya kelas industri dapat menjadikan peserta didik benar-benar mempunyai kemampuan dan keterampilan yang unggul di dunia kerja. Kelas industri mampu meningkatkan citra lembaga dalam meningkatkan kualitas lulusan juga memiliki kualifikasi dan standar kompetensi SMK dan Dunia Usaha/industri. Adapun tujuan diselenggarakannya kelas industri diantaranya,

- a. Menghasilkan lulusan yang unggul sesuai dengan tuntutan dan harapan dunia usaha/dunia industri;
- b. Meningkatkan kualitas pengelolaan pembelajaran di SMK sesuai tuntutan standar industri;
- c. Meningkatkan keterampilan, kemampuan dan profesionalitas lulusan;
- d. Meningkatkan keterserapan dan daya saing lulusan SMK dalam dunia usaha/dunia industri;
- e. Menyelenggarakan model pembelajaran yang dirancang bersama industri/asosiasi untuk pemenuhan kompetensi khusus lulusan yang diminta oleh industri.

Kesuksesan dari kelas industri selain terletak pada kurikulum yang disusun industri, tetapi kelengkapan sarana dan prasarana sesuai spesifikasi industri. Perjanjian kerjasama yang dilakukan dalam kelas industri bahkan perlu dipersiapkan sekolah terutama dalam mempersiapkan ruang praktik yang sesuai standar industri, peralatan dan perlengkapan praktik sesuai spesifikasi industri, dan tata letak area kerja sesuai dengan kondisi faktual di industri. Bengkel dan laboratorium menjadi imbas dalam pelaksanaan kelas industri dan



pengelolaan bengkel/laboratorium menjadi primadona para industri untuk tertarik bekerjasama dalam membuka kelas industri serta menyerap lulusan dari kelas industri.



Gambar 121. Kelas Industri “Yamaha”

D. SMK CSR

Menurut The World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Cooperate Social Responsibility (CSR) adalah *“Continuing commitment by business to behave athically and contribute to economic development while improving the quality of life of the workforce and their families as well as of the local community and society at large.”* Artinya, terjadi komitmen dunia usaha untuk terus menerus bertindak secara etis, beroperasi secara legal dan berkontribusi untuk peningkatan ekonomi, bersamaan dengan pengingkatan kualitas hidup dari karyawan dan keluarganya sekaligus juga peningkatan kualitas komunitas lokal dan masyarakat secara lebih luas. Kegiatan CSR merupakan *discretionary* yang semata-mata merupakan komitmen



perusahaan secara sukarela untuk turut meningkatkan kesejahteraan komunitas dan bukan merupakan aktifitas bisnis yang diwajibkan oleh hukum dan perundang-undangan.

Program *Corporate Social Responsibility* (CSR) memegang peranan yang sangat besar dalam mewujudkan keberlangsungan usaha Perusahaan. Perusahaan berkompetisi melalui program CSR mulai menjamah SMK. Komitmen perusahaan yang sistematis dan berkelanjutan secara konsisten dilakukan perusahaan untuk mendukung kebijakan dalam pengembangan SMK. Identifikasi tim CSR perusahaan memberikan bantuan secara obyektif sesuai dengan kriteria tim CSR perusahaan bagi SMK yang layak mendapatkan bantuan.

SMK dengan bantuan CSR pada umumnya akan mendapatkan bantuan dengan nilai yang lebih besar dari bantuan pemerintah. Sekolah-sekolah dengan CSR foundation identik dengan kemajuan di bidang sarana dan prasarana praktikum. Berbasis layanan CSR berkualitas, perusahaan akan memberikan bantuan dengan kualitas sarana dan prasarana yang terbaik dan terstandarisasi dengan harapan sekolah yang menikmati bantuan alat dan ruang praktikum tersebut dapat meningkatkan kualitas lulusannya. SMK menjadi penting sekali memperbanyak kerjasama kemitraan dengan perusahaan dengan harapan mendapatkan banyak bantuan dari program CSR perusahaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi (1988). Organisasi dan Administrasi Pendidikan Teknologi Kejuruan. Jakarta: Depdikbud.
- Barnawi (2012), Manajemen Sarana dan Prasarana Sekolah. Yogyakarta: Arruzz Media.
- Handoko, T. Hani (1995). Manajemen. Edisi kedua. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Husaini Usman (2004). Manajemen (teori, Praktik, dan Riset Pendidikan). Jakarta: PT Bumi Aksara
- Ismara, I. & Prianto, E. (2017). Bagaimanakah agar Laboratorium dan Bengkel Pendidikan Vokasi menjadi Nyaman, Selamat, dan Sehat. Yogyakarta: UNY Press.
- Kowalski, Theodore J. (2010). The School principal: Visionary Leadership, and Competent Management.
- Leighbody & Kidd (1968). Methode of Teaching Shop and Technical Subject. Canada: Delmar Publisher.
- Nolker, Helmut (1983) Pendidikan Kejuruan: Pengajaran, Kurikulum, Perencanaan. Jakarta: Gramedia
- Permendiknas No 24 Tahun 2007 Tentang Standar Sarana dan Prasarana. Jakarta:-
- Prakken Publications (1982). Modern School Shop Planning. Michigan: Prakken Publications.
- Sahertian, Piet A. (1994). Dimensi-Dimensi Administrasi Pendidikan di Sekolah.
- Sutjipto. & Mukti, Basori (1993). Administrasi Pendidikan. Jakarta: Depdikbud.
- Storm, George. (1995). *Managing The Occupational Education Laboratory*. Michingan: Prakken Publications, Inc.
- Sukardi, Th (2008). Pengembangan Model Bengkel Kerja Praktik Sekolah Menengah Kejuruan. Disertasi PPs UNY: Tidak diterbitkan
- Their, Herbert, D. (1970). *Teaching Elementary School Science. A laboratory approach*. New York: Heath and Company
- World Health Organization (2011). Laboratory Quality Management System. Lyon: WHO Press.



Hargiyarto, Drs. Putut. 2006. Keselamatan Dan Kesehatan Kerja. Yogyakarta : UNY

Hebbie Ilma Adzim. Materi Dasar-dasar K3. Senin, Desember 09, 2013

[http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/langkah-langkahpenerapan-](http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/langkah-langkahpenerapan-budaya-5r.html)

[budaya-5r.html](http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/langkah-langkahpenerapan-budaya-5r.html)

_____ <http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/pengertian-tujuan-dan-manfaat-penerapan.html>

_____ [http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/lab-el-tanda-dan-kodewarna-](http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/lab-el-tanda-dan-kodewarna-perpipaan.html)

[perpipaan.html](http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/lab-el-tanda-dan-kodewarna-perpipaan.html)

_____ <http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/lab-el-kemasan-bahan-material-berbahaya.html>

_____ <http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/ram-bubahaya.html>

_____ [http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/syarat-syarat-k3-](http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/syarat-syarat-k3-keselamatan-dan.html)

[keselamatan-dan.html](http://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/syarat-syarat-k3-keselamatan-dan.html)

Hiroyuki Hirana Chairman. ---. 5S. Japan. JIT Management Laboratory, Co

Jennifer Gunning, dkk. 2001. Ergonomic Handbook for the Clothing Industry. Canada. Unite.

Mangini, Leo. ---. The Kitchen Checklist: The Ultimate guide to planning a functional kitchen.

Pinnagoda, Chandra. 1996. Ergonomic Checkpoints: Practical and easy to implement

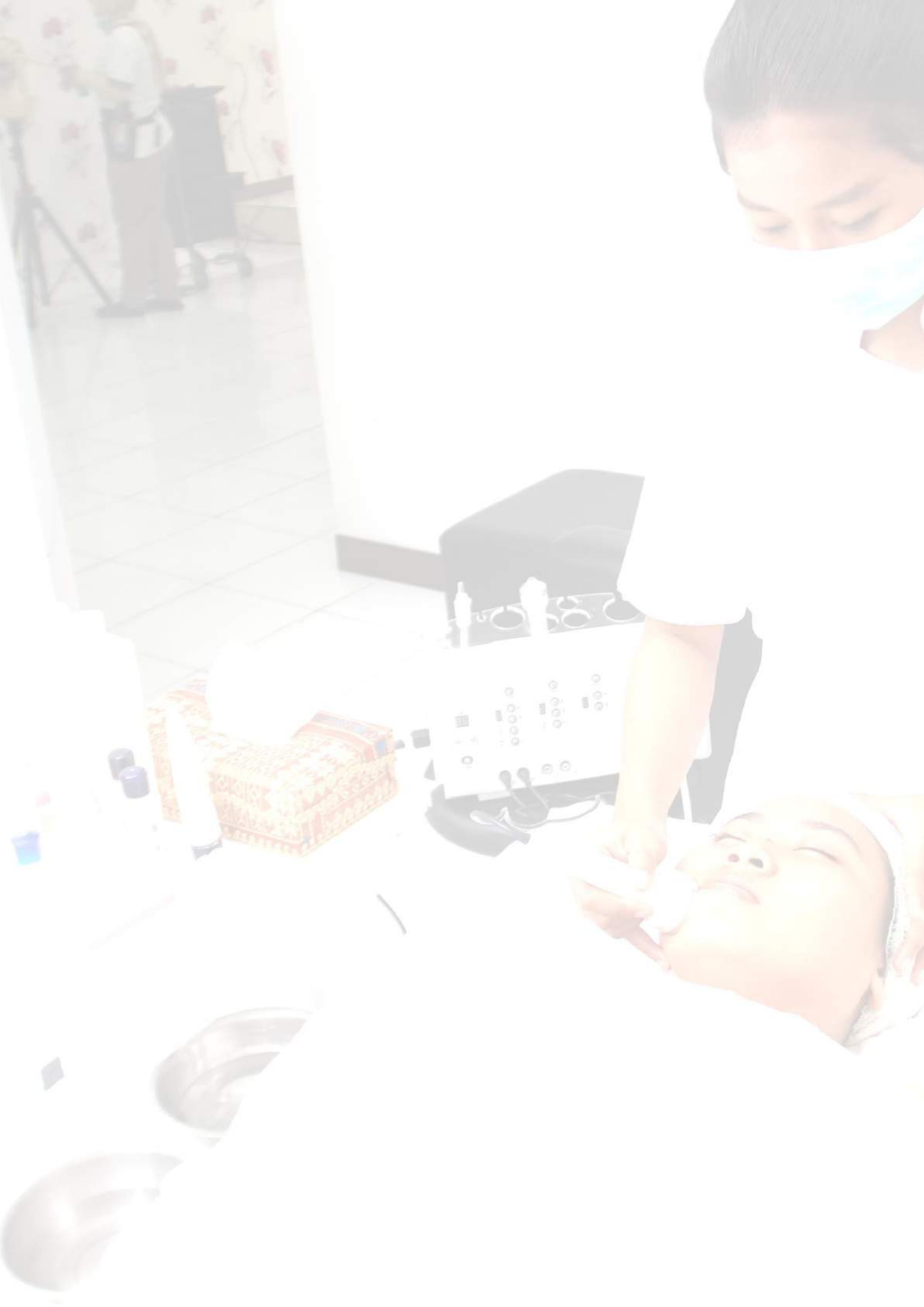
Rudi Suardi. 2006. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta. PPM

Solutions for improving safety, health, and working conditions. Geneva: ILO



- . 2003. An Ergonomic Guide for kitchen in Healthcare. Canada. OHSAH
<http://www.logisticology.com/index.php/knowledge/11-5r-budaya-kerja-jepang.html>
<http://www.wikipedia.org>
<http://www.blogspot.com/images/Seiri5SPoster1.jpg>
<http://.blogspot.com/THoKmgBLFvI/seiton /1.jpg>
<http://www.bpblogspot.com/images/seisotpmoffice1.jpg>
http://1.bp.blogspot.com/_dIM5Ssz0/Si28XP2I /seiketsu1.jpg
http://1.bp.blogspot.com/_erdIMvfd5Ssz0/Si28g23XP2I /shitsuke001.jpg
<http://www.bpblogspot.com.br/imagens/imagenstake3.jpg>
<http://2gk3undip.files.wordpress.com/2009/03/logo-k3.jpg?w=300&h=300>







LAMPIRAN

1. Standard Operational Procedure (SOP) di Bengkel
2. Instrumen 5R
3. *Ergonomic Checklist*
4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri
5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

Lampiran 1. *Standard Operational Procedure (SOP)* di Bengkel

Standard Operational Procedure (SOP) Praktikum di Bengkel	Document No.	
	Rev. No	
	Rev. Date	
	Page	
	Rev. Note	-

A. Tujuan:

Menjamin bahwa pelaksanaan praktikum dapat berjalan dengan tertib dan lancar, sesuai dengan tujuan yang ditetapkan yaitu :

1. Peserta didik mencapai hasil yang ditetapkan
2. Peserta didik aman dan tetap produktif
3. Mesin masih optimal dalam bekerja
4. Lingkungan kerja tetap bersih dan nyaman

B. Latar Belakang:

1. Beberapa kali terjadi kecelakaan kerja yang berakibat luka yang parah, yang disebabkan karena peserta didik tidak memakai APD atau memakai tidak secara konsisten
2. Beberapa kali terjadi produk yang *reject* dalam jumlahnya yang besar, karena peserta didik tidak melakukan pemeriksaan awal terhadap hasil kerja sesuai ketentuan
3. Sering kali ditemukan kondisi mesin dan lingkungan yang masih kotor ketika selesai pemakaian.

C. Pelaksana:

Peserta didik yang menggunakan bengkel

D. Penanggung Jawab:

Instruktur

E. Prosedur yang Dilakukan :**➤ Persiapan:**

1. Peserta didik memakai pakaian kerja secara benar, yang dipersyaratkan
2. Peserta didik memakai Alat Pelindung Diri (APD) yang direkomendasikan di lingkungan kerja bengkel tersebut, secara benar (sesuai ketentuan *Safety Standard*).



3. Selalu menerapkan Sikap Kerja berdiri agar aman, produktif dan ergonomis

➤ **Pelaksanaan:**

1. Melakukan pengambilan material dengan sarana *handling* yang tersedia
2. Pemeriksaan mesin sebelum digunakan, dengan mengisi *form Daily Check Inspection* yang tersedia
3. Persiapan *Tools* dan perlengkapan kerja yang lain
4. Persiapan alat ukur dan kalibrasinya
5. Pembacaan Gambar Kerja dan Instruksi Kerja
6. Setting mesin dan tools sesuai kebutuhan
7. Pemeriksaan awal benda kerja (5 pcs) yang agak detil menurut *check sheet*, apakah sudah sesuai gambar kerja atau instruktur kerja yang lain. Selanjutnya mengikuti ketentuan yang ada pada masing-masing barang atau part yang dikerjakan.
8. Pengisian *Check Sheet* yang telah tersedia
9. Tetap menjaga kebersihan alat ukur, benda kerja dan tools yang digunakan
10. Menggunakan sarana *handling* yang standar untuk memindahkan hasil kerja
11. Membersihkan mesin, alat akur dan tools setelah peserta didikan selesai
12. Mematikan mesin jika sudah selesai pengerjaan
13. Membuang kotoran atau bram sesuai standar yang ditetapkan, sesuai aturan 5S

F. Konsultasi dan Pelaporan

Untuk memperlancar tugas instruktur harus berkonsultasi kepada Kepala Bengkel.

Mengetahui
Kepala Bengkel

Instruktur



Standard Operational Procedure (SOP) Trouble Shooting	Document No.	
	Rev. No	
	Rev. Date	
	Page	
	Rev. Note	-

A. Tujuan:

Menjamin bahwa peserta didik siap menghadapi *trouble* yang terjadi pada proses kerjanya dan mampu mengatasinya, dengan mengikuti ketentuan yang sudah ditetapkan dalam *Engineering Standard*, sehingga tidak muncul kepanikan tetapi juga aman atau tidak memperparah kondisi kerusakan.

B. Latar Belakang:

1. Beberapa kali terjadi *trouble shooting*, peserta didik memaksakan diri untuk menangani sendiri, padahal tidak mempunyai kompetensi untuk hal itu sehingga menimbulkan kerusakan/kerugian yang lebih besar.
2. Beberapa kali terjadi *trouble shooting*, peserta didik hanya berdiam diri bahkan laporan ke Pengawas Bengkel pun tidak.

C. Klasifikasi *Trouble Shooting*:

1. TS Ringan : dapat diatasi oleh diri sendiri
2. TS Sedang : dapat dilakukan dengan pendampingan Pengelola Bengkel
3. TS Berat : diserahkan ke tenaga ahli tetapi peserta didik mendampingi sebagai penyaji data dan sumber keterangan

D. Pelaksana:

Peserta didik yang menggunakan bengkel

E. Penanggung Jawab:

Pengelola Bengkel, Instruktur

F. Prosedur yang Dilakukan :**➤ Persiapan:**

1. Disediakan data impiris *trouble* yang sering muncul.
2. Disediakan petunjuk teknik menangani *trouble*.



3. Peserta didik dilatih agar memiliki kompetensi untuk menangani *trouble* tersebut.
4. Diberikan ketegasan sampai dimana batas kewenangan peserta didik untuk diberikan kepercayaan mengatasi *trouble* tersebut.

➤ **Pelaksanaan:**

1. Jika terjadi *trouble* segera hentikan proses peserta didikan segera melapor ke Supervisor atau Kepala Bengkel
2. Pelajari jenis *trouble* tersebut apakah masuk dalam kategori apa ?
3. Pelajari *Engineering Standard*-nya
4. Jika masuk kategori Ringan maka segera diatasi dengan cara merujuk *Engineering Standard* yang ada.
5. Jika masuk kategori Sedang ajukan pendampingan oleh Kepala Bengkel untuk mengatasinya, untuk menghindari kerusakan yang lebih parah atau mencegah dampak permasalahan.
6. Jika masuk kategori Berat ajukan permintaan ke Supervisor atau Kepala Bengkel untuk menghubungi pihak yang bertugas dan berkompeten mengatasi *trouble* tersebut.
7. Jika perbaikan sudah selesai dilaksanakan, adakan proses trial untuk mem-verifikasi apakah *root cause* sudah benar-benar diketahui dan hasilnya sudah benar-benar stabil.
8. Buatlah Record tentang *trouble* tersebut dalam sebuah *Log Book*.

G. Konsultasi dan Pelaporan

Untuk memperlancar tugas instruktur harus berkonsultasi kepada Kepala Bengkel.

Mengetahui
Kepala Bengkel

Instruktur



Standard Operational Procedure (SOP) Ketika Melihat Kejanggalan/ Ketidaksesuaian	Document No.	
	Rev. No	
	Rev. Date	
	Page	
	Rev. Note	-

A. Tujuan :

Menjamin bahwa peserta didik mempunyai kepedulian terhadap lingkungan kerja mereka dan akan peka terhadap adanya kejanggalan dan penyimpangan yang terjadi (potensi masalah), sehingga diharapkan mampu membuat suatu aksi yang konstruktif yang cepat, untuk memperbaiki keadaan maupun untuk mencegah kerusakan atau penyimpangan yang lebih besar.

B. Latar Belakang :

1. Beberapa kali terjadi kerusakan atau kecelakaan yang terjadi karena kepekaan dari terhadap lingkungan sekitar yang kurang, padahal banyak potensi bahaya yang bisa ditemukan sebelum kerusakan atau kecelakaan itu, gejala awalnya biasanya sudah nampak (misal melalui kerusakan kecil atau tidak normalan proses), terjadi sehingga bisa dicegah sedini mungkin.
2. Banyak terjadi pembiaran atas beberapa penyimpangan yang berpotensi membahayakan orang maupun sistem produksi.

C. Bentuk-bentuk Kejanggalan atau Penyimpangan

1. Kebocoran Pipa : air, udara, bahan bakar, gas, dll
2. Kebocoran Selang : udara compressor, air, gas, hidrolis, dll
3. Suara kasar pada mekanisme mesin : mesin perkakas, mesin penggerak, dll
4. Genangan Cairan : air, oli, bahan bakar, chemical, dll
5. Konstruksi yang berbahaya : tumpukan material yang miring, dinding ruang yang miring, tali slink yang sudah rantis atau mau putus
6. Kejadian yang berbahaya : kendaraan yang cenderung ngebut, proses perbaikan yang menggunakan pengelasan dekat area berbahaya misal dekat lokasi bahan yang mudah terbakar.



D. Pelaksana:

Peserta didik yang menggunakan bengkel

E. Penanggung Jawab:

Pengelola Bengkel, Instruktur

F. PROSEDUR YANG DILAKUKAN :

➤ PELAKSANAAN :

1. Jika menemukan kejanggalan segera deskripsikan dengan benar bentuk kejanggalan nya, sudah sejauh mana penyimpangan itu terjadi, dampak yang ditimbulkan jika tidak segera ditangani dan dokumentasi kondisinya, misal dengan diambil foto dari beberapa sisi.
2. Jika kasusnya sederhana langsung ditangani sendiri, misal: klem nya kendur ya langsung dikencangkan. Tetapi tetap laporkan pada pemilik barang, guna pengawasan berikutnya agar lebih ketat lagi.
3. Jika kasusnya tidak bisa kita tangani sendiri, segera laporkan ke pihak yang bertanggungjawab, bisa ke pemilik area atau pemilik fungsi yang ada.
4. Melakukan “*Stop-Call-Wait*” ketika mendeteksi kejadian abnormal, penurunan kualitas dan berpotensi menimbulkan “*Defect*” atau bahaya/kecelakaan kerja.

G. Konsultasi dan Pelaporan

Untuk memperlancar tugas instruktur harus berkonsultasi kepada Kepala Bengkel.

Mengetahui
Kepala Bengkel

Instruktur



Standard Operational Procedure (SOP) Kebersihan	Document No.	
	Rev. No	
	Rev. Date	
	Page	
	Rev. Note	-

A. Tujuan:

Menjamin bahwa peserta didik mempunyai tanggungjawab tentang kebersihan, baik tanggungjawab terhadap diri sendiri, lingkungan sekitar maupun perusahaan pada umumnya.

B. Latar Belakang :

1. Jumlah petugas kebersihan terlalu banyak, jika semua tanggungjawab harus diserahkan ke Petugas *Cleaning Service*, bahkan banyak peserta didik yang menjadi manja tidak mau menjaga kebersihan lingkungan sendiri
2. Masih banyak terjadi peserta didik membuang sampah sembarangan

C. Pihak yang Terlibat:

1. Semua peserta didik terutama yang terkait kepentingan diri pribadi peserta didik dan lingkungan sekitarnya
2. Bagian sarana dan prasarana bengkel dan sekolah
3. Tim 5S : secara umum konsep-konsepnya mewarnai aktifitas total sekolah/bengkel melalui program-programnya
4. Instruktur masing-masing

D. Pelaksana:

Semua peserta didik

E. Penanggung Jawab:

Instruktur dan Tim 5S

F. Prosedur Yang Dilakukan :

1. Secara umum kebersihan adalah menjadi tanggungjawab ekosistem bengkel.
2. Tim 5S sudah membuat Pedoman bagaimana membuat lingkungan kerja kita bersih dan rapi, yang bermuara pada produktifitas kerja.



3. Setiap pengguna bengkel harus mengikuti Standarisasi, tentang bagaimana melaksanakan aktifitas yang berhubungan langsung dengan masalah kebersihan
4. Membuang sampah :
 - a. Tidak membuang sampah sembarangan
 - b. Membuang sampah pada tempatnya, dipisahkan. Biasanya dibagi 3 kategori sampah: sampah organik, sampah anorganik dan sampah B₃ (Bahan Berbahaya dan Beracun)
 - c. Sisa makanan sebagai bekal peserta didik beristirahat harus dibuang di tempat sampah, jangan ditimbun atau disimpan di dalam bengkel karena akan mengundang tikus, kecoa, semut, dan hewan-hewan lainnya.
5. Mengurangi sampah
6. Kontrol kebersihan
7. Membersihkan sekaligus memeriksa

G. Konsultasi dan Pelaporan

Untuk memperlancar tugas instruktur harus berkonsultasi kepada Kepala Bengkel.

Mengetahui
Kepala Bengkel

Instruktur



Standard Operational Procedure (SOP) Safety First	Document No.	
	Rev. No	
	Rev. Date	
	Page	
	Rev. Note	-

A. Tujuan :

Menjamin bahwa peserta didik dapat bekerja secara aman dan sehat serta produktif.

B. Pihak yang Terlibat tentang Safety:

1. Semua peserta didik terutama yang terkait kepentingan diri pribadi peserta didik dan lingkungan sekitarnya
2. Tim K3LH Sekolah/Bengkel
3. Instruktur dan Teknisi

C. Latar Belakang:

1. Beberapa kali terjadi peserta didik tidak disiplin dalam hal pemakaian sarana K3
2. Peserta didik sering tidak bisa merawat dengan baik sarana K3 yang telah disediakan

D. Pelaksana:

semua peserta didik

E. Penanggung Jawab:

Instruktur dan Tim K3LH Sekolah/Bengkel

F. Prosedur yang Dilakukan :

1. Secara umum *safety* adalah menjadi tanggungjawab pengguna bengkel. Prinsip: Utamakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
2. Tim K3LH sudah membuat Pedoman bagaimana membuat lingkungan kerja kita aman dan sehat yang ujung-ujungnya ke produktifitas kerja.
3. Setiap pengguna bengkel harus mengikuti standarisasi, tentang bagaimana melaksanakan aktifitas yang berhubungan langsung dengan masalah *safety*.
4. Selalu menggunakan peralatan kerja yang aman.



5. Selalu memakai dan merawat Alat Pelindung Diri (APD) yang ditetapkan di masing-masing aktifitas Kerja, demi keselamatan dan kesehatan kerja.
6. Mengenal, memahami dan bisa menggunakan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) yang ada di sekitar lingkungan kerjanya.
7. Melaporkan kondisi yang berpotensi membahayakan, duga bahaya dan tanda bahaya.
8. Segera membersihkan ceceran cairan dan bahan kimia.
9. Bahan yang berbahaya dan mudah terbakar harus disimpan diluar gedung, jauh dari sumber panas maupun aliran listrik yang memicu kebakaran.
10. Mengurangi dampak polusi : suara, debu, suhu, dan bau.
11. Mencegah risiko kecelakaan kerja
12. Mencegah risiko penyakit akibat kerja
13. Dilarang merokok di sembarang tempat dan di jam kerja

H. Konsultasi dan Pelaporan

Untuk memperlancar tugas instruktur harus berkonsultasi kepada Kepala Bengkel.

Mengetahui
Kepala Bengkel

Instruktur



Standard Operational Procedure (SOP) Penerapan 5R	Document No.	
	Rev. No	
	Rev. Date	
	Page	
	Rev. Note	-

A. Tujuan :

Menjamin bahwa peserta didik mempunyai kesadaran dan mampu secara nyata melaksanakan kegiatan 5R dalam rangka menciptakan tempat kerja yang bersih, rapi dan produktif.

B. Latar Belakang :

1. Banyak dijumpai lingkungan kerja yang kotor dan tidak teratur.
2. Banyak terjadi ketika mencari sesuatu barang atau berkas membutuhkan waktu yang lama sehingga sangat tidak produktif.

C. Pengertian 5R adalah :

Langkah-langkah menciptakan lingkungan kerja yang bersih, rapi dan produktif dengan menerapkan 5 langkah 5R.

1. R : Ringkas
2. R : Rapi
3. R : Resik
4. R : Rawat
5. R : Rajin

D. Pelaksana:

Peserta didik

E. Penanggung Jawab:

Instruktur

F. Prosedur Yang Dilakukan :

➤ Pelaksanaan:

1. Peserta didik wajib mengerti aturan tentang 5R yang diberlakukan di dunia industri
2. Peserta didik tidak membuang sampah di tempat sembarang
3. Peserta didik harus menjaga kebersihan lingkungan kerja masing-masing



4. Peserta didik mengenal rambu-rambu, petunjuk-petunjuk atau tanda-tanda pengaturan 5R dan tertib mengikutinya.
5. Peserta didik mudah menemukan barang dan dengan tertib mengembalikan di posisi yang sama ketika selesai menggunakan, dengan prinsip semua barang ada tempatnya dan semua barang harus berada pada tempatnya.

I. Konsultasi dan Pelaporan

Untuk memperlancar tugas instruktur harus berkonsultasi kepada Kepala Bengkel.

Mengetahui
Kepala Bengkel

Instruktur



Lampiran 2. Instrumen 5R

Angket 5R terdiri atas:

1. Rapi
2. Resik
3. Ringkas
4. Rawat
5. Rajin

A. Daftar Periksa Pekerjaan yang Rapi

DAFTAR PERIKSA RAPI		BAGIAN PROSES PEMERIKSA			TANGGAL	/	/
	NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		PENANGGULANGAN/PEMIKIRAN PERBAIKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)		
			YA	TDK			
PERSEDIAAN	1	Apakah tanda 3 kunci pada semua tempat penyimpanan?					
	2	Dapatkah anda melihat indikator jumlah secara langsung?					
	3	Apakah barang-barang disimpan dengan tepat, secara horizontal, vertikal, pada sudut yang benar, paralel?					
	4	Apakah tempat penyimpanan 3 dimensi dapat menjadi tempat yang terbaik?					
	5	Apakah sistem yang pertama masuk dan pertama keluar digunakan?					
	6	Apakah tempat penyekat untuk membedakan barang?					
	7	Apakah debu dihindarkan secara efektif?					
	8	Apakah lantai benar-benar bebas dari barang-barang yang diletakan di atasnya?					
	9	Apakah telah disediakan tempat penyimpanan untuk barang-barang yang rusak?					



DAFTAR PERIKSA RAPI		BAGIAN PROSES PEMERIKSA			TANGGAL	/	/
	NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		PENANGGULANGAN/PEMIKIRAN PERBAIKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)		
			YA	TDK			
	10	Apakah tempat penyimpanan barang yang rusak telah diberi label dengan jelas?					
CETAKAN DAN ALAT	11	Dapatkah semua barang yang rusak langsung terlihat?					
	12	Apakah tempat penyimpanan untuk jig dan alat yang digunakan secara rutin disimpan sesuai kelompoknya?					
	13	Apakah sudah diberikan tanda 3 kunci pada setiap tempat penyimpanan?					
	14	Apakah nama dan kode nomor telah ditempel pada semua jig dan alat?					
	15	Apakah jig dan alat yang digunakan secara rutin disimpan dekat dengan tempat kerja?					
	16	Apakah barang-barang disimpan sesuai dengan kelompoknya?					
	17	Apakah penyimpanan dilakukan sesuai dengan jadwal kerja?					
	18	Apakah jig dan alat disimpan di tempat yang telah ditentukan sesuai dengan manual kerja?					
CETAKAN DAN ALAT	19	Apakah cukup mudah untuk mengetahui bila terdapat penyimpanan di tempat yang salah?					
	20	Apakah tempat yang keliru dengan cepat diperbaiki?					
	21	Apakah penggunaan barang secara bersama telah diterapkan					



DAFTAR PERIKSA RAPI		BAGIAN PROSES PEMERIKSA			TANGGAL	/	/
	NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		PENANGGULANGAN/PEMIKIRAN PERBAIKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)		
			YA	TDK			
		sepenuhnya dengan baik?					
	22	Sudahkah semua kemungkinan tindakan diambil untuk mengurangi jumlah jig dan alat?					
	23	Apakah sudah ada perhatian mengenai kemudahan dalam pengembalian barang?					
	24	Apakah barang-barang yang digunakan secara rutin disimpan dalam jarak 10 cm dari tempat penggunaan?					
	25	Apakah semua tempat penyimpanan berjarak kurang dari 10 langkah?					
	26	Apakah semua tempat penyimpanan cukup tinggi sehingga tidak perlu membungkuk untuk mengambil barang?					
	27	Apakah tempat penyimpanan yang menggantung digunakan secara baik?					
	28	Dapatkah barang langsung dikembalikan?					
	29	Apakah ruang tempat penyimpanan memudahkan pengembalian barang?					
	30	Sudahkah usaha dilakukan untuk menghindari seringnya pergantian jig?					
	31	Apakah pengaturan dilaksanakan berdasarkan bentuk?					



DAFTAR PERIKSA RAPI		BAGIAN PROSES PEMERIKSA			TANGGAL	/	/
	NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		PENANGGULANGAN/PEMIKIRAN PERBAIKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)		
			YA	TDK			
	32	Apakah pengaturan dilakukan berdasarkan warna?					
ALAT PEMOTONG	33	Apakah alat yang digunakan secara rutin disimpan dekat dengan operator?					
	34	Apakah alat yang digunakan secara jarang disimpan untuk kepentingan umum?					
	35	Apakah alat disimpan dalam kelompok yang benar?					
	36	Apakah diambil tindakan untuk menghindari alat-alat saling bersentuhan?					
	37	Apakah kertas yang dilipat digunakan untuk mengalasi bagian bawah laci?					
	38	Apakah alat-alat yang berada di dalam laci disejajarkan dari depan?					
ALAT PEMOTONG	39	Apakah penumpukan pada roda penggiling selalu dapat dihindarkan?					
	40	Apakah tindakan diambil untuk menghindari karat pada pinggir alat pemotong?					
	41	Apakah debu dan kotoran dihindarkan dari sarana penyimpanan?					
ALAT PENGUKUR	42	Apakah 3 kunci dilaksanakan pada tempat penyimpanan?					
	43	Apakah batas waktu untuk pembedahan atau					



DAFTAR PERIKSA RAPI		BAGIAN PROSES PEMERIKSA			TANGGAL	/	/
	NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		PENANGGULANGAN/PEMIKIRAN PERBAIKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)		
			YA	TDK			
		penggantian ditunjuk...?					
	44	Apakah micrometer dan meteran (dial gauges) disimpan di tempat yang bebas getaran					
	45	Apakah bantalan digunakan untuk menghindari getaran?					
	46	Apakah diambil tindakan untuk melindungi meteran tutup(plug gauges) dan meteran ulir (nut gauges)?					
	47	Apakah alat pencetak (square) dan alat tes tekanan digantung atau digantung untuk menghindari perubahan bentuk?					
MINYAK PELUMAS	48	Apakah sistem penunjuk tempat penyimpanan minyak pelumas/drum/gemuk diatur dengan warna?					
	49	Apakah semua minyak pelumas dengan jenis yang sama disimpan di dalam satu tempat?					
	50	Apakah terdapat tanda 3 kunci pada semua tempat penyimpanan?					
KESELAMATAN	51	Apakah semua lorong bebas dari hambatan?					
	52	Apakah papan yang panjang, dsb. Selalu diletakan dalam posisi horizontal atau tegak lurus?					
	53	Apakah terdapat penyangga yang baik untuk barang-barang yang mudah jatuh?					



DAFTAR PERIKSA RAPI		BAGIAN PROSES PEMERIKSA			TANGGAL	/	/
	NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		PENANGGULANGAN/PEMIKIRAN PERBAIKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)		
			YA	TDK			
	54	Apakah tumpukan barang yang tinggi dijamin tidak runtuh?					
	55	Apakah semua barang ditentukan tingginya?					
	56	Apakah alat penutup atau pengaman digunakan untuk semua bagian yang berputar?					
KESELAMATAN	57	Apakah semua bagian yang berbahaya diberi pembatas?					
	58	Apakah semua tanda bahaya jelas dan terlihat?					
	59	Dapatkan semua alat pemadam kebakaran terlihat dari segala arah ?					
	60	Apakah semua alat pemadam kebakaran disimpan dengan baik?					
	61	Apakah terdapat hambatan-hambatan di depan alat hidran atau tangki darurat?					
	62	Apakah terdapat tanda berhenti pada semua persimpangan, dsb?					
			TOTAL				
Catatan:							



B. Daftar Periksa Pekerjaan yang Resik

DAFTAR PERIKSA RESIK	BAGIAN PROSES PEMERIKSA	PERIKSA		TANGGAL	/	/
		NO	DAFTAR PERIKSA	YA	TDK	TINDAKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)
1	Sudahkah semua debu dan kotoran dihilangkan dari semua produk, komponen dan bahan?					
2	Sudahkah semua karat yang muncul pada komponen sesudah pemotongan atau pembersihan dihilangkan?					
3	Sudahkah semua kotoran dihilangkan dari rak-rak persediaan?					
4	Sudahkah semua kotoran dihilangkan dari daerah penyimpanan untuk pekerjaan yang sedang berlangsung?					
5	Sudahkah semua kotoran dihilangkan dari palet barang persediaan atau pekerjaan yang sedang berlangsung?					
6	Sudahkah semua debu dan minyak pelumas di sekitar mesin dan peralatan dihilangkan?					
7	Sudahkah semua air, minyak pelumas dan kotoran di bawah mesin dan peralatan dihilangkan?					
8	Sudahkah semua debu yang melekat, kotoran, dan kotoran berminyak dihilangkan dari mesin dan peralatan?					
9	Sudahkah semua yang berminyak atau berkas jari yang kotor dihilangkan dari bagian mesin dan peralatan atau tutup panel kontrol?					
10	Sudahkah debu yang terdapat pada kaca penunjuk oli dan tekanan dihilangkan?					
11	Sudahkah semua penutup dibuka untuk menghilangkan debu yang melekat dan debu yang di dalamnya?					



Lampiran 2. Instrumen 5R

DAFTAR PERIKSA RESIK	BAGIAN PROSES		TANGGAL	
	PEMERIKSA		/ /	
NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		TINDAKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)
		YA	TDK	
12	Sudahkah debu yang melekat, debu dan kotoran dihilangkan dari pipa dan kawat?			
13	Sudahkah semua debu, debu yang melekat dan minyak pelumas dihilangkan dari tombol?			
14	Sudahkah semua debu dan kotoran yang tertinggal pada tabung foto(phototube) dihilangkan dengan lap yang halus?			
15	Sudahkah semua bekas-bekas debu yang melekat bercampur minyak dan kotoran dihilangkan dari setiap sudut dan retakan dengan lap basah?			
16	Sudahkah semua debu dan kotoran dibersihkan dari jig alat dan pisau?			
17	Sudahkah semua bekas debu yang melekat bercampur minyak dihilangkan dari cetakan?			
18	Sudahkah semua debu dan kotoran dihilangkan dari alat pengukur?			
19	Sudahkah semua pasir, tanah, debu dan kotor dihilangkan dari lantai dan lorong?			
20	Sudahkah semua air dan minyak pelumas dihilangkan dari lantai dan lorong?			
21	Sudahkah semua debu, debu yang melekat, dihilangkan dari tembok, jendela, dan kusen?			
22	Sudahkah semua bekas sidik jari dan debu dibersihkan dari jendela?			
23	Sudahkah semua debu dan debu yang melekat dihilangkan dari langit-langit dan balok atap?			



DAFTAR PERIKSA RESIK	BAGIAN PROSES		TANGGAL	
	PEMERIKSA		/ /	
NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		TINDAKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)
		YA	TDK	
24	Sudahkah semua debu dihilangkan dari semua bola lampu dan lampu neon?			
25	Sudahkah semua debu dihilangkan dari semua kap lampu, penutup lampu, dsb?			
26	Sudahkah semua kotoran dan debu dihilangkan dari rak, meja kerja dsb?			
27	Sudahkah semua minyak pelumas dan kotoran dihilangkan dari tangga dan tanjakan?			
28	Sudahkah semua kotoran dan sampah dihilangkan dari bawah tiang, tembok, sudut-sudut dsb?			
29	Sudahkah semua kaleng kosong dan kotoran di sekitar gedung dihilangkan?			
30	Sudahkah semua sampah dibersihkan dari sekitar pabrik dan deterjen digunakan untuk membersihkan dinding tersebut dsb.?			
TOTAL				
Catatan:				



C. Daftar Periksa Pekerjaan yang Resik

DAFTAR PERIKSA UNTUK BARANG YANG TIDAK DIPERLUKAN DI TEMPAT KERJA	BAGIAN			TANGGAL	/ /
	PEMERIKSA				
NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		TINDAKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)	
		YA	TDK		
1	Apakah ada barang yang tidak digunakan di tempat penyimpanan?				
2	Apakah ada barang yang tidak digunakan di lorong?				
3	Apakah ada mesin-mesin yang tidak diperlukan?				
4	Apakah ada barang yang tidak diperlukan?				
5	Apakah ada barang yang tidak diperlukan di sekitar atau di bawah rak?				
TOTAL					
Catatan:					

D. Daftar Periksa Pekerjaan yang Rajin

DAFTAR PERIKSA PENGENDALIAN VISUAL		DEPARTEMEN			TANGGAL	/ /
		PEMERIKSA				
NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		TINDAKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)		
		YA	TDK			
1	Apakah 3 kunci dilaksanakan pada gudang produk?					
2	Apakah 3 kunci dilaksanakan untuk komponen dan bahan?					
3	Dapatkah anda membedakan barang yang tidak diperlukan di dalam area kerja secara langsung?					
4	Apakah semua garis di lantai berguna secara efektif?					
5	Apakah warna di lantai benar?					
6	Apakah 3 kunci dilaksanakan untuk jig dan alat?					



DAFTAR PERIKSA PENGENDALIAN VISUAL		DEPARTEMEN		TANGGAL	
		PEMERIKSA		/ /	
NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		TINDAKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)	
		YA	TDK		
7	Apakah 3 kunci dilaksanakan untuk cetakan?				
8	Apakah lantai tempat kerja mengkilap?				
9	Apakah semua mesin mengkilap?				
10	Apakah semua orang mematuhi aturan?				
TOTAL					
Catatan:					

E. Daftar Periksa Pekerjaan yang Rapi

DAFTAR PERIKSA TEMPAT KERJA		DEPARTEMEN		TANGGAL	
		PEMERIKSA		/ /	
NO	DAFTAR PERIKSA	PERIKSA		TINDAKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)	
		YA	TDK		
1	Apakah tempat penyimpanan [roduk benar-benar rapi?				
2	Sudahkah 3 Kunci diterapkan pada penyimpanan komponen dan bahan				
3	Sudahkah 3 Kunci diterapkan pada penyimpanan komponen dan bahan				
4	Apakah sudah lebih dari 80% garis lantai yang sudah digambar				
5	Apakah jig dan alat mempunyai sistem penyimpanan terbuka?				
6	Apakah jig dan alat sudah tersimpan dengan rapi?				
7	Dapatkah semua cetakan yang tersimpan langsung terlihat?				
TOTAL					



Lampiran 2. Instrumen 5R

DAFTAR PERIKSA TEMPAT KERJA		DEPARTEMEN PEMERIKSA		TANGGAL		/ /	
NO	DAFTAR PERIKSA			PERIKSA		TINDAKAN (TERMASUK BATAS WAKTU)	
				YA	TDK		
Catatan:							

F. Observasi Penerapan 5R di Kantor

DAFTAR PERIKSA 5R (KANTOR)		Seksi	Pemeriksa					
		Nilai	Nilai sebelumnya	Tanggal:				
		/100	/100	/ /				
5R.	NO.	HAL-HAL YANG DIPERIKSA	KRITERIA EVALUASI	NILAI				
				0	1	2	3	4
RINGKAS (/20)	1	Locker	Tidak ada bahan rujukan yang tidak berhubungan, seperti dokumen, gambar, bahan pertemuan, dsb.					
	2	Meja	Tidak ada bagian-bagian dari peralatan atau bahan rujukan di atas meja atau di dalam laci.					
	3	Pengendalian Visual	Barang-Barang yang tidak relevan dapat langsung terlihat.					
	4	Standar untuk pembuangan	Standar untuk pembuangan dokumen atau peralatan ditetapkan.					
	5	Pameran	Yang selalu ditampilkan adalah yang paling mutakhir/selalu baru, rapih dan proporsional.					
RAPI (/20)	6	Label Penyimpanan	Pelabelan locker dan peralatan memungkinkan identifikasi langsung					
	7	Label untuk tempat penyimpanan dan peralatan	Segala sesuatu dengan jelas diidentifikasi					
	9	Tempat penyimpanan teratur	Segala sesuatu disimpan pada tempatnya.					
	10	Lorong dan tempat pameran	Semua garis pembagi dan papan pengumuman jelas terlihat					
RESIK (/20)	11	Lantai	Lantai bersih.					
	12	Debu dan kotoran	Jendela, kusen, rak bersih.					
	13	Tanggungjawab kebersihan	Terdapat rotasi atau sistem shift untuk kebersihan.					



DAFTAR PERIKSA 5R (KANTOR)		Seksi		Pemeriksa						
		Nilai		Nilai sebelumnya		Tanggal:				
		/100		/100		/		/		
5R.	NO.	HAL-HAL YANG DIPERIKSA	KRITERIA EVALUASI			NILAI				
						0	1	2	3	4
	14	Tempat Sampah	Terdapat sistem untuk membuang kotoran dan sampah kertas.							
	15	Kebiasaan membersihkan	Menyapu dan mengelap dianggap sebagai kegiatan rutin.							
RAWAT (/20)	16	Ventilasi	Udara yang bersih tidak berbau dan bebas dari asap rokok.							
	17	Pencahayaan	Sudut dan intensitas cahaya yang tepat.							
	18	Seragam	tidak ada seorang pun Yng memakai baju seragam kotor.							
	19	Lingkungan	Lingkungan secara umum baik, termasuk warna, udara, cahaya, dsb.							
RAWAT (/20)	20	3 langkah pertama	Ada sistem yang memperhatikan Ringkas, Rapi dan Resik.							
RAJIN (/20)	21	Peraturan berpakaian	peraturan ditaati.							
	22	Hubungan antar manusia	Secara umum terdapat lingkungan yang nyaman orang saling menyapa,dsb.							
	23	Waktu pertemuan dan waktu istirahat	Setiap seseorang selalu berusaha untuk tepat waktu							
	24	Etika menelepon	Setiap orang jelas menyampaikan maksudnya, sopan dan singkat.							
	25	Peraturan dan tata tertib	semua peraturan dan tata tertib dengan tegas ditaati.							
Jumlah	Periksa penyebaran nilai (jumlah setiap kolom)									
Catatan:										



G. Observasi Penerapan 5R di Kantor

DAFTAR PERIKSA 5R (BAGIAN PRODUKSI)		Seksi	Pemeriksa					
		Nilai	Nilai sebelumnya	Tanggal:				
		/100	/100	/		/		
5R.	NO.	HAL-HAL YANG DIPERIKSA	KRITERIA EVALUASI	NILAI				
				0	1	2	3	4
RINGKAS (20)	1	Komponen atau bahan	Tidak ada persediaan barang atau pekerjaan yang sedang berlangsung yang tidak diperlukan.					
	2	Mesin dan peralatan	Semua mesin dan bagian dan peralatan digunakan secara rutin.					
	3	jig. Alat dan cetakan	Semua jig .alat dan cetakan, alat pemotong dan fitting digunakan secara rutin.					
	4	Pengendalian visual	Semua barang yang tidak diperlukan dapat langsung terlihat.					
	5	Standar untuk pembuangan	Ada standar yang jelas untuk membuang kelebihan.					
RAPI (20)	6	Label penyimpanan	Ada label-label untuk menunjukkan perbedaan wilayah dan sub wilayah					
	7	Label rak dan penyimpanan barang	semua rak dan barang yang disimpan diberi label secara jelas					
	8	Indikator jumlah	Terdapat penunjukan yang jelas atas jumlah persediaan maksimum dan minimum					
	9	Garis pembagi	Semua garis pembagi jelas dan dicat warna putih.					
	10	jig dan alat	Tempat penyimpanan jig. Dan alat diatur dengan baik untuk memudahkan pengambilan dan pengembalian.					
RESIK (20)	11	Lantai	Lantai selalu bersih dan mengkilap					
	12	Mesin	Selalu dijaga kebersihannya					
	13	Kebersihan dan pemeriksaan	Kebersihan dan pemeriksaan dianggap sama.					
	14	Tanggung jawab kebersihan	Terdapat rotasi atau sistem shift untuk kebersihan.					
	15	Kebiasaan membersihkan	Menyapu dan mengelap dianggap kegiatan rutin.					
RAWAT (20)	16	Ventilasi	Udara bersih tidak selalu berbau.					
	17	Pencahayaan	Sudut dan intensitas pencahayaan tepat.					
	18	Pakaian kerja	Tidak seorang pun yang memakai pakaian kotor atau pakaian kerja yang terkena bercak minyak.					



DAFTAR PERIKSA 5R (BAGIAN PRODUKSI)		Seksi	Pemeriksa						
		Nilai	Nilai sebelumnya	Tanggal:					
		/100	/100	/		/			
5R.	NO.	HAL-HAL YANG DIPERIKSA	KRITERIA EVALUASI	NILAI					
				0	1	2	3	4	
	19	Menghindarkan	Ada perhatian khusus untuk menghindari terkumpulnya kotoran.						
	20	3 Langkah pertama	Terdapat sistem untuk mempertahankan Ringkas, Rapi, dan Resik.						
RAJIN(20)	21	Peraturan berpakaian	Peraturan ditaati.						
	22	Hubungan antar manusia	Secara umum terdapat lingkungan yang nyaman orang saling menyapa, dsb.						
	23	Pertemuan dan merokok	Setiap orang mencoba untuk tepat waktu dan menaati peraturan merokok.						
	24	Peraturan dan prosedur	Semua peraturan dan prosedur pekerjaan dimengerti dan ditaati.						
	25	Perhatian terhadap peraturan	Semua peraturan dan tata tertib sangat ditaati.						
Jumlah		Periksa penyebaran nilai (jumlah setiap kolom)							
Catatan:									

H. Daftar Periksa Pencegahan

DAFTAR PERIKSA RINGKAS PENCEGAHAN					
NO.	POKOK	ISI	NILAI /10		
			0	1	2
1	Kesadaran	Apa pendapat anda mengenai barang-barang yang tak diperlukan?	Tidak ada yang dapat dilakukan terhadap barang-barang tersebut	Ingin melakukan sesuatu	Berusaha keras untuk menghilangkannya
2	Produksi yang merata	Berapa sering anda harus membuat rencana produksi?	satu kali sebulan	empat kali sebulan	Harian



Lampiran 2. Instrumen 5R

NO.	POKOK	ISI	NILAI /10		
			0	1	2
3	Kanban	Apakah anda menggunakan kanban pesanan pekerjaan dan kanban pesanan?	tidak menggunakan yang manapun	Menggunakan sebagian	Menggunakan secara luas
4	Arus Produksi	Apakah anda telah membuat lini atrau manufaktur unit tunggal?	Hampir tak pernah	Banyak lini dibuat untuk mencapai manufakturing unit tunggal	Produksi simultan satu persatu dipergunakan secara meluas
5	Pengiriman	Berapa sering komponen (Satu kali dalam sebulan)		Satu kali seminggu	Harian
DAFTAR PERIKSA RAPI PENCEGAHAN					
NO.	POKOK	ISI	NILAI /10		
			0	1	2
1	Kesadaran	Apa pendapat anda mengenai tempat penyimpanan?	Tidak ada yang dapat dilakukan dalam hal ini?	Ingin melakukan sesuatu	Berusaha keras untuk menghilangkannya
2	3 kunci 5R	Apakah prinsip dasar penyimpanan diterapkan di tempat kerja ?	Hampir tidak diterapkan	Diterapkan meluas	Hampir lengkap penerapannya;.
3	Peraturan area penyimpanan	Apakah peraturan ditaati saat pemasukan atau pengeluaran barang?	Hampir tidak sama sekali	Sebagian ditaati	Sebagian besar ditaati
4	Sistem area penyimpanan	Apakah digunakan FIFO dan penghentian sementara?	Hampir tidak sama sekali	Sebagian digunakan	Digunakan dalam banyak kasus
5	Jig dan alat-alat	Apakah sistem sudah pada tempatnya untuk menghindari adanya kebutuhan pengembalian barang	Hampir tidak sama sekali	Sebagian digunakan	Digunakan dalam banyak kasus
DAFTAR PERIKSA RESIK PENCEGAHAN					
NO.	POKOK	ISI	NILAI /10		
			0	1	2
1	Kesadaran	Apa pendapat anda mengenai kotoran di tempat kerja?	Tidak ada yang dapat dilakukan dalam hal tersebut	Ingin melakukan sesuatu	berusaha keras untuk menghilangkannya



NO.	POKOK	ISI	NILAI /10		
			0	1	2
2	Lantai	Apakah lantai mengkilap?	Lantai tertutup kotoran, debu serpihan minyak	Cukup bersih	Cukup bersih untuk dijalan berkeiling dengan kaos kaki putih
3	Dinding jendela toilet	Apakah kotor dan berdebu	Tertutup debu dan kotoran	Dibersihkan setiap hari	ada suatu sistem pencegahan masuknya debu dan kotoran
4	Mesin	Apakah ada debu yang melekat dan lengket	Hampir tidak sama sekali	Ada debu yang melekat dan lengket	Resik harian telah dilaksanakan
5	Sistem pencegahan kotoran	Seberapa luas sistem digunakan untuk menghindari timbulnya kotoran?	Hampir tidak sama sekali	Dikembangkan cukup baik	Adanya sistem yang digunakan di semua tempat



Lampiran 3. Ergonomic Checklist

Berilah ceklist pada tabel berikut ini:

Penyimpanan dan Penanganan Bahan					
No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
1	Bersihkan segala sesuatu dari daerah kerja yang sering di gunakan.				
2	Sediakan rak-rak penyimpanan yang mudah untuk peralatan, bahan-bahan, bagian-bagian, dan produksi.				
3	Gunakan pallet khusus untuk memegang dan memindahkan bahan mentah atau setengah jadi, dan produk.				
4	Tempatkan penyimpanan, rak, alat kerja, dan lain sebagainya pada kereta atau gerobak beroda untuk kemudahan penangannya.				
5	Gunakan gerobak, rak bergerak, cranes, conveyor, atau alat mekanis lainnya. Bila memindahkan beban berat.				
Stasiun-Kerja					
No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
1	Tempatkan tombol, peralatan, dan bahan-bahan dalam jangkauan yang mudah bagi pekerja.				
2	Gunakan alat pengangkat (lift, lever) atau alat mekanis lainnya untuk mengurangi beban tenaga bagi pekerja.				
3	Sediakan tempat permukaan kerja yang stabil pada setiap stasiun kerja				
4	Gunakan alat memegang benda (jig, clamp atau alat lain) selama mengerjakan sesuatu.				
5	Sesuaikan ketinggian peralatan, tempat-permukaan-kerja untuk menghindari postur membungkuk atau posisi tangan keatas.				
6	Ubah metode kerja sehingga praktikan dapat berdiri dan duduk bergantian selagi kerja.				
7	Sediakan kursi atau tempat duduk lain dengan ketinggian yang benar serta sandaran yang kuat.				



No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
Keamanan Mesin Kerja					
1	Taruh pagar pengaman pada mesin-mesin bergerak yang berbahaya dan alat tenaga transmisi.				
2	Gunakan alat pengaman yang menghentikan bekerjanya mesin jika tangan praktikan dalam posisi berbahaya.				
3	Desain kembali pengaman yang mengganggu pengelihatn, produksi atau pemeliharaan.				
4	Gunakan peralatan mekanis untuk menginput mesin guna menghindari bahaya dan menaikkan produksi.				
5	Pastikan bahwa mesin-mesin selalu terpelihara dan tidak ada yang patah atau bagian-bagian yang tidak stabil.				
Pengendalian Bahan Berbahaya					
No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
1	Ganti bahan kimia berbahaya seperti cairan organik, dengan bahan yang kurang berbahaya seperti kaustik soda atau sabun.				
2	Jaga bahwa semua cairan organik, cat, lem, dan sebagainya dalam keadaan wadah tertutup.				
3	Pasang atau perbaiki ventilasi/ atau penyedot udara.				
4	Jaga agar praktikan yang terekspos bahan berbahaya mencuci tangan dengan sabun sebelum makan atau minum, dan mereka mandi serta ganti pakaian sebelum pulang.				
5	Sediakan dalam jumlah yang dan jenis yang cocok pelindung mata (google), pelindung muka, kedok, tutup telinga, seperti pengaman, helm, dan sarung tangan.				
6	Instruksikan dan latih pekerja tentang pemakaian dan pemeliharaan yang benar terhadap alat pelindung diri, dan memonitor pemakaiannya.				



Lampiran 3. Ergonomic Checklist

No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
Penerangan					
1	Tambah penerangan langit-langit, dan jaga kebersihannya serta jendela-jendela				
2	Langit-langit agar dicat putih, dan dinding-dinding dengan warna terang dan dijaga selalu bersih.				
3	Adakan penerangan umum yang cukup untuk jenis pekerjaan yang dilakukan, dengan menambah lampu, pemasangan reflektor, atau mengubah posisi lampu yang ada.				
4	Kurangi gangguan pada mata agar tidak sakit karena silau, dengan menggunakan warna teduh daripada permukaan warna yang mengkilat, atau dengan mengubah posisi kerja praktikan sehingga tidak menghadap cahaya dari jendela atau sumber lain.				
5	Berikan penerangan setempat atau lampu yang dapat disesuaikan, khususnya untuk pekerjaan yang membutuhkan ketepatan.				
6	Bersihkan dan pelihara alat penerangan, dan ganti bola lampu secara teratur.				
Fasilitas Kesejahteraan					
No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
1	Sediakan air minum dingin yang yang bersih di semua tempat kerja.				
2	Sediakan toilet yang bersih dekat daerah kerja termasuk sabun, dan fasilitas terpisah untuk wanita.				
3	Sediakan tempat makan atau kantin yang terpisah dari tempat kerja, higienis, dan nyaman.				
4	Sediakan tempat untuk pakaian (seperti loker), tempat kendaraan (sepeda, motor, mobil) dan barang milik praktikan lain.				
5	Sediakan perlengkapan pertolongan pertama pada kecelakaan (PPPK) dan tenaga PPPK.				



No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
Ruangan Tempat Kerja					
1	Perbaiki pengendalian temperatur ruangan kerja dengan bahan-bahan bangunan insulatif				
2	Perbaiki ventilasi alami dengan memperbanyak atap dan dinding terbuka, Jendela dan lorong.				
3	Hilangkan sumber-sumber panas, kebisingan, asap, debu, dan sebagainya dari bengkel dan pasang peralatan penghisap udara (exhaust), partisi, layar saringan, atau pemecah lain.				
4	Sediakan alat pemadam kebakaran yang cukup dalam jangkauan yang mudah, dan memberitahukan atau melatih praktikan untuk dapat menggunakannya.				
5	Sediakan setidaknya dua jalan keluar (exit) yang tanpa hambatan pada setiap lantai atau setiap ruang besar.				
6	Bersihkan lorong/ jalan dari setiap hambatan untuk jalan manusia dan barang.				
7	Hilangkan hubungan kabel-kabel yang kusut, bergantung, nyasar, tak teratur.				
Tata Cara Kerja Organisasi					
No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
1	Kurangi tugas pekerjaan dengan penggunaan mesin yang dapat mengkombinasikan kegiatan.				
2	Jaga agar praktikan tetap waspada dan kurangi kelelahan dengan sering mengubah tugas pekerjaan, kesempatan untuk mengubah postur tubuh, istirahat, pendek, berbicara dengan pekerja lain atau musik.				
3	Gunakan persediaan cadangan untuk menjaga aliran kerja berkesinambungan, sekaligus memberikan pekerjaan secara bertahap alami.				
4	Lakukan kelompok mutu atau kelompok praktikan untuk meningkatkan produktifitas dan kualitas tugas.				



No	Tindakan	Ya	Tidak	Prioritas	Saran
5	Atur kembali tata letak dan urutan operasi untuk memperbaiki aliran produksi.				



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

BAGIAN 1:

Setiap pertanyaan di bagian ini mengacu kepada perilaku kerja selaras dengan dunia industri
Contoh Pengisian Instrumen (Berikan tanda silang (X) untuk jawaban yang paling sesuai)

1	Para rekan	Tidak menerapkan	1	2	3	4	5	6	<input checked="" type="checkbox"/>	Menerapkan
		K3 dalam bekerja								

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
1	Saya merasa bahwa mematuhi perilaku kerja selaras dengan dunia industri merupakan hal yang penting dalam pekerjaan	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
2	Saya selalu meringkas, merapikan, membersihkan dan merawat peralatan di tempat kerja secara berkala.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
3	Saya rasa bahwa mendorong rekan lain untuk menerapkan SOP sesuai industri termasuk 5R & K3 merupakan hal yang penting	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
4	Saya rasa bahwa mengerahkan tenaga ekstra untuk menerapkan perilaku kerja sesuai dengan industri merupakan hal yang tak penting.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
5	Kualitas kerja saya akan menurun jika berperilaku kerja seperti yang ada di industri atau perusahaan dengan dunia industri.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
6	Dengan mengikuti perilaku kerja selaras dengan dunia industri, saya dapat bekerja dengan aman, nyaman dan selamat.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
7		Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
	Berperilaku kerja selaras dengan dunia industri yang ada tidak bermanfaat untuk melindungi dari bahaya kecelakaan kerja.									
8	Menjaga teman sejawat dari kondisi berbahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja merupakan hal yang penting	Sangat tak disukai	1	2	3	4	5	6	7	Sangat disukai
9	Saya dapat mengidentifikasi sumber bahaya yang ada di sekitar lingkungan tempat kerja.	Tidak dapat	1	2	3	4	5	6	7	Dapat
10	Teman sejawat selalu menyarankan bahwa perilaku kerja saya harus selalu selalu disiplin, tanggung jawab, dan jujur, mengikuti perilaku kerja selaras dengan dunia industri dalam bekerja	Tidak Harus	1	2	3	4	5	6	7	Harus
11	Teman-teman sejawat akan mengingatkan jika saya bekerja dengan tidak aman, tidak sehat, tidak rapi, dan tidak produktif	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
12	Setiap rekan dikelas ini berkemauan untuk berperilaku yang sesuai dengan budaya kerja di industri atau perusahaan	Tidak mau	1	2	3	4	5	6	7	Mau
13	Rekan sejawat yang bekerja praktek, selalu menggunakan alat pelindung diri dan menjaga kebersihan serta kerapian peralatan.	Tidak dihargai	1	2	3	4	5	6	7	Dihargai
14	Guru saya menekankan berperilaku kerja selaras dengan dunia industri dan atau perusahaan setiap hari di awal pelajaran praktek	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
15	Sulit bagi siswa dan guru menerapkan SOP terkait dengan K3 dan 5R atau budaya kerja di industri	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
16	siapapun yang sengaja melanggar SOP kerja aman dan bersih rapi, akan diingatkan secara halus	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
		Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat
17	Mengikuti apa yang disarankan oleh rekan sejawat tentang bekerja yang selaras dengan budaya kerja di industri	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat
		penting menurut saya								
18	Para rekan guru dan atau siswa sudah biasa berperilaku kerja selaras dengan dunia industri	Tidak mengikuti	1	2	3	4	5	6	7	Mengikuti
		berperilaku kerja selaras dengan dunia industri dalam bekerja								
19	Dukungan teman sejawat untuk mengikuti berperilaku kerja selaras dengan dunia industri dalam bekerja,	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat
		penting menurut saya								
20	Ada semacam tekanan dari teman sekerja yang mempengaruhi saya.....	Kurang cenderung	1	2	3	4	5	6	7	Lebih cenderung
		untuk mengikuti prosedur 5S, K3 dan produktivitas kerja								
21	Saya itu akan	Kurang cenderung	1	2	3	4	5	6	7	Lebih cenderung
		untuk mengikuti berperilaku kerja selaras dengan dunia industri, jika tidak ada rekan sejawat lain yang juga melakukannya.								
22	Pimpinan atau Guru cenderung	Tidak menghargai	1	2	3	4	5	6	7	Menghargai
		rekan yang melaksanakan berperilaku kerja selaras dengan dunia industri								
23	Keyakinan umum dari kawan2 kerja saya bahwa berperilaku kerja selaras dengan dunia industri adalah	Merugikan	1	2	3	4	5	6	7	Menguntungkan
		Tidak Menyenangkan	1	2	3	4	5	6	7	Menyenangkan
		Salah langkah	1	2	3	4	5	6	7	Langkah yang benar



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
24	Guru akan...	Tidak mendukung	-	-	-	0	1	2	3	mendukung
		berperilaku kerja selaras dengan dunia industri dalam proses belajar dan mengajar								
25	Melakukan apa yang disarankan guru itu tentang perilaku kerja yang aman, sehat dan rapi	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat
		penting menurut saya								
26	Dukungan guru atau pimpinan untuk berperilaku kerja selaras dengan dunia industri adalah...	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat
		penting menurut saya								
27	Orang-orang yang saya anggap penting dan selalu menyarankan untuk mengikuti berperilaku kerja selaras dengan dunia industri agar produktif dengan aman, nyaman, sehat dan rapi serta bersih	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
28	Saya selalu memperhatikan poster yang berkaitan dengan peringatan agar bekerja lebih produktif, aman, sehat dan bersih rapi	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
29	Saya memahami SOP yang berkaitan dengan perilaku kerja yang selaras dengan dunia usaha dan atau industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
30	Saya mengetahui dimana menemukan informasi bagaimana agar saya dapat dengan mudah berperilaku kerja selaras dengan budaya kerja di industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
31	Saya bisa bekerja di kondisi yang tidak aman, acak-acakan, tidak rapi, kotor, dan tidak sehat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
32	Saya mengetahui perlengkapan pelindung diri apa saja yang harus digunakan demi keselamatan dan kesehatan kerja	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
33	Saya bisa mengerjakan pekerjaan tanpa memperhatikan apa itu budaya kerja di dunia usaha atau industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
34	Saya bersedia menerima saran perbaikan agar dapat bekerja dengan lebih produktif, aman, sehat. Bersih dan rapi	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
35	Pemberian informasi tentang berbagai macam kecelakaan kerja membuat saya sadar tentang pentingnya budaya kerja	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
36	Kejadian cedera, tempat kerja yang kotor dan tidak bersih, selalu didiskusikan dalam pertemuan dengan rekan2	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
37	Saya tidak harus mengikuti perilaku kerja selaras dengan dunia industri, walaupun tahu penting dan keuntungannya bagi karier saya	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
38	Banyaknya aturan terkait dengan K3 dan 5R (ringkas, rapi, rsik, rawat, rajin) membuat saya menjadi merasa tertekan dalam bekerja.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
39	Beban kerja yang padat membuat saya tidak dapat bekerja di bengkel/lab dengan aman, sehat, rapi dan resiko	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
40	Saya sering merasa tertekan dan risi jika harus bekerja banyak tuntutan seperti di industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
		1	2	3	4	5	6	7		
41	Fasilitas dan sarana prasarana sudah mencukupi untuk dapat berperilaku kerja sesuai dengan budaya kerja di industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
42	Saya memiliki akses mudah terhadap perlengkapan yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan dengan aman, sehat, bersih, rapi dan produktif	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
43	Perlengkapan pendukung untuk merapikan dan membersihkan tempat kerja, selalu mudah didapatkan dengan cepat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
44	Saya memiliki waktu yang cukup untuk melakukan tugas belajar dan mengajar praktek agar lebih produktif, selamat, sehat, bersih dan selalu rapi	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
45	Jika saya dalam keadaan penat atau lelah cenderung bertindak yang berbahaya bagi kesehatan dan keselamatan kerja dan mengabaikan kerapian atau kebersihan serta produktivitas kerja	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
46	Saya akan melaporkan setiap kejadian atau perilaku yang berlawanan dengan budaya kerja di industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
47	Saya tidak akan membiarkan orang yang bekerja secara tidak aman, tidak rapi, tidak bersih, dan tidak produktif	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
48	Saya tidak akan ragu untuk mengingatkan seseorang yang bekerja dengan tidak produktif, tidak aman, tidak rapi, kotor dan tidak sehat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
49	Seberapa sering saya melaporkan kejadian yang kurang aman, kurang sehat, acak2an, kotor dan kurang produktif di lingkungan belajar kerja saya	Kadangkala	1	2	3	4	5	6	7	Sering kali



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
50	Seberapa sering adanya brifing atau peringan awal sebelum belajar kerja, agar selamat, sehat, dan produktif sekakali gus rapi dan bersih, sebagai budaya kerja di industri	Kadangkala	1	2	3	4	5	6	7	Sering kali
51	Seberapa sering melaporkan adanya kerusakan, kejanggalan, atau ketidak beresan alat kerja dan atau sarpras belajar kerja	Kadangkala	1	2	3	4	5	6	7	Sering kali
52	Saya akan berusaha untuk meninggalkan SOP K3 & 5S/5R jika tidak ada guru atau rekan lain yang melihat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
53	Walaupun tidak tahu tentang semua berperilaku kerja yang selaras dengan dunia industri, saya akan tetap mengerjakan tugas dengan aman, sehat, produktif, dengan rapi dan bersih	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
54	Saya akan melakukan apapun agar pekerjaan cepat selesai meskipun mengabaikan berperilaku kerja yang aman, dan sehat serta membiarkan tempat kerja tetap acak-acakan dan kotor	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
55	Kadangkala saya berharap untuk melakukan lebih banyak kerja dengan produktif dan berkualitas dari pada keselamatan, kesehatan, kebersihan atau kerapihan tempat kerja	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
56	Jika berada di tempat yang berpotensi bahaya, saya akan memeriksa apakah ada peralatan keselamatan tambahan sebelum melaksanakan pekerjaan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
		1	2	3	4	5	6	7		
57	Saya akan menggunakan peralatan keselamatan saat melakukan pekerjaan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
58	Saya berusaha bekerja secara rapi, bersih, dan akan merawat semua sarpras atau alat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
59	Saya akan membersihkan dan merapikan lagi semua alat, sarpras dan tempat kerja setelah selesai melakukan pekerjaan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
60	Saya selalu mengikuti dan menerapkan berperilaku kerja yang selaras dengan dunia industri atau perusahaan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
61	Saya selalu menerapkan SOP saat bekerja dengan bertanggung jawab, disiplin, jujur dan penuh kepedulian	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
62	Saya selalu melaksanakan SOP yang disepakati tentang hubungan kerja dengan teman sejawat dalam berkolaborasi kerja	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
63	Saya selalu melaksanakan SOP dalam menempatkan limbah sisa kerja dan sampah di tempat yang ditentukan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
64	Kadang saya mengabaikan perilaku kerja yang selaras dengan dunia industri agar pekerjaan saya berjalan dengan lancar dan menyenangkan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
65	Melibatkan diri dalam persiapan proses kerja yang selaras dengan dunia industri itu	Sangat tak disukai	-3	-2	-1	0	1	2	3	Sangat disukai
66	Saya sering melakukan usaha yang lebih besar dari pada yang diperlukan di	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN							
	dalam menerapkan budaya kerja yang selaras dengan permintaan perusahaan dan atau industri di lingkungan saya								
67	Saya mendorong rekan lain untuk melakukan dan membiasakan diri belajar, dan bekerja sesuai dengan budaya di industrin atau perusahaan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7 Sangat setuju
68	Saya mendorong kelompok kerja saya untuk memelihara situasi kerja yang nyaman, aman, sehat, bersih, rapi da produktif	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7 Sangat setuju
69	Saya selalu mempromosikan tentang program pembiasaan perilaku berdasarkan 5S/5R, K3 dengan tetap menjaga produktivitas kerja kepada rekan yang lain	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7 Sangat setuju
70	Saya mengutamakan adanya pertemuan secara rutin, baik sebelum bekerja, atau evaluasi mingguan tentang penerapan buadaya kerja yang aman, sehat, rapi dan bersih sekaligus produktif	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7 Sangat setuju
71	Saya berusaha melakukan proses belajar mengajar bekerja dengan aman, sehat, bersih, dan rapi walaupun tidak ada panduan yang jelas	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7 Sangat setuju
72	Saya mendiskusikan bagaimana membiasakan perilaku kerja yang aman, sehat, rapi dan bersih sesuai buadaya kerja di industri dengan guru serta rekan saya	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7 Sangat setuju
73	Saya bersedia menjadi sukarelawan untuk melaksanakan tugas yang berkaitan dengan penerapan budaya kerja industri di lingkungan saya	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7 Sangat setuju
74	Saya berpartisipasi aktif dalam lomba penerapan perilaku kerja yang selaras dengan dunia industri, misal lomba kebersihan, lomba kerapihan, lomba produktivitas dll.	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7 Sangat setuju



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
		1	2	3	4	5	6	7		
75	Saya akan memasang poster yang mengingatkan pentingnya K3 dan 5S/5R berkaitan dengan budaya kerja di perusahaan atau industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
76	Saya akan merasa sedang melakukan sesuatu yang positif dan bermanfaat, jika saya berusaha mengajak rekan2 untuk menerapkan perilaku kerja yang selaras dengan permintaan industri atau perusahaan	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
77	Kejadian kecelakaan, kekumuhan, kekotoran dan ketidak rapihan tempat kerja menjadikan kekhawatiran dan perhatian bagi guru dan pimpinan SMK	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
78	Saya akan dapat segera mendeteksi secara awal kejadian yang beresiko bahaya, kotoran dan ketidakrapihan tempat belajar kerja, jika menerapkan perilaku kerja yang selaras dengan dunia industri	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
79	Melakukan sesuatu yang bermanfaat dan positif terkait dengan pembiasaan perilaku yang selaras dengan budaya kerja di industri atau perusahaan	Sangat tidak dikehendaki	1	2	3	4	5	6	7	Sangat dikehendaki
80	Perilaku saya yang jujur, disiplin, peranggungjawab, dan peduli terhadap K3 serta 5S/5R	Sangat tidak dikehendaki	1	2	3	4	5	6	7	Sangat dikehendaki
81	Dukungan teman sejawat terhadap usaha penerapan berperilaku kerja yang selaras dengan dunia industri, itu penting bagi saya	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Amat sangat
82	Apa yang atasan atau guru pikirkan, tentang apa yang harus saya lakukan tentang bagaimana berperilaku sesuai budaya kerja di industri itu, segalanya penting bagi saya	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Amat sangat
83	Bagi saya, menerapkan berperilaku kerja yang selaras dengan dunia industri adalah	Mudah	1	2	3	4	5	6	7	Sulit
84	Keputusan untuk menerapkan berperilaku kerja yang selaras dengan dunia industri itu diluar kendali pribadi saya	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
85	Apakah saya menerapkan berperilaku kerja yang selaras dengan budaya kerja	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
	di dunia industri atau tidak itu terserah kepada pribadi saya.									
86	Saya tidak merasa mampu menerapkan perilaku kerja yang selaras dengan budaya kerja di dunia industri, karena semua teman juga tidak berusaha melakukan	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin

BAGIAN 2 :

Setiap pertanyaan di bagian ini mengacu kepada PELAKSANAAN PROSEDUR K3 dunia Industri

Contoh Pengisian Instrumen (Berikan tanda silang (X) untuk jawaban yang paling sesuai)

Para Peserta Didik	Tidak menerapkan	1	2	3	4	5	6	7	Menerapkan
	K3 dalam bekerja								

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN							SIKAP		
1	Saya merasa bahwa mematuhi Standar Prosedur Operasi (SPO) K3 merupakan hal yang penting dalam pekerjaan	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6		7	Setuju
2	Saya selalu merawat dan merapikan peralatan K3 di tempat kerja secara berkala.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6		7	Setuju
3	Saya merasa bahwa mendorong karyawan lain untuk menerapkan K3 merupakan hal yang penting	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6		7	Setuju
4	Saya merasa bahwa mengerahkan tenaga ekstra untuk menerapkan K3 merupakan hal yang tak penting.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6		7	Setuju



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
5	Kualitas kerja saya akan menurun jika mengikuti SPO keselamatan kerja.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
6	Dengan mengikuti berpiraku kerja selaras dengan dunia industri, saya dapat bekerja dengan aman, nyaman dan selamat.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
7	Berpiraku kerja selaras dengan dunia industri yang ada tidak bermanfaat untuk melindungi dari bahaya luka karena benda tajam dan runcing	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
8	Menjaga teman sekerja dari kondisi berbahaya yang dapat mengakibatkan luka karena benda tajam dan runcing merupakan hal yang penting	Sangat tak disukai	1	2	3	4	5	6	7	Sangat disukai
9	Saya dapat mengidentifikasi sumber bahaya yang ada di sekitar lingkungan tempat kerja.	Tidak dapat	1	2	3	4	5	6	7	Dapat
10	Saya akan merasa sedang melakukan sesuatu yang positif dan bermanfaat, jika saya menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
11	Kejadian cedera tersayat atau tertusuk karena benda tajam dan runcing menjadikan kekhawatiran dan perhatian bagi pimpinan RS	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
12	Saya akan mendeteksi secara awal kejadian yang beresiko bahaya penyakit, jika menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
13	Melakukan sesuatu yang bermanfaat dan positif terkait K3	Sangat tidak dikehendaki	-3	-2	-1	0	1	2	3	Sangat dikehendaki



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN									
		1	2	3	4	5	6	7			
14	Mengalami kejadian cedera yang menimbulkan kekhawatiran dan perhatian teman sejawat atau pimpinan Rumah Sakit	Sangat tidak dikehendaki	1	2	3	4	5	6	7	Sangat dikehendaki	TEMAN SEJAWAT
15	Mampu mendeteksi potensi bahaya bagi rekan sejawat secara dini	Sangat tidak dikehendaki	1	2	3	4	5	6	7	Sangat dikehendaki	
16	Menggunakan alat pelindung diri dengan benar itu	Sangat tidak dikehendaki	1	2	3	4	5	6	7	Sangat dikehendaki	
17	Teman sejawat selalu menyarankan bahwa kerja saya	Tidak Harus	1	2	3	4	5	6	7	Harus	
		mengelola benda tajam dan runcing dengan benar agar tidak menimbulkan cedera mengikuti berpiraku kerja selaras dengan dunia industri dalam bekerja									
18	Teman-teman sejawat akan mengingatkan jika bekerja dengan tidak aman.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju	
19	Setiap karyawan di tempat kerja ini berkemauan untuk membuat laporan perilaku yang tidak aman.	Tidak mau	1	2	3	4	5	6	7	Mau	
20	Rekan sejawat yang bekerja menggunakan alat pelindung diri	Tidak dihargai	1	2	3	4	5	6	7	Dihargai	
21	Unit kerja saya menekankan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri kepada seluruh karyawan	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju	
22	Sulit bagi dokter dan perawat menyembunyikan kesalahan yang serius terkait dengan K3.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju	
23	Di unit kerja saya, siapapun yang sengaja melanggar Standar Prosedur Operasi (SPO) selalu dikoreksi secara halus	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju	



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
		Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6		7
24	Mengikuti apa yang disarankan oleh rekan sejawat adalah	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat
		penting menurut saya								
25	Para karyawan biasa.....	Tidak mengikuti	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	Mengikuti
		berpiraku kerja selaras dengan dunia industri dalam bekerja								
29	Dukungan teman sejawat untuk mengikuti berpiraku kerja selaras dengan dunia industri dalam bekerja itu....	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat
		penting menurut saya								
27	Ada semacam tekanan dari teman sekerja yang mempengaruhi saya.....	Kurang cenderung	1	2	3	4	5	6	7	Lebih cenderung
		untuk mengikuti prosedur K3.								
28	Saya itu	Kurang cenderung	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	Lebih cenderung
		untuk mengikuti berpiraku kerja selaras dengan dunia industri, jika tidak ada rekan sejawat yang juga melakukannya.								
29	Menurut teman sejawat, saya....	Tidak Harus	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	Harus
		menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri								
30	Menurut atasan, saya ...	Tidak Harus	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	Harus
		menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri.								
31	Menurut karyawan unit K3 dan PPI di tempat kerja, saya...	Tidak Harus	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	Harus
		penerapan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri.								
32	Dukungan temen sejawat terhadap usaha penerapan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri, itu penting bagi saya	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Amat sangat



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN									
		1	2	3	4	5	6	7			
33	Apa yang atasan pikirkan, tentang apa yang harus saya lakukan itu, segalanya penting bagi saya	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Amat sangat	PIMPINAN
34	Melakukan apa yang disarankan oleh unit K3 dan PPI itu penting bagi saya	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Amat sangat	
35	Pimpinan saya	Tidak menghargai	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	Menghargai	
		karyawan yang melaksanakan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri									
36	Keyakinan umum dari unit kerja saya bahwa melaksanakan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri adalah	Merugikan	1	2	3	4	5	6	7	Menguntungkan	
		Tidak Menyenangkan	1	2	3	4	5	6	7	Menyenangkan	
		Salah langkah	1	2	3	4	5	6	7	Langkah yang benar	
37	Pihak pimpinan akan...	Tidak mendukung	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	mendukung	
		berpiraku kerja selaras dengan dunia industri dalam bekerja									
38	Melakukan apa yang disarankan pihak pimpinan itu	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat	
		penting menurut saya									
39	Dukungan pimpinan saya untuk mengikuti berpiraku kerja selaras dengan dunia industri adalah...	Tidak sama sekali	1	2	3	4	5	6	7	Sangat	
		penting menurut saya									



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN									
		1	2	3	4	5	6	7			
40	Orang-orang yang saya anggap penting selalu menyarankan untuk mengikuti berpiraku kerja selaras dengan dunia industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	KONTROL PERILAKU
41	Saya selalu memperhatikan poster yang berkaitan dengan peringatan bahaya cedera karena benda tajam dan runcing.	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
42	Saya memahami SPO yang berkaitan dengan prosedur darurat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
43	Saya mengetahui dimana menemukan informasi bahan-bahan berbahaya dan beracun di tempat kerja saya	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
44	Saya bisa bekerja di kondisi yang tidak aman dan membahayakan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
45	Saya mengetahui perlengkapan pelindung diri apa saja yang harus digunakan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
46	Saya bisa mengerjakan pekerjaan saya tanpa SPO keselamatan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
47	Saya bersedia menerima saran perbaikan agar dapat bekerja dengan sehat dan aman	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
48	Pemberian informasi tentang cedera tertusuk dan tersayat membuat saya sadar tentang pentingnya K3	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
		1	2	3	4	5	6	7		
49	Kejadian cedera, didiskusikan dalam pertemuan karyawan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
50	Saya tidak harus mengikuti berpiraku kerja selaras dengan dunia industri, walaupun tahu pentingnya Alat Pelindung Diri	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
51	Saya tidak yakin bahwa saya dapat menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri di RS	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
52	Bagi saya, menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri adalah	Mudah	1	2	3	4	5	6	7	Sulit
53	Keputusan untuk menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri itu diluar kendali pribadi saya	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
54	Apakah saya menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri atau tidak itu terserah kepada pribadi saya.	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
55	Saya tidak merasa mampu menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri, ketika proses pelayanan segera dimulai	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
56	Saya merasa selalu tergesa-gesa dan kurang persiapan dalam penerapan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
57	Peralatan pelindung diri selalu tersedia	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
58	Kotak limbah benda tajam dan runcing mudah dijangkau	Tidak mungkin	1	2	3	4	5	6	7	Mungkin
59	Ketika tugas pelayan kesehatan segera dimulai saya.....	Kurang mungkin	-3	-2	-1	0	1	2	3	Lebih Mungkin



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
		untuk menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri.								
60	Merasa terburu-buru di dalam persiapan membuat saya.....	Lebih sulit	-3	-2	-1	0	1	2	3	Lebih Mudah
		untuk menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri.								
61	Ketika peralatan pelindung diri tidak tersedia dengan segera, saya	Lebih sulit	-3	-2	-1	0	1	2	3	Lebih Mudah
		untuk menerapkan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri.								
62	Ketika kotak limbah tidak tersedia atau tidak mudah dijangkau dengan segera, saya	Lebih sulit	-3	-2	-1	0	1	2	3	Lebih Mudah
		untuk menerapkan program K3.								
63	Banyaknya aturan terkait dengan K3 membuat saya merasa tertekan dalam bekerja.	Tidak Setuju	1	2	3	4	5	6	7	Setuju
64	Beban kerja yang padat membuat saya tidak dapat bekerja dengan aman	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
65	Saya sering merasa tertekan saat bekerja	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
66	Fasilitas-fasilitas kesehatan telah memadai untuk merawat luka yang dapat terjadi	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
67	Saya memiliki perlengkapan yang diperlukan untuk melaksanakan tugas dengan aman	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
68	Perlengkapan K3 yang diperlukan selalu mudah didapatkan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
69	Saya memiliki waktu yang cukup untuk melakukan tugas keperawatan tanpa menimbulkan cedera	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju

TEKANAN KERJA



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN									
		1	2	3	4	5	6	7			
70	Jika saya dalam keadaan penat atau lelah cenderung bertindak yang berbahaya bagi kesehatan dan keselamatan kerja	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	INTENSI
71	Saya akan melaporkan setiap luka karena benda tajam dan runcing yang terjadi	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
72	Saya tidak akan membiarkan orang yang bekerja secara tidak aman	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
73	Saya tidak akan ragu untuk mengingatkan seseorang yang bekerja dengan tidak aman.	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
74	Seberapa sering melaporkan kejadian cedera sebelum berdampak pada kesehatan dan keselamatan karyawan	Kadangkala	1	2	3	4	5	6	7	Sering kali	
75	Seberapa sering melaporkan kejadian cedera yang berpotensi bagi kesehatan dan keselamatan kerja karyawan	Kadangkala	1	2	3	4	5	6	7	Sering kali	
76	Seberapa sering melaporkan adanya kejadian hampir salah yang bisa berakibat cedera tertusuk dan tersayat	Kadangkala	1	2	3	4	5	6	7	Sering kali	
78	Saya akan meninggalkan SPO keselamatan jika tidak ada karyawan lain yang melihat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN									
		1	2	3	4	5	6	7			
79	Walaupun tidak tahu tentang semua berpiraku kerja selaras dengan dunia industri, saya akan tetap mengerjakan tugas dengan aman dan selamat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	TUGAS POKOK
80	Saya akan melakukan apapun agar pekerjaan cepat selesai meskipun mengabaikan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
81	Kadangkala saya berharap untuk melakukan lebih banyak kerja daripada keselamatan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
82	Jika berada di tempat yang berpotensi bahaya, saya akan memeriksa apakah ada peralatan keselamatan tambahan sebelum melaksanakan pekerjaan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
83	Saya menggunakan peralatan keselamatan saat melakukan pekerjaan	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
84	Saya berusaha bekerja secara aman dan selamat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
85	Saya menggunakan Alat Pelindung Diri yang benar untuk tugas yang sedang saya kerjakan.	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
86	Saya selalu mengikuti berpiraku kerja selaras dengan dunia industri terkait cedera karena benda tajam dan runcing.	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	



NO.	PERTANYAAN	JAWABAN									
		1	2	3	4	5	6	7			
87	Saya selalu menerapkan Petunjuk Pelaksanaan (Juklak) K3 berkaitan dengan luka akibat benda tajam dan runcing	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	PERILAKU KONTEKSTUAL
89	Saya selalu melaksanakan Petunjuk Teknis (Juknis) K3 berkaitan dengan luka akibat benda tajam dan runcing	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
90	Saya selalu melaksanakan prosedur tetap dalam membuka benda tajam dan runcing, dan menempatkan limbahnya ke <i>safety box</i>	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
91	Kadang saya mengabaikan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri agar pekerjaan saya berjalan dengan lancar	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
92	Melibatkan diri dalam proses penerapan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri itu	Sangat tak disukai	1	2	3	4	5	6	7	Sangat disukai	
93	Saya sering melakukan usaha yang lebih besar dari pada yang diperlukan di dalam menerapkan K3.	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
94	Saya mendorong karyawan lain untuk melakukan praktik-praktik K3	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
95	Saya mendorong kelompok kerja saya untuk memelihara tsituasi kerja yang aman dan selamat	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	
96	Saya selalu mempromosikan tentang program K3 kepada karyawan yang lain	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju	



Lampiran 4. Perilaku Kerja yang Dibutuhkan Industri

NO.	PERTANYAAN	JAWABAN								
		1	2	3	4	5	6	7		
97	Saya menghadiri pertemuan tentang K3 yang berkaitan dengan cedera akibat benda tajam dan runcing	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
98	Saya lakukan tugas dengan aman walaupun ketika tidak ada panduan K3 yang jelas	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
99	Saya mendiskusikan masalah K3 dengan atasan saya	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
100	Saya menjadi sukarelawan untuk tugas yang berkaitan dengan K3	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
101	Saya berpartisipasi aktif dalam lomba penerapan berpiraku kerja selaras dengan dunia industri	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju
102	Saya selalu memperhatikan poster yang mengingatkan pentingnya K3 berkaitan dengan cedera akibat benda tajam dan runcing	Sangat tidak setuju	1	2	3	4	5	6	7	Sangat setuju





PENILAIAN EVALUASI DIRI



PENGEMBANGAN BENGKEL BERORIENTASI PEMBELAJARAN ABAD 21

TUJUAN OBSERVASI:

1. Memotret best-practices tata kelola bengkel SMK saat ini.
2. Memotret pembelajaran berorientasi Abad 21 yang diterapkan oleh SMK.
3. Memotret standar ergonomis dalam tata letak bengkel kerja yang diterapkan industri yang terstandar saat ini.
4. Memotret standar keselamatan dan kesehatan kerja dalam bengkel kerja yang diterapkan industri yang terstandar saat ini.
5. Mengkaji secara komprehensif prototype bengkel SMK yang berorientasi pada pembelajaran Abad 21 yang berbasis pada tata letak yang ergonomis dan memperhatikan K3.
6. Menyusun naskah kebijakan mengenai prototype bengkel SMK prototype yang berorientasi pada pembelajaran Abad 21 yang berbasis pada tata letak yang ergonomis dan memperhatikan K3.

OBJEK OBSERVASI:

Nama Sekolah :
Alamat :
Bidang Keahlian :
Program Keahlian :
Obyek Kajian : **Bengkel / Laboratorium**
Tanggal Observasi :
Observer : **1.**
2.
3.
4.
5.

METODE OBSERVASI:

1. Observasi/pengamatan obyek kajian, meliputi:

- Bangunan bengkel
- Lantai bengkel
- Pintu bengkel
- Penyekatan bengkel
- Layout bengkel
- Pergudangan dan area-area khusus
- Kenyamanan pandangan
- Kenyamanan pendengaran
- Panas dan ventilasi
- Pembelajaran Abad 21
- Keselamatan dan kesehatan kerja
- Ergonomic checkpoint
- Mitigasi bencana
- Fungsi alat/mesin
- Instalasi kelistrikan
- Efisiensi energi
- Fasilitas lain bengkel



2. Wawancara, kepada:

- Kepala sekolah atau yang mewakili
- Pengelola bengkel
- Teknisi/Laboran/Toolman
- Siswa

3. Dokumentasi, meliputi:

- Dokumentasi observasi
- Pengecekan dokumen lapangan pendukung kajian
- Dokumentasi best practices
- Layout bengkel/Laboratorium

PETUNJUK PENGISIAN INSTRUMEN:

Instrumen ini terdiri dari tiga macam instrumen yaitu instrumen observasi, pedoman wawancara, dan catatan dokumentasi. Adapun dalam ketiga instrumen tersebut dapat dilakukan oleh dua observer atau lebih untuk tujuan memperoleh informasi yang komprehensif. Pada instrumen Observasi (A) terdiri atas 17 variabel yang akan dipilih dengan cara memberikan centang (√) pada salah satu kolom: 4 (Sangat Ideal), 3 (Ideal), 2 (Kurang Ideal), dan 1 (Tidak Ideal). Pada pedoman wawancara (B) dapat diisi dengan mencatat hasil interview sesuai dengan butir-butir pertanyaan. Pada instrumen dokumentasi (C) dapat diisi secara singkat dengan menggambar layout bengkel/laboratorium atau menempel gambar yang sudah ada. Berikut ini adalah instrumen kajian Pengembangan Bengkel Berorientasi Pembelajaran Abad 21.



A. INSTRUMEN OBSERVASI

Pada instrumen Observasi (A) terdiri atas 17 variabel yang akan dipilih dengan cara memberikan **centang (✓)** pada salah satu kolom:

4 : Sangat Ideal
3 : Ideal
2 : Kurang Ideal
1 : Tidak Ideal

1. Bangunan Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
1	Panjang bengkel	> 50 m	30 - 50 m	25 - 29 m	< 25 m	
2	Lebar bengkel	> 15 m	10 - 15 m	6 - 9 m	< 6 m	
3	Tinggi bengkel per lantai	> 6 m	4 - 6 m	3 - 4 m	< 3 m	
4	Rasio lebar dengan tinggi	1 : 2	1 : 1,5	1 : 1	Lebar > Tinggi	
5	Luas minimal lantai per murid	> 18 m ² /murid	16 -18 m ² /murid	12 - 16 m ² /murid	< 12 m ² /murid	
6	Jarak minimal bangunan bengkel dengan bangunan lain	Dapat diakses Truck (> 4 m)	Dapat diakses mobil (2 - 4 m)	Dapat diakses Roda 2 (1 - 2 m)	Bangunan Rapat/Diakses oleh 1 orang (< 1 m)	
7	Akses jalan menuju bengkel	Dapat diakses Truck (> 4 m)	Dapat diakses mobil (2 - 4 m)	Dapat diakses Roda 2 (1 - 2 m)	Bangunan Rapat/Diakses oleh 1 orang (< 1 m)	



Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
8	Konstruksi bengkel	Setiap 3 m terdapat kolom untuk semua konstruksi bengkel	Hanya sebagian dijumpai kolom dalam jarak 3 m	Jarak antar kolom 3 - 4 m	Jarak antar kolom terlalu rapat (< 2 m / >4 m)/ kolom terbuat dari kayu	
9	Pondasi bengkel	Pondasi Dalam Tiang Pancang (Paku Bumi)	Pondasi Tapak/Cakar Ayam Kedalaman 1,5 - 2 m	Pondasi Tapak/Cakar Ayam Kedalaman 1 - 1,4 m	Pondasi Tapak/Cakar Ayam Kedalaman < 1 m	
10	Dinding bengkel	Batu bata merah	Campuran batu bata merah dengan batako	Batako	Triplek	
11	Atap bengkel	Bahan atap dari PVC	Bahan atap dari galvalum	Bahan atap dari asbes	Bahan atap dari genteng	
12	Konstruksi rangka atap	Baja plat I	Baja plat I / baja ringan	Kombinasi baja dengan kayu	Kayu	
13	Perijinan Bangunan	Bengkel bersertifikat SHM sendiri, milik sendiri, dan memiliki IMB	Bengkel bersertifikat SHM dan memiliki IMB	Bengkel memiliki sertifikat HGB, memiliki IMB	Tidak memiliki IMB	



2. Lantai Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan	
14	Lantai khusus kerja logam		Beton Cor Plester Halus	Plester halus	Keramik/Tegel		Plester kasar
15	Lantai khusus ruang instruktur		Keramik/Kayu	Plester halus	Tegel		Plester kasar
16	Lantai khusus ruang teknisi/toolman		Keramik/Kayu	Plester halus	Tegel		Plester kasar
17	Lantai khusus ruang kelas (rombel)		Keramik/Kayu	Plester halus	Tegel		Plester kasar
18	Lantai khusus ruang ganti/toilet		Keramik	Plester halus	Tegel		Plester kasar
19	Lantai khusus gudang penyimpanan		Beton Cor Plester Halus	Plester halus	Keramik/Tegel		Plester kasar
20	Lantai khusus laboratorium bengkel		Keramik/Kayu	Plester halus	Tegel		Plester kasar
21	Pewarnaan lantai		Cat khusus epoxy floor coating dengan bahan resin dan hardener	Cat besi/genteng	Cat tembok		Tidak di cat
22	Warna demarkasi lantai		Warna lantai sesuai rambu K3, bersih, jelas, terawat, dan ada petunjuk arah/lalu lintas	Warna lantai sesuai rambu K3, bersih, jelas, dan terawat	Warna lantai sesuai rambu K3 dan tidak jelas (kabur)		Warna lantai tidak ada/tidak sesuai rambu K3
23	Daya tahan lantai		Tidak ada lantai yang rusak dan aman untuk dilewati forklift	25% kerusakan lantai, aman dilewati forklift	25%-50% kerusakan lantai, tidak aman dilewati forklift		> 50% kerusakan lantai, tidak aman dilewati forklift



3. Pintu Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
24	Lebar pintu utama bengkel	> 4 m / dapat dimasuki truk	2,5 - 4 m / dapat dimasuki mobil	1,5 - 2,4 m / dapat dimasuki kendaraan roda tiga	< 1,5 m	
25	Tinggi pintu utama bengkel	> 5 m atau batas maksimal angkat forklift	4 - 5 m	3 - 4 m	< 3 m	
26	Lebar pintu ruangan	> 2,5 m / dapat dimasuki forklift	2 - 2,5 m	1,5 - 1,9 m	< 1,5 m	
27	Tinggi pintu ruangan	> 5 m atau batas maksimal angkat forklift	3 - 5 m	2,25 - 2,9 m	< 2,25 m	
28	Lebar pintu darurat	> 2,5 m / muat untuk 3-4 orang	2 - 2,5 m	1,5 - 1,9 m	< 1,5 m	
29	Tinggi pintu darurat	> 3 m	2,5 - 3 m	2,25 - 2,45 m	< 2,25 m	
30	Desain pintu ruangan	Double swing dengan bahan full kaca	Double swing dengan bahan kayu dilengkapi kaca	Single swing	Tidak berpintu / bahan pintu dari triplek	
31	Keamanan pintu	Kunci remote / pin	Kunci silinder	Gembok	Kunci tuas	



4. Penyekatan Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
32	Bahan penyekat	Full Kaca	Dinding dilengkapi kaca	Triplek/Kayu	Kain/Banner	
33	Tinggi penyekat	> 3 m	2,5 - 3 m	2 - 2,4 m	< 2 m	
34	Jenis penyekat	Semi permanen	Permanen	Portable	Lipat	
35	Keamanan penyekat	Kedap suara, aman terhadap getaran dan gempa bumi	Kebisingan 10% dan aman terhadap getaran mesin	Bising dan rawan retak terhadap getaran frekuensi lama	Sangat bising dan mudah jatuh apabila ada getaran	

5. Layout Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
36	Bentuk lokasi bengkel	Sayap	I (lurus)	L Siku-Siku	Terpisah-pisah	
37	Tipe layout bengkel	Kombinasi line production dengan flexibility layout	Hanya salah satu line production/ flexibility layout	Layout dengan posisi tetap (fixed)	Layout dengan posisi fleksibel	
38	Level proses dalam layout bengkel	Layout ditata sesuai dengan urutan level kompetensi yang jelas, rapi, dan berkelanjutan	Layout ditata sesuai dengan urutan level kompetensi yang jelas dan rapi	Layout ditata sesuai dengan urutan level kompetensi yang kurang jelas dan informatif	Layout tidak ditata berdasarkan level kompetensi/ tidak jelas	
39	Publikasi desain layout bengkel	Memiliki prototype dalam bentuk 3D yang dipamerkan di bengkel	Memiliki gambar layout 3D yang dipamerkan di bengkel	Memiliki gambar layout 2D yang dipamerkan di bengkel	Tidak memiliki gambar layout yang dipamerkan di bengkel	



Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
40	Informasi layout	Detail, sesuai dengan kondisi sekarang, dan menunjukkan informasi mitigasi bencana	Detail, belum terupdate, ada informasi mitigasi bencana	Kurang detail, belum terupdate, tidak ada informasi mitigasi bencana	Tidak ada informasi keseluruhan yang menggambarkan bengkel	

6. Pergudangan dan Area-Area Khusus Penyimpanan

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
41	Gudang	Pemisahan antara gudang alat, asesoris mesin, bahan praktik mudah meledak dan tidak meledak	Pemisahan antara gudang alat/mesin dan bahan praktik	Gudang berisi alat/mesin dan bahan praktik	Tidak memiliki gudang khusus penyimpanan alat/mesin dan bahan praktik	
42	Struktur gudang	Atap yang tinggi, memiliki banyak ventilasi, jendela, tidak lembab, kokoh	Atap yang tinggi, memiliki beberapa ventilasi, tidak lembab, kokoh	Atap tidak terlalu tinggi, memiliki beberapa ventilasi, sedikit lembab	Gudang lembab, atap pendek, dan sedikit ventilasi	
43	Lantai gudang	Lantai di epoxy dengan dilengkapi informasi pedestrian dan jalur lalu lintas forklift	Lantai di cat biasa dengan dilengkapi informasi pedestrian dan jalur lalu lintas forklift	Lantai di cat biasa dengan informasi pedestrian saja	Lantai gudang tidak di cat	



No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
44	Pintu gudang	Pintu didesain dapat dilewati truk untuk loading alat/mesin atau bahan praktik	Pintu didesain dapat dilewati mobil untuk loading alat/mesin atau bahan praktik	Pintu didesain dapat dilewati forklift untuk loading alat/mesin atau bahan praktik	Pintu gudang tidak muat untuk loading dari forklift	
45	Fasilitas gudang	Memiliki ruang administrasi, perangkat komputer, rak/lemari, dan wastafel	Memiliki ruang administrasi, perangkat komputer, dan rak/lemari	Hanya memiliki ruang administrasi dan rak/lemari	Tidak memiliki ruang administrasi, memiliki rak/lemari	
46	Ruang display produk	Display produk yang tertata rapi, memiliki album koleksi produk, dan dilengkapi video produk terbaik	Display produk tertata rapi	Display produk kurang tertata rapi	Tidak memiliki ruang display produk	
47	Ruang display alat/mesin atau prototype	Display alat/prototype yang tertata rapi, memiliki album koleksi inventaris bengkel, dan dilengkapi video profil bengkel	Display alat/prototype tertata rapi dan bersih	Display alat/prototype kurang tertata rapi	Tidak memiliki ruang display alat atau prototype	



Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
48	Ruang penyimpanan sisa bahan praktik/limbah produksi	Ada pemisahan ruang penyimpanan bahan berbahaya & tidak berbahaya, bahan yang dapat didaur ulang & yang di reproduksi	Ada ruangan khusus sisa bahan praktik yang berbahaya dan tidak berbahaya serta dapat didaur ulang/dijual	Ada ruangan khusus menyimpan seluruh sisa bahan praktik namun tidak dapat di daur ulang	Tidak ada ruangan khusus menyimpan sisa bahan praktik	

7. Kenyamanan Pandangan

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
49	Luas area jendela dengan luasan bengkel	> 40%	21 - 40%	16 - 20%	0 - 10%	
50	Susunan jendela	Bilateral dengan susunan 4 jendela dengan satu celah dinding	Bilateral dengan susunan 2 jendela dengan satu celah dinding	Bilateral dengan susunan 1 jendela dengan satu celah dinding	Bilateral dengan jarak antar jendela > 2 m	
51	Tinggi jendela	Batas tertinggi atap bengkel	3 - 5 m	1 - 2,9 m	< 1 m	
52	Tipe kaca	Bening dengan ketebalan kaca > 1 cm, jenis tempered glass	Bening dengan ketebalan kaca > 0,5 - 1 cm, jenis tempered glass	Kaca bening biasa dengan dilaminasi, ketebalan 0,5 - 1 cm	Kaca bening biasa dengan ketebalan < 0,5 cm	
53	Jenis jendela	Kombinasi antara jendela tetap dengan model swing/nako/ geser	Model swing/geser/ nako	Model fixed/ permanen	Model glass block	



No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
54	Kaca jendela	Bersih, mengkilap, dan dibersihkan setiap hari	Bersih, mengkilap, dan dibersihkan dengan intensitas waktu sering	Dibersihkan dengan intensitas waktu jarang	Kotor dan dibersihkan dengan intensitas waktu bulanan	
55	Pengaturan cahaya alami	Teduh, cahaya menyebar hingga 50% area bengkel	Teduh, cahaya menyebar hingga 25 - 49% area bengkel	Panas, cahaya menyebar < 25% ke area bengkel	Gelap, cahaya hanya menyinari 1 - 2 m dengan waktu penyinaran yang singkat	
56	Penerangan buatan	Berpijar, tidak panas, tidak menyilaukan	Berpijar dan tidak menyilaukan	Kurang terang/ Agak redup	Redup atau gelap	
57	Sistem pencahayaan umum	50% cahaya natural, 50% cahaya buatan	25% cahaya natural, 75% cahaya buatan	10% cahaya natural, 90% cahaya buatan	100% cahaya buatan	
58	Pantulan cahaya	Memantul ke semua bagian bengkel	Cahaya memantul ke dinding dan menerangi area kerja saja	Hanya memantul ke dinding dan tidak penuh menerangi area kerja	Cahaya tidak terpantul ke dinding atau area kerja	
59	Cahaya buatan interior	Satu lampu mampu mengkover >2 area kerja	Satu lampu mampu mengkover 2 area kerja	Satu lampu hanya menerangi 1 area kerja	satu lampu hanya menerangi 1/2 area kerja	
60	Cahaya buatan lokal	Mesin dilengkapi asesoris lampu dan 1 lampu penerang di atas mesin	Mesin dilengkapi asesoris lampu	Mesin diterangi oleh 1 lampu penerang bengkel	Tidak ada penerangan di setiap mesin	



Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
61	Cahaya buatan eksterior	1 lampu eksterior mampu menerangi dengan jelas pada jarak 3 - 5m	1 lampu eksterior mampu menerangi secara jelas pada jarak 3 m	1 lampu eksterior mampu menerangi pada jarak 3 m, namun kurang jelas	1 lampu eksterior redup dan kurang jelas menerangi pada jarak 3 m	
62	Lampu emergency	Tersedia lampu emergency portabel, permanen/ terpasang, dan berfungsi baik	Tersedia lampu emergency portabel dan berfungsi baik	Tersedia lampu emergency portabel dan kurang berfungsi dengan baik	Tidak tersedia lampu emergency	

8. Kenyamanan Pendengaran

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
63	Peredaman kebisingan alat/mesin	Mengisolasi alat/mesin yang menghasilkan kebisingan pada area khusus berperedam	Mengelompokkan alat/mesin yang menghasilkan kebisingan pada area khusus	Meletakkan alat/mesin yang menghasilkan kebisingan di sudut/pinggir area kerja	Tidak ada pemisahan alat/mesin (dicampur)	
64	Ambang batas kebisingan	70-85 db (seperti suara vacuum cleaner)	85 - 100 db (seperti suara truck dalam jarak 15 m)	101 - 110 (seperti suara palang kereta api)	> 110 (suara musik di diskotik/konser)	
65	Instrumen kebisingan	Memiliki 2 atau lebih alat pengukur kebisingan dan berfungsi baik	Memiliki 1 alat pengukur kebisingan dan berfungsi baik	Memiliki 1 alat kebisingan tetapi kurang berfungsi dengan baik	Tidak memiliki alat pengukur kebisingan	



9. Panas dan Ventilasi

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
66	Sirkulasi udara segar	> 30%	25 - 30%	15 - 24%	< 15%	
67	Sistem ventilasi bengkel	Ventilasi, Kipas Angin, air cooler, dan Blower	Ventilasi, kipas angin, dan blower	Ventilasi dan kipas angin	Hanya ventilasi / kipas angin saja	
68	Sistem ventilasi ruangan/lab. Kerja	1 ruangan \geq 2 AC	1 ruangan 1 AC	Ventilasi dan kipas angin	Hanya ventilasi / kipas angin saja	
69	Kelembapan bengkel	50% (Sejuk, Nyaman)	60% (Hangat, Nyaman)	70% (Sedikit pengap)	> 70% (Pengap)	
70	Kelembapan ruangan	< 50% (Dingin)	50 - 60% (Sejuk, Hangat, Nyaman)	61 - 70% (Sedikit pengap)	> 70% (Pengap)	
71	Memiliki alat pengukur kelembapan udara (hygrometer)	Memiliki 2 alat atau lebih dan berfungsi baik	Memiliki 1 alat dan berfungsi baik	Memiliki 1 alat dan tidak berfungsi optimal	Tidak memiliki hygrometer	
72	Suhu bengkel	20 - 25 °C	26 - 30 °C	31 - 35 °C	> 35 °C	
73	Suhu ruangan	20 - 25 °C	26 - 30 °C	31 - 35 °C	> 35 °C	
74	Memiliki alat pengontrol suhu ruangan	Memiliki 2 alat atau lebih dan berfungsi baik	Memiliki 1 alat dan berfungsi baik	Memiliki 1 alat dan tidak berfungsi optimal	Tidak memiliki alat pengontrol suhu	
75	Tipe alat pengontrol suhu ruangan	Otomatis, bersensor, dan berfungsi baik	Otomatis dan berfungsi baik	Manual dan berfungsi baik	Tidak ada alat pengontrol suhu/ Manual tidak berfungsi	

10. Pembelajaran Abad 21

Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
76	Penataan tempat duduk	Berbentuk kombinasi beberapa model tempat duduk	Model tempat duduk modular	Model tempat duduk circular	Model tempat duduk konvensional/klasikal	
77	Fasilitas kelas	Ber-AC, proyektor permanen, LCD, internet, satu meja memiliki 1 laptop/PC	Ber-AC, LCD, Proyektor, Dua meja untuk 1 laptop/PC	Ber-AC, LCD, Proyektor, minim laptop/PC dalam kelas	Tidak ber-AC, LCD dan proyektor portabel, minim laptop/PC	
78	Sekat/dinding	Kaca	Kombinasi kaca dengan dinding	Dinding	Kayu/Triplek	
79	Monitoring ruangan	Ada CCTV di setiap sudut kelas	CCTV dipasang ditengah	CCTV dipasang diluar kelas	Tidak memiliki CCTV	
80	Optimalisasi penggunaan ruang kelas	Ruang kelas dioperasikan 24 jam, bebas, dan terjadwal	Ruang kelas dioperasikan pada jam kerja, bebas, dan terjadwal	Ruang kelas dioperasikan pada jam kerja, berijin, dan tidak terjadwal	Ruang kelas dioperasikan saat dibutuhkan saja	
81	Penyimpanan pekerjaan	Dilengkapi PC/Laptop menyimpan pekerjaan, kabinet, dan aman	Dilengkapi kabinet menyimpan pekerjaan dan aman	Dilengkapi kabinet menyimpan pekerjaan dan rawan terhadap pencurian pekerjaan	Rak terbuka dan rawan produk pekerjaan hilang	
82	Pendekatan pembelajaran yang digunakan guru	High order thinking skills, Scientific approach	Scientific approach	Student centered-learning	Teacher centered-learning	



No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
83	Model pembelajaran yang digunakan guru	Menggunakan minimal 3 model pembelajaran berbasis produksi	Menggunakan 2 model pembelajaran berbasis produksi	Menggunakan 1 model pembelajaran berbasis produksi	Tidak menggunakan model pembelajaran berbasis produksi	
84	Teknologi pembelajaran	Pembelajaran berbasis IT, e-learning, high technology education	Pembelajaran berbasis IT dan e-learning	Pembelajaran berbasis IT	Tidak menggunakan bantuan teknologi	
85	RPP	Memuat 4C	Memuat 3C	Memuat 2C	Memuat 1C	
86	Evaluasi pembelajaran	Memuat 4C	Memuat 3C	Memuat 2C	Memuat 1C	
87	Akses penggunaan ruang kelas	Dapat dilewati forklift	Dapat dilewati trolley	Dapat dilewati 2 orang berpapasan	Hanya dapat dilewati 1 orang	

11. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
88	Kelengkapan alat K3	Peralatan K3 lengkap, berfungsi dengan baik, selalu digunakan, dan terawat	Peralatan K3 lengkap, berfungsi dengan baik, sering digunakan, dan terawat	Peralatan K3 lengkap, berfungsi cukup baik, jarang digunakan, dan terawat	Peralatan K3 kurang lengkap, tidak berfungsi dengan baik, jarang digunakan, dan tidak terawat	
89	Informasi K3 di dalam bengkel	Informasi K3 sangat lengkap disetiap alat/mesin, bersih, jelas, dan komunikatif	Informasi K3 lengkap di beberapa alat/mesin, jelas, dan komunikatif	Informasi K3 kurang lengkap di beberapa alat/mesin, kurang jelas atau tidak relevan	Informasi K3 sangat minim, dan tidak relevan dengan pekerjaan	



Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
90	Simbol-simbol K3	Simbol K3 sangat lengkap disetiap alat/mesin dan area kerja, jelas, komunikatif, sesuai aturan yang berlaku	Simbol K3 lengkap dibebberapa alat/mesin dan area kerja, jelas, komunikatif, sesuai aturan yang berlaku	Simbol K3 kurang lengkap dibebberapa alat/mesin dan sesuai aturan yang berlaku	Simbol K3 kurang lengkap dibebberapa alat/mesin dan tidak sesuai dengan aturan yang berlaku	
91	Standarisasi perlengkapan K3	Terstandar ISO, OHSA, ANSI, dll	Terstandar ISO dan SNI	Terstandar SNI	Tidak berstandar	
92	Jumlah perlengkapan K3	Ideal alat K3 dengan pengguna adalah 1:1	Ideal alat K3 dengan pengguna adalah 1:2	Ideal alat K3 dengan pengguna adalah 1:4	Ideal alat K3 adalah 1:5 atau lebih	
93	Penerapan 5 R	5 R setiap waktu	5 R dalam intensitas sering	3-5 R dalam intensitas jarang	Hanya menerapkan salah satu dari 5R	
94	Pemisahan pekerjaan berbahaya mudah radiasi, meledak, dan berbahan kimia	Ruangan khusus terisolasi dengan keamanan terbaik	Ruangan khusus untuk pekerjaan-pekerjaan yang berbahaya	Satu ruangan dengan pekerjaan produksi lainnya	Dicampur dengan pekerjaan produksi lainnya	
95	Keamanan dan kenyamanan daerah kerja	Sangat aman, nyaman, dan terhindar dari bahaya kerja	Aman dan nyaman dalam bekerja dan terhindar dari bahaya kerja	Kurang aman karena terancam bahaya kerja sewaktu-waktu	Tidak aman	
96	Letak perlengkapan K3	Perlengkapan K3 ada di setiap alat/mesin atau berada disetiap area kerja dan tersusun rapi dalam kabinet	Perlengkapan K3 ada di beberapa alat/mesin atau berada dibebberapa area kerja dan tersusun rapi dalam kabinet	Perlengkapan K3 ada di sudut-sudut atau daerah yang mudah dijangkau	Perlengkapan K3 ada di bagian teknisi atau toolman	



No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
97	Kondisi perlengkapan K3	Bersih, terawat, modern, aman dan berfungsi baik	Bersih, terawat, aman dan berfungsi baik	Bersih, kurang terawat, aman dan kurang berfungsi optimal	Rusak, kotor, tidak terawat	
98	Letak P3K	P3K lengkap dan berada di setiap area kerja	P3K lengkap dan berada di area-area khusus	P3K lengkap dan berada di setiap area kerja	P3K lengkap dan berada di setiap area kerja	
99	Penanganan kecelakaan kerja	Cepat, pengguna terampil dalam penanganan kecelakaan kerja, dekat dengan pusat kesehatan	Cepat dan dekat dengan pusat kesehatan	Agak lambat, pengetahuan pengguna tentang penanganan masih rendah	Lambat dalam penanganan kecelakaan kerja	
100	Perawatan alat/mesin	Selalu melakukan running maintenance	Melakukan running maintenance dalam intensitas waktu sering	Melakukan running maintenance jika dibutuhkan	Tidak pernah melakukan running maintenance	
101	Pencegahan kecelakaan kerja	Manajemen SMK3 berjalan efektif, ada monev K3, penghargaan	Manajemen SMK3 berjalan efektif dan ada monev K3	Manajemen SMK3 tidak berjalan efektif	Tidak ada manajemen SMK3	
102	Pencegahan kecelakaan kerja	Manajemen SMK3 berjalan efektif, ada monev K3, penghargaan	Manajemen SMK3 berjalan efektif dan ada monev K3	Manajemen SMK3 tidak berjalan efektif	Tidak ada manajemen SMK3	



12. Ergonomic Checkpoint

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
103	Luas area kerja setiap alat/mesin	> 3 m ² / pengguna	2,5 - 3 m ² / pengguna	1,5 - 2,5 m ² / pengguna	< 1,5 m ² / pengguna	
104	Lalu lintas bengkel	Minimal dapat dilalui dua forklift berpapasan	Dapat dilalui satu forklift berpapasan	Hanya dapat dilalui dua trolley berpapasan	Hanya dapat dilalui satu trolley	
105	Kursi bengkel	Terdapat kursi fleksibel (beroda), kuat, nyaman dan dapat diatur	Terdapat kursi fleksibel (beroda), kuat dan nyaman	Terdapat kursi fleksibel (diangkat), kuat dan kurang nyaman	Terdapat kursi fleksibel (diangkat), kurang kuat dan kurang nyaman, atau tidak memiliki kursi bengkel	
106	Lantai bengkel	Lantai bengkel halus, rata, ada beberapa gelombang di area bengkel	Lantai bengkel halus, rata, tanpa gelombang diseluruh area bengkel	Lantai bengkel agak kasar dan bergelombang	Lantai bengkel kasar dan bergelombang	
107	Penataan alur produksi	Loading/ unloading material/mesin menggunakan crane	Loading/ unloading material/mesin menggunakan forklift	Loading/ unloading material/mesin menggunakan kombinasi forklift dengan manual	Loading/ unloading material/mesin menggunakan dengan manual	
108	Alat pengungkit pekerjaan	Menggunakan alat pengungkit otomatis	Menggunakan alat pengungkit mekanik	Menggunakan alat pengungkit konvensional	Tidak menggunakan alat pengungkit	



No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
109	Desain alat praktik	Desain alat praktik modern, mudah digunakan, informatif, dan nyaman digunakan	Desain alat praktik mudah digunakan, dan nyaman digunakan	Desain alat praktik, agak sulit digunakan, kurang nyaman digunakan	Desain alat praktik sulit digunakan dan kurang nyaman digunakan	
110	Inspeksi alat	Selalu dilakukan inspeksi	Sering dilakukan inspeksi	Jarang dilakukan inspeksi	Tidak pernah dilakukan inspeksi	
111	Informasi alat/mesin	Ada informasi berkaitan tanda, warna, petunjuk penggunaan yang jelas, dan informasi inventarisasi	Ada informasi berkaitan petunjuk penggunaan yang jelas, dan informasi inventarisasi	Ada informasi berkaitan informasi inventarisasi	Tidak informasi yang jelas baik penggunaan maupun data inventarisasi	
112	Penggunaan jig and fixture	Selalu menggunakan jig & fixture disetiap pekerjaan	Sering menggunakan jig & fixture disetiap pekerjaan	Jarang menggunakan jig & fixture disetiap pekerjaan	Tidak pernah menggunakan jig & fixture disetiap pekerjaan	
113	Kenyamanan instrumentasi dan pengukuran	Pengukuran dilakukan di area khusus dengan disorot oleh lampu pijar	Pengukuran dilakukan di area praktik dengan disorot oleh lampu pijar	Pengukuran dilakukan di area praktik dengan diterangi cahaya alami	Pengukuran dilakukan di area praktik tanpa penerangan/pencahayaan	
114	Instalasi kelistrikan	Instalasi kelistrikan dipasang di atas, rapi, dan tidak mengganggu proses pekerjaan	Instalasi kelistrikan dipasang di atas, rapi, dan tidak mengganggu proses pekerjaan	Instalasi kelistrikan ditanam di lantai kurang rapi dan agak mengganggu proses pekerjaan	Instalasi kelistrikan tidak rapi dan mengganggu proses pekerjaan	



Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
115	Olahraga dalam bengkel	Selalu melakukan gerakan stretching bersama-sama setiap memulai praktik	Sering melakukan gerakan stretching bersama-sama setiap memulai praktik	Jarang melakukan gerakan stretching bersama-sama setiap memulai praktik	Tidak pernah melakukan gerakan stretching bersama-sama setiap memulai praktik	

13. Mitigasi Bencana

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
116	Pengetahuan mitigasi bencana	Selalu disampaikan di setiap pembelajaran di bengkel	Sering disampaikan di setiap pembelajaran di bengkel	Jarang disampaikan di setiap pembelajaran di bengkel	Tidak pernah disampaikan di setiap pembelajaran di bengkel	
117	Informasi Denah Evakuasi Bencana	Ada prototype jalur evakuasi dalam bentuk 3D	Ada denah jalur evakuasi dalam bentuk 2D	Ada sketsa denah jalur evakuasi	Tidak ada denah evakuasi bencana	
118	Petunjuk evakuasi	Petunjuk evakuasi ada di dinding, lantai, dan berada pada setiap area yang mudah dilihat	Petunjuk evakuasi ada di dinding dan berada pada setiap area yang mudah dilihat	Petunjuk evakuasi ada di dinding dan berada di beberapa area yang mudah dilihat	Tidak ada petunjuk evakuasi	
119	Pintu darurat	Tersedia beberapa pintu darurat yang mudah di akses	Hanya ada 1 pintu darurat yang mudah diakses	Hanya ada 1 pintu darurat tetapi sulit diakses	Tidak ada pintu darurat	



No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
120	Titik kumpul	Titik kumpul berada dalam tanah yang stabil, beton, dan jauh dari gedung bertingkat atau pohon	Titik kumpul berada dalam tanah yang stabil dan jauh dari gedung bertingkat atau pohon	Titik kumpul berada dalam tanah yang stabil dan dekat dari gedung bertingkat atau pohon	Tidak ada titik kumpul	
121	APAR	Tersedia APAR di setiap area kerja dan mudah dijangkau	Tersedia APAR di beberapa area kerja dan mudah dijangkau	Tersedia APAR di area-area berbahaya saja	Tidak tersedia APAR	
122	Alarm tanda bahaya	Alarm tanda bahaya ada di setiap area, berfungsi baik, dan tersambung dengan sound system	Alarm tanda bahaya ada di beberapa area kerja dan berfungsi baik	Alarm tanda bahaya ada di area-area berbahaya saja dan berfungsi kurang optimal	Tidak ada alarm tanda bahaya	

14. Fungsi Alat/Mesin

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
123	Kebaharuan alat/mesin	Pembuatan 5 tahun terakhir	Pembuatan 6-10 tahun terakhir	Pembuatan 11-20 tahun terakhir	Pembuatan > 20 tahun terakhir	
124	Perawatan alat/mesin	Berkala, terjadwal, dan rutin melakukan running maintenance	Berkala, terjadwal, dan sering melakukan running maintenance	Berkala, tidak terjadwal, dan jarang melakukan running maintenance	Perawatan bersifat isidental	



Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
125	Asesoris bantu alat/mesin	Tersedia berbagai varian asesoris alat/mesin yang lengkap	Tersedia 1 varian asesoris alat/mesin yang lengkap	Ada varian asesoris alat/mesin namun tidak lengkap	Tidak ada varian asesoris bantu alat/mesin	
126	Sistem kerja alat/mesin	Berbasis daring, wireless	Otomatis/mesin	Mekanik	Manual/konvensional	

15. Instalasi Kelistrikan

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
127	Daya listrik yang digunakan	4 phasa	Kombinasi 4 phasa dan 3 phasa	3 phasa	2 phasa	
128	Pembagian daya listrik	1 kontak/1 mesin	1 kontak / 2 mesin	1 kontak / 3 mesin	1 kontak / >3 mesin	
129	Genset	1 genset untuk 2 unit	1 genset untuk 4 unit	1 genset untuk 4 > unit	Tidak memiliki genset	
130	Sekring khusus daya	1 sekering untuk 1 unit	1 sekering untuk 2 unit	1 sekering untuk >2 unit	Tidak ada sekering khusus daya	
131	Sistem jalur kabel	Terletak di atas, rapi, dan tersembunyi	Terletak di atas, rapi, dan tidak tersembunyi	Terletak di lantai, rapi, dan tersembunyi	Terletak di atas, rapi, dan tersembunyi	
132	Sirkuit lampu	1 sirkuit untuk > 5 lampu	1 sirkuit untuk 5 lampu	1 sirkuit untuk 2 - 4 lampu	1 sirkuit untuk 1 lampu	
133	Stop kontak	Stop kontak ada disetiap jarak 2 - 2,9 m	Stop kontak ada disetiap jarak 3 - 4 m	Stop kontak ada disetiap jarak > 4 m	Tidak ada stop kontak	



16. Efisiensi Energi

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
134	Penggunaan solar sell	Memiliki lebih dari 1 solar sell dan dimanfaatkan	Memiliki 1 solar sell dan dimanfaatkan	Memiliki 1 solar sell dan jarang dimanfaatkan	Tidak memiliki solar sell	
135	Penggunaan energi angin	Memiliki lebih dari 1 kincir angin yang dimanfaatkan	Memiliki 1 kincir angin yang dimanfaatkan	Memiliki 1 kincir angin dan tidak dimanfaatkan	Tidak memiliki kincir angin	
136	Pendaur-ulangan sisa produksi	Pendaur-ulangan sisa produksi untuk bahan praktik baru dan dapat dijual	Pendaur-ulangan sisa produksi untuk bahan praktik baru atau dapat dijual	Sisa produksi sebagian dibuang dan sisanya di daur ulang	Sisa produksi dibuang	
137	Pencahayaan bengkel	Pencahayaan > 50% alami dan sisanya buatan	Pencahayaan 50% alami, 50% buatan	Pencahayaan 25% alami, 75% buatan	Pencahayaan 100% dari buatan	

17. Fasilitas Lain Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
138	Fasilitas air minum	1 unit / <25 siswa	1 unit / 25-32 siswa	1 unit / > 32 siswa	1 unit untuk seluruh pengguna atau tidak ada fasilitas air minum	
139	Fasilitas cuci tangan	1 unit / <10 siswa	1 unit / 10-15 siswa	1 unit / 16 - 32 siswa	1 unit untuk seluruh pengguna atau tidak ada fasilitas air minum	



Lampiran 5. Evaluasi Diri Implementasi Standar Utama Bengkel

No.	Obyek Observasi	4	3	2	1	Keterangan
140	Toilet	Toilet pria dan wanita, ada tempat cuci tangan, WC Duduk dan kloset, dibersihkan setiap hari	Toilet pria dan wanita, ada tempat cuci tangan, WC Duduk/kloset saja, dibersihkan setiap hari	Toilet pria dan wanita, ada tempat cuci tangan, kloset saja, dibersihkan kadang-kadang	Hanya satu toilet, kloset, dan dibersihkan kadang-kadang	
141	Ruang istirahat	Tersedia makanan & minuman, ada akses internet, dan sebagai ruang diskusi	Tersedia makanan & minuman dan ada akses internet	Tersedia makanan & minuman	Ruang istirahat di luar bengkel	
142	Ruang diskusi	Ada komputer, meja dan kursi, diskusi, dan berakses internet cepat	Ada komputer, meja dan kursi, diskusi, dan berakses internet lambat	Ada komputer, meja dan kursi, diskusi, tidak ada akses internet	Tidak ada ruang diskusi, atau fasilitas tidak lengkap	
143	Ruang ganti	Tersedia loker yang aman, ada gantungan baju, lemari serbaguna, dll	Tersedia loker bebas, ada gantungan baju, dan lemari	Tersedia loker bersama dan lemari	Tidak ada ruang ganti	



B. Pedoman Wawancara

Isilah pertanyaan di bawah ini secara singkat dan padat informatif

1. Bagaimanakah mengimplementasikan pendekatan 4Cs dengan selama proses praktikum?

2. Karakter apa saja perlu ditekankan untuk mendukung generasi Abad 21?

3. Peralatan dan perlengkapan praktikum apa saja yang relevan dalam proses pembelajaran Abad 21?

4. Bagaimanakah pengelola merencanakan kebutuhan bengkel?

5. Alat-alat apa sajakah yang sudah diupgrade berbasis digital?

6. Apakah bangunan bengkel aman dari marabahaya?

7. Apakah pengguna bengkel mengeluh dengan kondisi bengkel seperti ini?

8. Kecelakaan kerja seperti apakah yang sering terjadi di bengkel ini dan bagaimanakah mengatasinya?

9. Mengapa layout didesain seperti itu?

10. Sebagai pengguna, apakah layout bengkel seperti itu sudah aman dan nyaman dalam praktikum?

C. Saran dan Catatan Tambahan



D. Sketsa Layout Bengkel/Laboratorium