

BAB I PEKERJAAN KONSTRUKSI KAYU

A. Kompetensi dan Sub Kompetensi

Tabel 1. Kompetensi dan Sub Kompetensi Program Keahlian Teknik Konstruksi Kayu

No.	Komptensi/ Sub Kompetensi	Materi Pokok Pembelajaran			Ruang/ Tempat Kegiatan
		Sikap	Pengetahuan	Keterampilan	
I.	Menghitung Volume Kebutuhan Kayu				
I.1.	Pengetahuan tentang prakiraan kebutuhan kayu		▪ Mengetahui tentang perkiraan kebutuhan kayu	▪ Dapat memahami tentang perkiraan kebutuhan kayu	R. Teori
I.2.	Menghitung volume kebutuhan kayu		▪ Memahami cara menghitung volume kebutuhan kayu	▪ Dapat menghitung volume kebutuhan kayu	R. Teori
I.3.	Menghitung volume pekerjaan kayu		▪ Memahami cara menghitung volume pekerjaan kayu	▪ Dapat menghitung volume pekerjaan kayu	R. Teori
J.	Menggunakan Peralatan Mesin Kayu				
J.1.	Melaksanakan pekerjaan kayu dengan mesin portabel		▪ Memahami cara pelaksanaan pekerjaan kayu dengan mesin portabel	▪ Dapat melaksanakan pekerjaan kayu dengan mesin portabel	R. Kerja Konstruksi Kayu
J.2.	Melaksanakan pemeliharaan mesin portabel		▪ Memahami cara pelaksanaan pemeliharaan mesin portabel	▪ Dapat memelihara mesin portabel	R. Kerja Konstruksi Kayu
J.3.	Melaksanakan pekerjaan kayu dengan mesin stasioner (statis)		▪ Memahami cara pelaksanaan pekerjaan kayu dengan mesin stasioner (statis)	▪ Dapat melaksanakan pekerjaan kayu dengan mesin stasioner (statis)	R. Kerja Konstruksi Kayu
J.4.	Melaksanakan pemeliharaan mesin stasioner (statis)		▪ Memahami cara pemeliharaan dan perawatan mesin stasioner (statis)	▪ Dapat memelihara dan merawat mesin stasioner (statis)	R. Kerja Konstruksi Kayu
J.5.	Melaksanakan keselamatan kerja		▪ Memahami tentang keselamatan kerja	▪ Dapat melaksanakan keselamatan kerja	R. Kerja Konstruksi Kayu
K.	Melaksanakan Pekerjaan Sambungan Konstruksi Kayu Lanjutan				
K.1.	Melaksanakan pembuatan sambung-an arah melebar		▪ Memahami Macam-macam sambungan papan arah melebar	▪ Dapat membuat macam-macam sambungan papan arah melebar	Area kerja bangku

No.	Komptensi/ Sub Kompetensi	Materi Pokok Pembelajaran			Ruang/ Tempat Kegiatan
		Sikap	Pengetahuan	Keterampilan	
K.2.	Melaksanakan pembuatan sambung-an hubungan sudut siku		▪ Memahami macam-macam konstruksi hubungan sudut siku pekerjaan kayu	▪ Dapat membuat macam-macam hubungan sudut siku pekerjaan kayu	Area Kerja Bangku
K.3.	Melaksanakan pembuatan sambung-an hubungan pertemuan siku		▪ Memahami macam-macam konstruksi hubungan pertemuan siku pekerjaan kayu	▪ Dapat membuat macam-macam hubungan pertemuan siku pekerjaan kayu	Area Kerja Bangku
K.4.	Melaksanakan pembuatan sambung-an hubungan persilangan siku		▪ Memahami macam-macam konstruksi hubungan persilangan siku	▪ Dapat membuat macam-macam hubungan persilangan siku	Area Kerja Bangku
K.5	Melaksanakan pembuatan sambung-an hubungan serong		▪ Memahami macam-macam hubungan pertemuan serong	▪ Dapat membuat macam-macam hubungan serong	Area Kerja Bangku
K.6	Melaksanakan pembuatan sambung-an hubungan persilangan tidak siku		▪ Memahami konstruksi hubungan persilangan tidak siku	▪ Dapat membuat hubungan persilangan tidak siku	Area Kerja Bangku
L.	Melaksanakan Pekerjaan Kusen Pintu dan Jendela				
L.1	Merencanakan pekerjaan kusen pintu dan jendela		▪ Memahami tentang perencanaan kusen pintu dan jendela	▪ Dapat merencanakan pekerjaan kusen pintu dan jendela	R. Teori
L.2	Membuat kusen pintu dan jendela		▪ Memahami cara pelaksanaan pekerjaan kusen pintu dan jendela	▪ Dapat membuat kusen pintu dan jendela	R. Kerja Konstruksi Kayu
L.3	Memasang kusen pintu dan jendela pada bangunan		▪ Memahami cara mema-sang kusen pintu dan jendela pada bangunan	▪ Dapat memasang kusen pintu dan jendela pada bangunan	Lapangan
M.	Melaksanakan Pekerjaan Daun Pintu dan Jendela				
M.1	Merencanakan pekerjaan daun pintu dan jendela		▪ Memahami tentang perencanaan pekerjaan daun pintu dan jendela	▪ Dapat merencanakan pekerjaan daun pintu dan jendela	R. Teori

No.	Komptensi/ Sub Kompetensi	Materi Pokok Pembelajaran			Ruang/ Tempat Kegiatan
		Sikap	Pengetahuan	Keterampilan	
M.2	Membuat daun pintu dan jendela		<ul style="list-style-type: none"> Memahami cara pelaksanaan pekerjaan daun pintu dan jendela 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat membuat daun pintu dan jendela 	R. Kerja Konstruksi Kayu
M.3	Memasang alat penggantung dan pengunci pada pemasangan daun pintu dan jendela		<ul style="list-style-type: none"> Memahami teknik pemasangan alat penggantung dan pengunci pada pemasangan daun pintu dan jendela 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat memasang alat penggantung dan pengunci pada pemasangan daun pintu dan jendela 	R. Kerja Konstruksi Kayu
N.	Membuat RKS dan Menghitung RAB Pekerjaan Kayu				
N.1	Membuat RKS pekerjaan kayu		<ul style="list-style-type: none"> Memahami cara pembuatan RKS pekerjaan kayu 	<ul style="list-style-type: none"> Membuat RKS pekerjaan kayu 	R. Teori
N.2	Menghitung RAB pekerjaan kayu		<ul style="list-style-type: none"> Memahami cara menghitung volume pekerjaan kayu Mengetahui harga satuan bahan pekerjaan kayu 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menghitung RAB pekerjaan kayu 	R. Teori
O.	Melaksanakan Pekerjaan Konstruksi Rangka Atap dan Plafon				
O.1	Merencanakan dan melaksanakan pekerjaan konstruksi rangka atap dan plafon		<ul style="list-style-type: none"> Memahami tentang rencana atap dan plafon Memahami perhitungan kebutuhan bahan 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat merencanakan pekerjaan rangka atap dan plafon 	<ul style="list-style-type: none"> R. Teori R. Kerja Konstruksi Kayu
P.	Melaksanakan Pekerjaan Tangga Kayu				
P.1	Merencanakan pekerjaan tangga kayu		<ul style="list-style-type: none"> Memahami macam-macam tangga kayu Memahami tentang perencanaan tangga kayu 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menentukan ukuran anak tangga (<i>antrede</i> dan <i>optrede</i>) Dapat menentukan kemiringan tangga 	R. Teori
P.2.	Melaksanakan pekerjaan tangga kayu (bordes 2 lengan)		<ul style="list-style-type: none"> Memahami cara menghitung / menentukan anak tangga Memahami teknik pelaksanaan 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat membuat komponen-komponen tangga kayu Merangkai dan memasang tangga kayu 	R. Kerja Konstruksi Kayu
Q	Melaksanakan Pekerjaan Rangkaian Bangunan Kayu				
Q.1	Merencanakan pekerjaan bangunan kayu		<ul style="list-style-type: none"> Memahami tentang perencanaan konstruksi bangunan kayu 	<ul style="list-style-type: none"> Merencanakan pekerjaan bangunan kayu 	R. Teori

No.	Komptensi/ Sub Kompetensi	Materi Pokok Pembelajaran			Ruang/ Tempat Kegiatan
		Sikap	Pengetahuan	Keterampilan	
Q.2.	Menghitung kebutuhan bahan bangunan kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami cara menghitung volume kebutuhan bahan bangunan kayu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menghitung volume kebutuhan bahan bangunan kayu 	R. Teori
Q 3	Membuat rangka bangunan kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami teknik konstruksi sambungan dan hubungan rangka bangunan kayu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Membuat komponen-komponen rangka bangunan kayu ▪ Merangkai dan memasang rangka 	R. Kerja Konstruksi Kayu
Q 4.	Membuat dan memasang dinding kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami bentuk dan konstruksi dinding kayu ▪ Memahami teknik pembuatan dinding kayu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Membuat komponen dinding kayu ▪ Merangkai dan memasang komponen dinding kayu 	R. Kerja Konstruksi Kayu
Q 5.	Membuat dan memasang lantai kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami teknik pemasangan lantai kayu ▪ Memahami bentuk dan konstruksi lantai kayu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Merangkai dan memasang lantai kayu ▪ Membuat komponen lantai 	R. Kerja Konstruksi Kayu
Q 6.	Memasang rangka dan penutup atap		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami teknik pemasangan rangka dan penutup atap 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memasang rangka dan penutup atap 	R. Kerja Konstruksi Kayu
R.	Melaksanakan Pekerjaan Finising dan Pengawetan Kayu				
R.1.	Pengetahuan tentang teknik pekerjaan finising		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami macam-macam finising ▪ Memahami bahan-bahan finising ▪ Memahami teknik 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menyebutkan macam-macam finising ▪ Dapat menyebutkan bahan- 	R. Teori
R.2.	Merencanakan kebutuhan bahan finising kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami cara menghitung bahan finising 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menghitung bahan finising 	R. Teori
R.3.	Melaksanakan pekerjaan Cat		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami komponen dan kebutuhan bahan cat ▪ Memahami teknik pelaksanaan pekerjaan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat mempersiapkan dan membuat campuran kompo-sisi cat 	R. Kerja Finishing
R.4.	Melaksanakan pekerjaan Politur		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami komponen dan pencampuran komposisi politur ▪ Memahami teknik pelaksanaan finising dengan politur 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat membuat campuran bahan politur dengan benar ▪ Dapat melaksanakan pekerjaan finising politur 	R. Kerja Finishing

No.	Komptensi/ Sub Kompetensi	Materi Pokok Pembelajaran			Ruang/ Tempat Kegiatan
		Sikap	Pengetahuan	Keterampilan	
R.5.	Melaksanakan pekerjaan Melamin		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami macam-macam finising melamin ▪ Memahami macam-macam bahan melamin ▪ Memahami alat-alat finising melamin ▪ Menguasai teknik pekerjaan finising melamin 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menyamakan warna permukaan kayu ▪ Meramu campuran bahan-bahan melamin ▪ Melaksanakan pekerjaan melamin ▪ Pelapisan akhir pekerjaan melamin 	R. Kerja Finishing
R.6.	Melaksanakan pekerjaan Vernis		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami bahan-bahan vernis ▪ Memahami alat-alat pekerjaan vernis ▪ Menguasai teknik pekerjaan finising dengan vernis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Melaksanakan pekerjaan pra-finising dengan vernis ▪ Melaksanakan pekerjaan finising dengan vernis 	R. Kerja Finishing
R.7.	Pengetahuan tentang teknik pengawetan kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami teknik pengawetan alami dan kimiawi ▪ Mengetahui bahan-bahan pengawetan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menyebutkan teknik pengawetan kayu secara alami dan kimiawi 	R. Teori
R.6.	Melaksanakan pekerjaan pengawetan kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami cara-cara pengawetan kayu secara alami dan secara kimiawi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat melaksanakan pekerjaan pengawetan kayu secara alami dan secara kimiawi 	R. Kerja Finishing
S.	Menggambar Konstruksi Kayu				
S.1.	Menggambar kusen dan daun pintu dan jendela		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami macam-macam bentuk kusen pintu dan jendela ▪ Memahami macam-macam daun pintu dan jendela 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menggambar rencana kusen pintu dan jendela dengan detail-detail sambungan ▪ Menggambar macam-macam daun pintu dan jendela dengan detail-detail 	R. Gambar

No.	Komptensi/ Sub Kompetensi	Materi Pokok Pembelajaran			Ruang/ Tempat Kegiatan
		Sikap	Pengetahuan	Keterampilan	
S.2.	Menggambar konstruksi kuda-kuda kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami macam-macam bentuk kuda-kuda kayu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menggambar rencana konstruksi kuda-kuda kayu dengan detail-detail 	R. Gambar
S.3.	Menggambar konstruksi lantai loteng		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami perhitungan jarak antar balok loteng ▪ Memahami jenis hubungan pertemuan balok induk dan balok anak 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Membuat perhitungan jarak antar balok loteng ▪ Menggambar rencana konstruksi lantai loteng, potongan memanjang dan melintang, dan detail-detail sambungan 	R. Gambar
S.4.	Menggambar konstruksi tangga kayu		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memahami bentuk-bentuk tangga kayu untuk gedung ▪ Memahami penentuan ukuran <i>optrede</i> dan <i>antrede</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menggambar rencana konstruksi tangga kayu, potongan, dan detail-detail 	R. Gambar

B. Peralatan Kerja Kayu Tangan dan Mesin Statis (Stasioner)

1. Peralatan Kerja Kayu Tangan

- Program Keahlian : Teknik Konstruksi Kayu
- Ruang : Kerja Konstruksi Kayu
- Kapasitas :18 Siswa

Tabel 2. Peralatan Kerja Kayu Tangan

No.	Nama Alat	Fungsi Pokok	Total Kebutuhan untuk CBT	Jumlah Kekurangan untuk ML	Rekomendasi	Keterangan
1.	Bor engkol	Untuk alat mengebor	9	-	9	
2.	F klem	Untuk menjepit benda kerja	24	-	24	
3.	Gergaji belah	Untuk membelah kayu	12	-	12	
4.	Gergaji potong	Untuk memotong kayu	12	-	12	
5.	Gergaji punggung	Untuk memotong halus	12	-	12	

No.	Nama Alat	Fungsi Pokok	Total Kebutuhan untuk CBT	Jumlah Kekurangan untuk ML	Rekomendasi	Keterangan
6.	Ketam	Untuk mengetam permukaan kayu	18	-	18	
7.	Ketam alur	Untuk membuat alur	6	-	6	
8.	Ketam sponing	Untuk membuat sponing	6	-	6	
9.	Mata bor	Untuk membuat lubang bentuk lingkaran	9	-	9	Tiap Ukuran
10.	Mistar gulung	Untuk mengukur panjang	12	-	12	
12.	Pahat Pelubang	Untuk membuat lubang	12	-	12	Tiap Ukuran
13.	Pahat tusuk	Untuk meratakan permukaan kayu pada sambungan	12	-	12	Tiap Ukuran
14.	Palu kayu	Untuk alat memukul	18	-	18	
15.	Pensil	Untuk melukis benda kerja/ menandai	18	-	18	
16.	Perusut	Untuk menggores/menandai pada lukisan	12	-	12	
17.	Siku-siku	Untuk melukis benda kerja dengan sudut 90° & 45°	12	-	12	
Dst.	-	...	

Catatan:CBT : *Cmpotency Base Teaching*ML : *Mastery Learning***2. Peralatan Kerja Kayu Mesin**

- Program Keahlian : Teknik Konstruksi Kayu
- Ruang : Kerja Konstruksi Kayu
- Kapasitas : 18 Siswa

Tabel 3. Peralatan Kerja Kayu Mesin

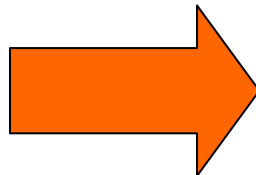
No.	Nama Alat	Fungsi Pokok	Total Kebutuhan untuk CBT	Jumlah Kekurangan untuk ML	Rekomendasi	Keterangan
1.	Mesin Gergaji potong	Untuk memotong kayu dan membentuk sambungan	2	-	2	
2.	Mesin Ketam Perata	Untuk mengetam muka 1 dan 2 sehingga halus, rata, dan siku	1	-	1	
3.	Mesin Ketam penebal	Untuk mengetam muka 3 dan 4	1	-	1	
4.	Mesin pahat pelubang	Untuk membuat lubang sambungan	3	-	3	
5.	Mesin gergaji	Untuk membentuk,	2	-	2	

BAB II SAMBUNGAN DAN HUBUNGAN KAYU

A. Sifat Mekanik yang Menonjol dari Kayu

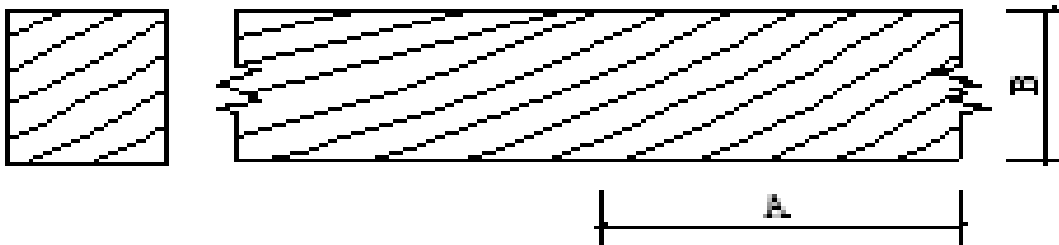
- $\sigma_{tr //} > \sigma_{tr \perp}$ tegangan tarik
- Menurut seratnya : $\sigma_{tr //} > \sigma_{tk //}$
- Perbandingannya : $\frac{\sigma_{tr //}}{\sigma_{tr \perp}} = \pm 2 - 2,5$ kali $\sigma_{tr \perp}$
- $\sigma_{tk //} > \sigma_{tk \perp}$
- Pada batas kenyal : $\sigma_{tk //} = \pm 1,2 \sigma_{tk \perp}$
- $\tau_{\perp} > \tau_{//}$ tegangan geser

**KEKUATAN KAYU
DIPENGARUHI OLEH**



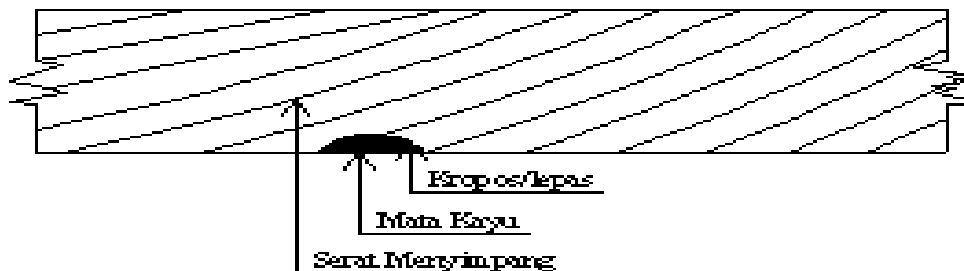
1. Arah serat.
2. Mata Kayu.
3. Lama Pembebanan.
4. BJ-nya.

1. Pengaruh Arah Serat Kayu



- Bila $\frac{B}{A} \leq \frac{1}{20}$, maka tidak berpengaruh terhadap kekuatan balok.
- Bila $\frac{B}{A} > \frac{1}{20}$, maka kekuatan balok akan berkurang.

2. Pengaruh Mata Kayu



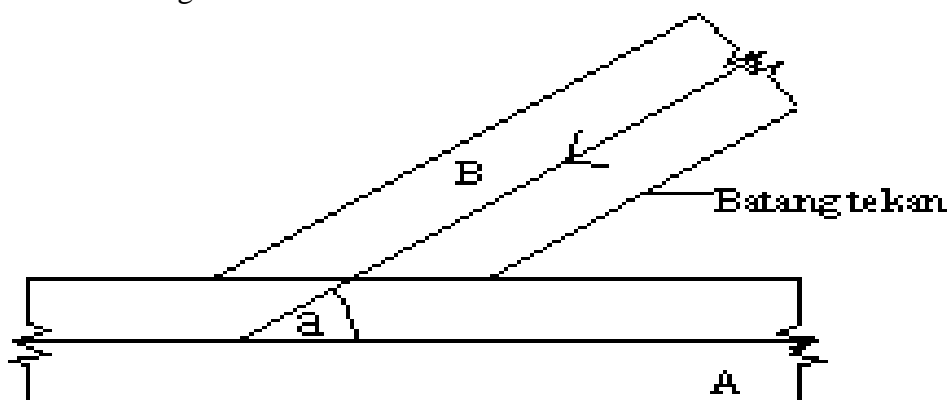
- **Akibatnya :**

Mengurangi kekuatannya karena luas penampang (F) menjadi lebih kecil (berkurang) dan arah serat menyimpang terhadap arah sumbu batang.

Contoh 1:

Pada pertemuan titik buhul kuda-kuda (rangka atap)

Jika batang A disambung dengan batang tekan B maka dipakai **RUMUS SINNUSOIDA** sebagai berikut.



$$\bar{\sigma}_{\alpha} = \bar{\sigma}_{//} - (\bar{\sigma}_{//} - \bar{\sigma}_{\perp}) \sin \alpha$$

Contoh 1:

Misalnya, kayu klas kuat II dengan

$$\bar{\sigma}_{tk//} = 85 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\bar{\sigma}_{tk\perp} = 25 \text{ kg/cm}^2, \text{ dan } \alpha = 30^\circ.$$

$$\text{Maka : } \bar{\sigma}_{\alpha} = 85 - (85 - 25) \sin 30^\circ = 55 \text{ kg/cm}^2.$$

Contoh 2 :

Kayu jati

$$\bar{\sigma}_{tk//} = 110 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{tk\perp} = 30 \text{ kg/cm}^2$$

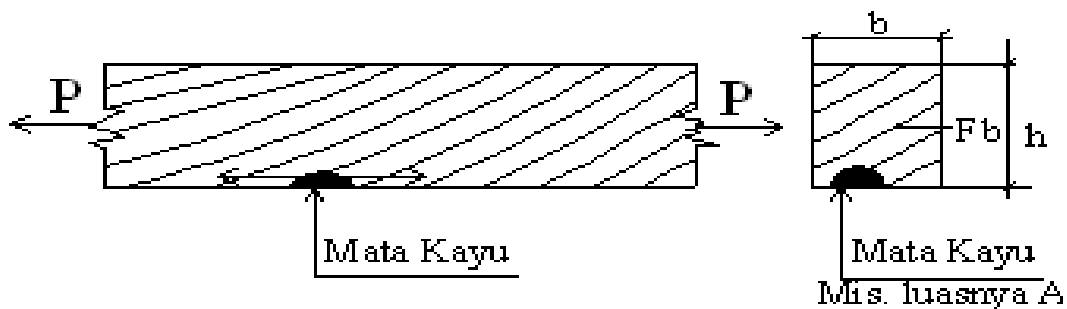
dan misanya $\alpha = 35^\circ$.

Lihat Tabel PKKI Halaman 6.

(Daftar II)

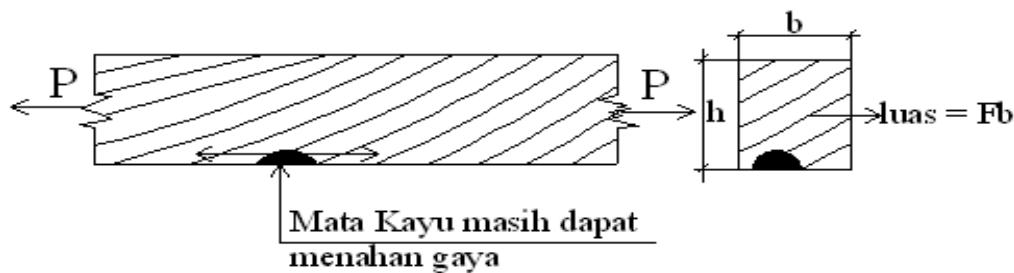
maka : $\sigma = 110 - (110 - 30) \sin 35^\circ = \dots \text{ kg/cm}^2$
 (Hasilnya dapat dihitung sendiri).

3. Batang Menerima Gaya Tarik



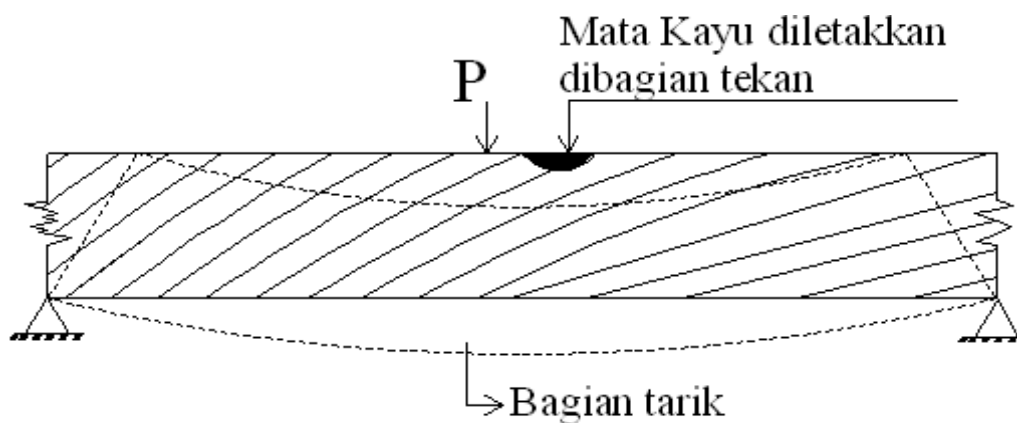
Maka : $\sigma_{tr} = \frac{P}{F_n} \longrightarrow F_n = F_b - A.$
 $F_b = b \times h.$

4. Batang Menerima Gaya Tekan



Maka : $\sigma_{tk} = \frac{P}{F_b}$ $F_b = b \times h.$

5. Batang Menahan Momen



B. Pengaruh Lama Pembebanan

Sebelumnya akan disampaikan tentang :

- Modulus Kenyal (E) kayu.
- Tegangan ijin kayu ($\bar{\sigma}$).

1. Modulus Kenyal/ Elastisitas (E) Kayu

Tabel 4. Tabel 2. Peralatan kerja Kayu Tangan

Kelas Kuat Kayu	E// (kg/cm ²)
I	125.000
II	100.000
III	80.000
IV	60.000

2. Tegangan Ijin ($\bar{\sigma}$) Kayu Mutu A dan Kayu Jati

Tabel 5. Tegangan Ijin ($\bar{\sigma}$) Kayu Mutu A dan Kayu Jati

No.	Tegangan (Kg/cm ²)	Kelas Kuat Kayu					Kayu Jati
		I	II	III	IV	V	
1.	$\bar{\sigma}_{lt}$	150	100	75	50	-	130
2.	$\bar{\sigma}_{tk//} = \bar{\sigma}_{tr//}$	130	85	60	45	-	110
3.	$\bar{\sigma}_{tk\perp}$	40	25	15	10	-	30
4.	$\bar{\tau}_{//}$	20	12	8	5	-	15

Koreksi :

$$\left. \begin{array}{l}
 \bar{\sigma}_{lt} = 170 \text{ g} \\
 \bar{\sigma}_{tk//} = \bar{\sigma}_{tr//} = 150 \text{ g} \\
 \bar{\sigma}_{tk\perp} = 40 \text{ g} \\
 \bar{\tau}_{//} = 20 \text{ g}
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 g = \text{berat jenis kayu} \\
 \text{kering udara.}
 \end{array}$$

Catatan :

1. Untuk kayu mutu B, angka $\bar{\sigma}$ dalam tabel harus digandakan 0,75.
2. Syarat-syarat kayu mutu A dan B dapat dibaca pada hal 1-2 PKKI.



Tegangan iji kayu dalam daftar harus dikalikan dengan koefisien (γ) jika beban yang bekerja sbb :

1. BEBAN TETAP $\rightarrow \gamma = 1.$
2. BEBAN SEMENTARA $\rightarrow \gamma = 1,25 = 5/4$
3. BEBAN KEJUT $\rightarrow \gamma = 2.$

- a. Akibat muatan tetap dan muatan angin.
- b. Akibat muatan tetap dan muatan tidak tetap.

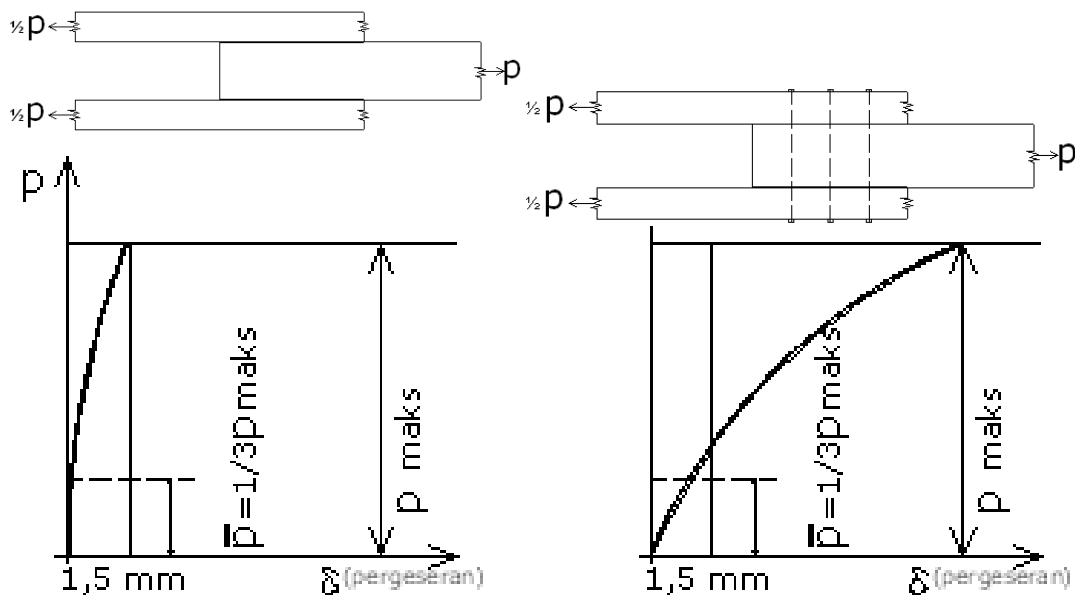
Pengaruh Kadar Lengas Kayu



Tegangan ijin kayu dalam daftar harus dikalikan dengan koefisien (β) bila kondisi bangunanya sebagai berikut.

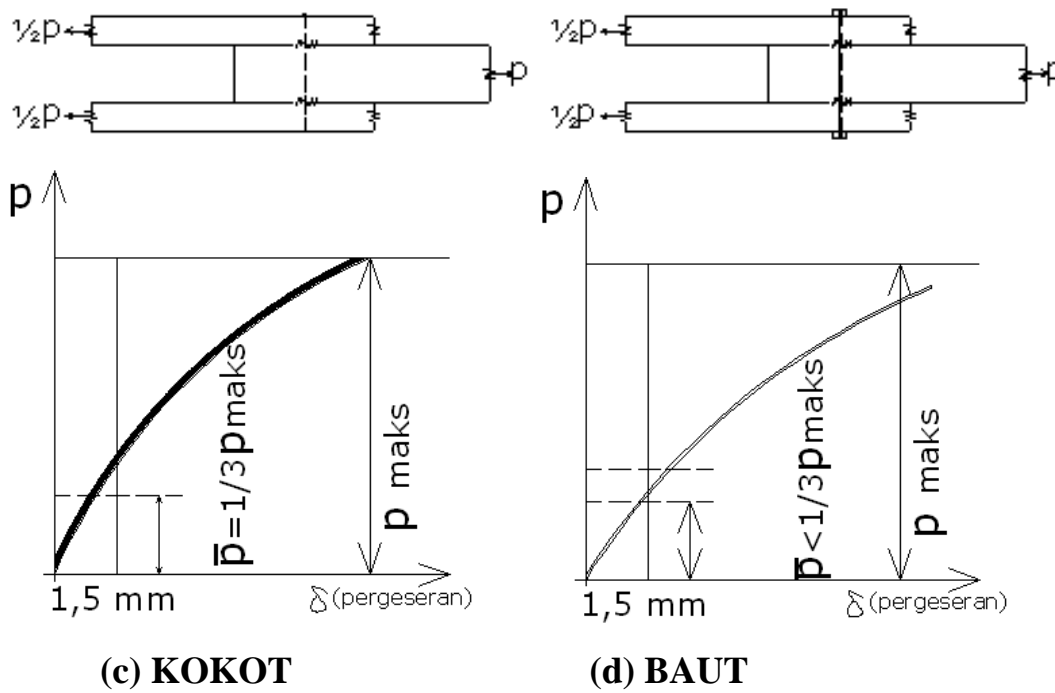
- 1) Bangunan terlindung ($\beta = 1$)
Mis : kuda-kuda, tiang rumah
- 2) Bangunan tidak terlindung tetapi cepat megering ($\beta = 5/6$).
Mis : Jembatan, perancah dsb.
- 3) Bangunan tak terlindung dan selalu lembab/basah ($\beta = 2/3$)
Mis : terowongan, turap, dan lain-lain.

MACAM-MACAM ALAT PENYAMBUNG KAYU



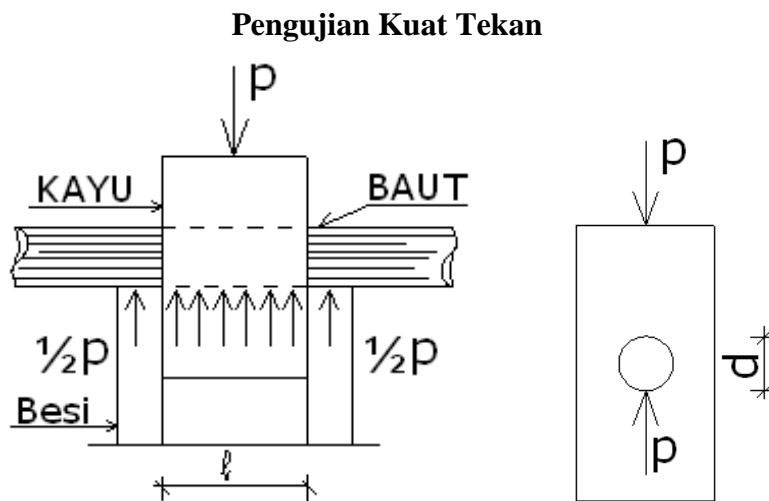
(a) PEREKAT

(b) PAKU

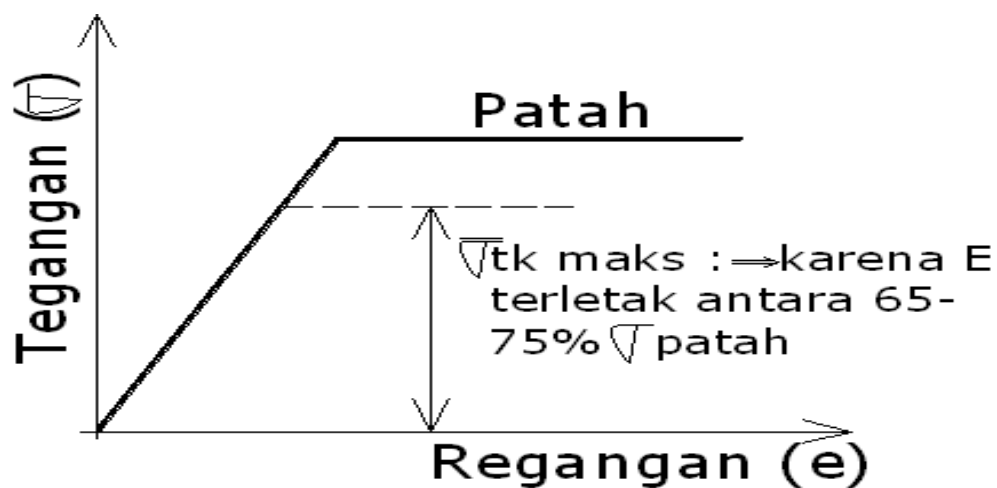


Gambar 1. Diagram Gaya Geseran untuk Berbagai Alat Sambung Kayu

C. Alat Sambung Baut



Gambar 2. Pengujian Kuat Tekan



Gambar 3. Diagram Tegang Regangan

Ingat : $\sigma = \frac{P}{F}$ (Mekanika Teknik)

Maka : $\sigma_{tk} = \frac{P}{l \cdot d}$

Tegangan tiap cm sekitar lubang $(p) = \frac{\mu}{l}$

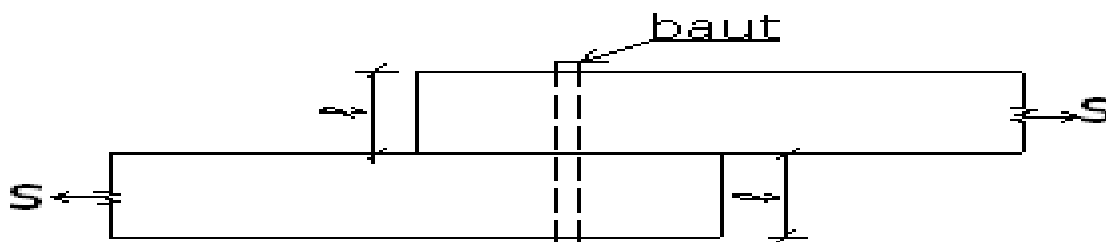
Akibat P_{maks} , maka timbul tegangan maksimum yaitu :

$$\sigma_{tk \text{ maks}} = \frac{P_{maks}}{l \cdot d} \rightarrow \text{karena } p = \frac{\mu}{l}$$

$$\text{Jadi : } \boxed{\sigma_{tk \text{ maks}} = \frac{\mu_{maks}}{d}} \rightarrow \boxed{\begin{array}{l} \mu = \sigma_{tk} \cdot d \\ = tk \cdot d \end{array}}$$

Besarnya $\sigma_{tk \text{ maks}}$ diambil 0,75 \rightarrow Karena dalam diagram Tegangan-Regangan, batas kenyal E terletak antara 65-75% dari tegangan patah.

1. Sambungan Tampang Satu

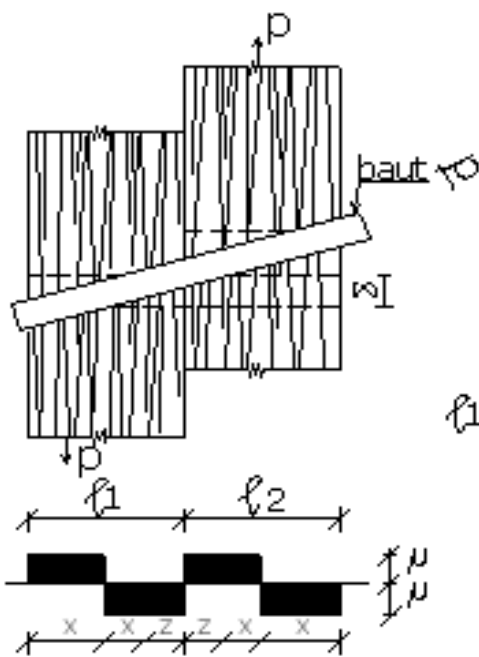


Gambar 5. Sambungan Tampang Satu

Ada 2 kemungkinan, yaitu :

- 1) Baut tidak membengkok/ kaku.
- 2) Baut bengkok.

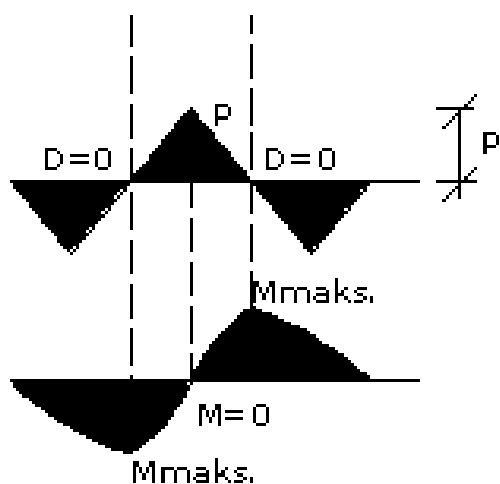
1. BAUT TIDAK MEMBENGGOK / KAKU



(a) DEFORMASI

$$l_1 = l_2 = l$$

(b) PEMBAGIAN
TEKANAN PADA
BAUT



(c) BIDANG D.

(d) BIDANG M.

$M = 0$, terletak sejauh $2x$ dari tepi luar.

karena : $tk \cdot d = \mu$, maka :

$$P = \mu \cdot z$$

Sedangkan pada $D = P$ terdapat $M = 0$

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= \mu \cdot x \cdot 1,5x - \mu \cdot x \cdot \frac{1}{2}x \longrightarrow \text{dihitung dari tepi luar.} \\ &= 1,5 \mu x^2 - \frac{1}{2} \mu x^2 \\ &= \mu x^2 \longrightarrow \text{(Persamaan 1)} \end{aligned}$$

Bila dihitung dari tepi dalam :

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= P \cdot z - \mu \cdot z \cdot \frac{1}{2}z \longrightarrow P = \mu \cdot z \\ &= Pz^2 - \frac{1}{2} \mu \cdot z^2 = \frac{1}{2} \mu z^2 \longrightarrow \text{(Persamaan 2)} \end{aligned}$$

Dari persamaan 1 dan 2 :

$$\begin{aligned} \mu x^2 &= \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot z^2 \\ x^2 &= \frac{1}{2} \cdot z^2 \\ x &= z \sqrt{\frac{1}{2}} \longrightarrow x = \frac{1}{2} z \sqrt{2} \end{aligned}$$

pada hal : $z = \ell - 2x$

$$\begin{aligned} z &= \ell - 2 \cdot \frac{1}{2} z \sqrt{2} \\ z &= \ell - z\sqrt{2} \longrightarrow z + z\sqrt{2} = \ell \\ z(1 + \sqrt{2}) &= \ell \end{aligned}$$

$$\text{Jadi : } \boxed{z = \frac{\ell}{1 + \sqrt{2}} = \frac{\ell}{2,414} = 0,414 \ell}$$

$$\text{Sedangkan : } \boxed{x = \frac{1}{2} \cdot z\sqrt{2} = \frac{1}{2} \cdot 0,414 \ell \sqrt{2} = 0,293 \ell}$$

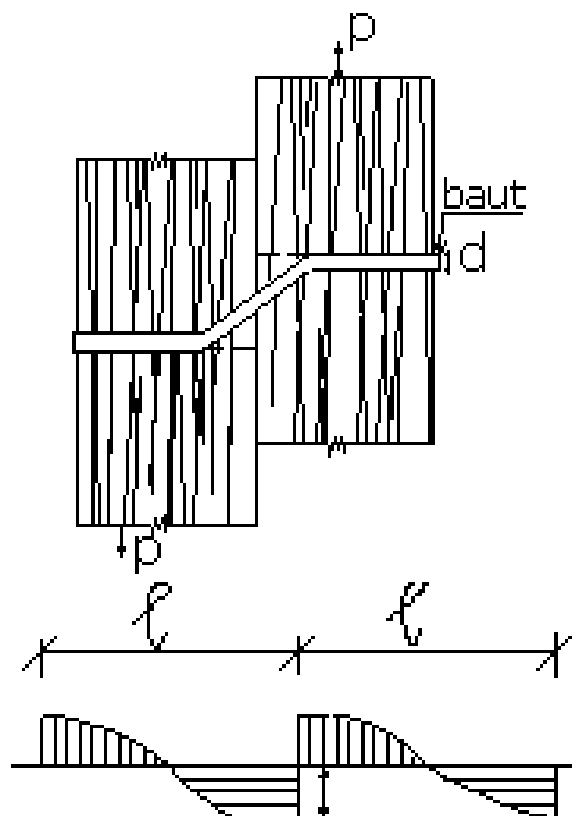
Dengan demikian :

$$P = \mu \cdot z = tk \cdot d \cdot z$$

$$= tk \cdot d \cdot 0,414 \cdot \ell$$

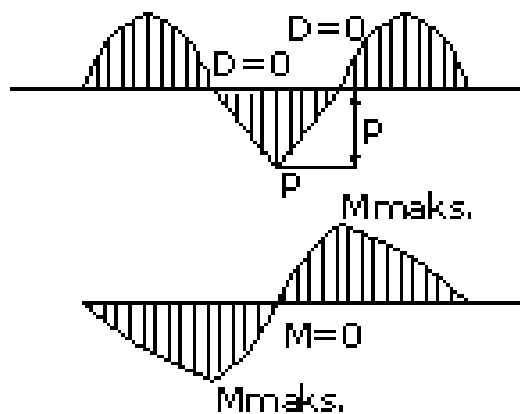
Jadi : $\boxed{\bar{P}_{\text{luncur}} (\bar{P}_L) = 0,414 \cdot tk \cdot d \cdot \ell} \rightarrow \text{(Rumus 1)}$

2. BAUT MEMBENGKOK



(a) DEFORMASI

(b) PEMBAGIAN
TEKANAN PADA
BAUT



(c) BIDANG D

(d) BIDANG M

k, kayunya juga berubah posisinya

(lihat gambar).

Tegangan yang timbul pada baut :

$$P = tk \cdot d \cdot z \longrightarrow \text{karena: } tk \cdot d = \mu$$

$$\boxed{P = \mu \cdot z}$$

Pada $D = 0$ terjadi M_{maks} .

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= P \cdot z - \mu \cdot z \cdot \frac{1}{2} z \\ &= \mu \cdot z \cdot z - \frac{1}{2} \mu z^2 \\ &= \frac{1}{2} \mu z^2 \longrightarrow \text{Karena jarak } z \text{ sangat kecil maka} \\ &\hspace{10em} \text{dapat diabaikan.} \\ &= \frac{1}{2} \mu \end{aligned}$$

Atau dapat ditulis demikian :

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= \frac{1}{2} \mu \cdot \frac{\mu^2 z^2}{\mu^2} \\ &= \frac{\mu^2}{2\mu} \longrightarrow \mu = tk \cdot d \\ &= \frac{\frac{1}{2} \cdot \mu^2}{tk \cdot d} = \frac{\mu^2}{2 \cdot tk \cdot d} \longrightarrow \text{(Persamaan 1)} \end{aligned}$$

$$\text{Padahal : } M_{\text{maks}} = t_b \cdot W \longrightarrow W = \frac{1 \cdot \pi \cdot d^3}{32} \longrightarrow \text{Bentuk bulat}$$

$t_b = \text{tegangan baut.}$

$$= \frac{\pi \cdot d^3 \cdot t_b}{32} \longrightarrow \text{(Persamaan 2)}$$

Dari Persamaan 1 dan 2 :

$$\frac{\mu^2}{2 \cdot tk \cdot d} = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot t_b}{32}$$

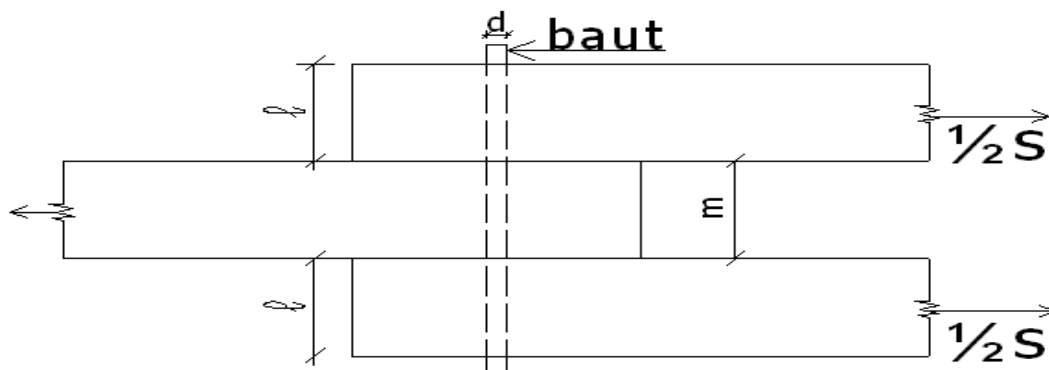
$$\mu^2 = \frac{2}{32} \cdot \pi \cdot d^4 \cdot t_b \cdot tk$$

$$\mu^2 = 0,196 \cdot d^4 \cdot t_b \cdot t_k$$

$$\bar{P}l = 0,443 \cdot d^2 \sqrt{t_b \cdot t_k} \longrightarrow \text{(Rumus 2)}$$

t_b = tegangan baut.
 t_k = tegangan kayu.

2. SAMBUNGAN TAMPANG DUA

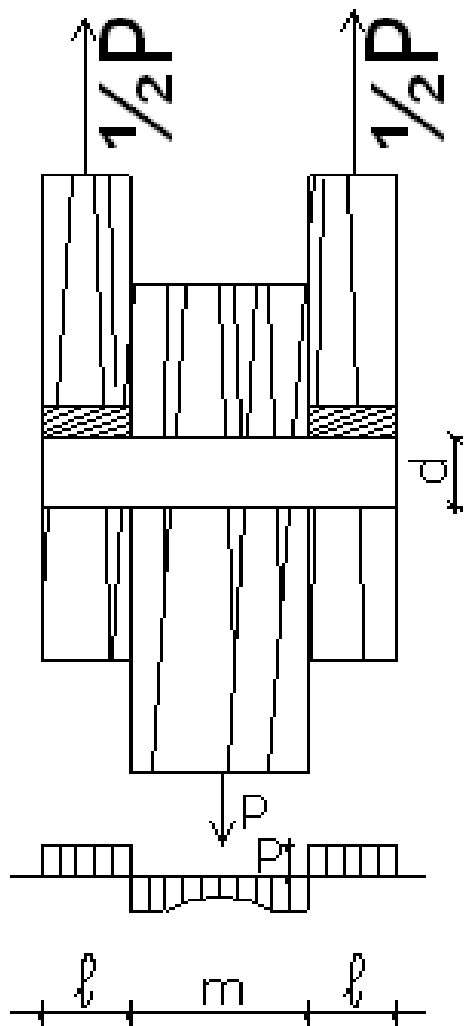


Gambar 6. Sambungan Tampang Dua

Tiga kemungkinan yang terjadi, yaitu :

1. Baut tidak membengkok.
2. Baut membengkok di bagian tengah.
3. Baut membengkok di bagian tengah dan tepi.

1. BAUT TIDAK MEMBENGKOK



DEFORMASI

PEMBAGIAN
DESAKAN

- Bila $m \geq 2 \ell$ \longrightarrow berakibat batang penyambung akan meluncur.

Besar $\bar{P}_\ell = 2 \cdot \mu \cdot \ell = 2 \cdot tk \cdot d \cdot \ell$

Rumus 3

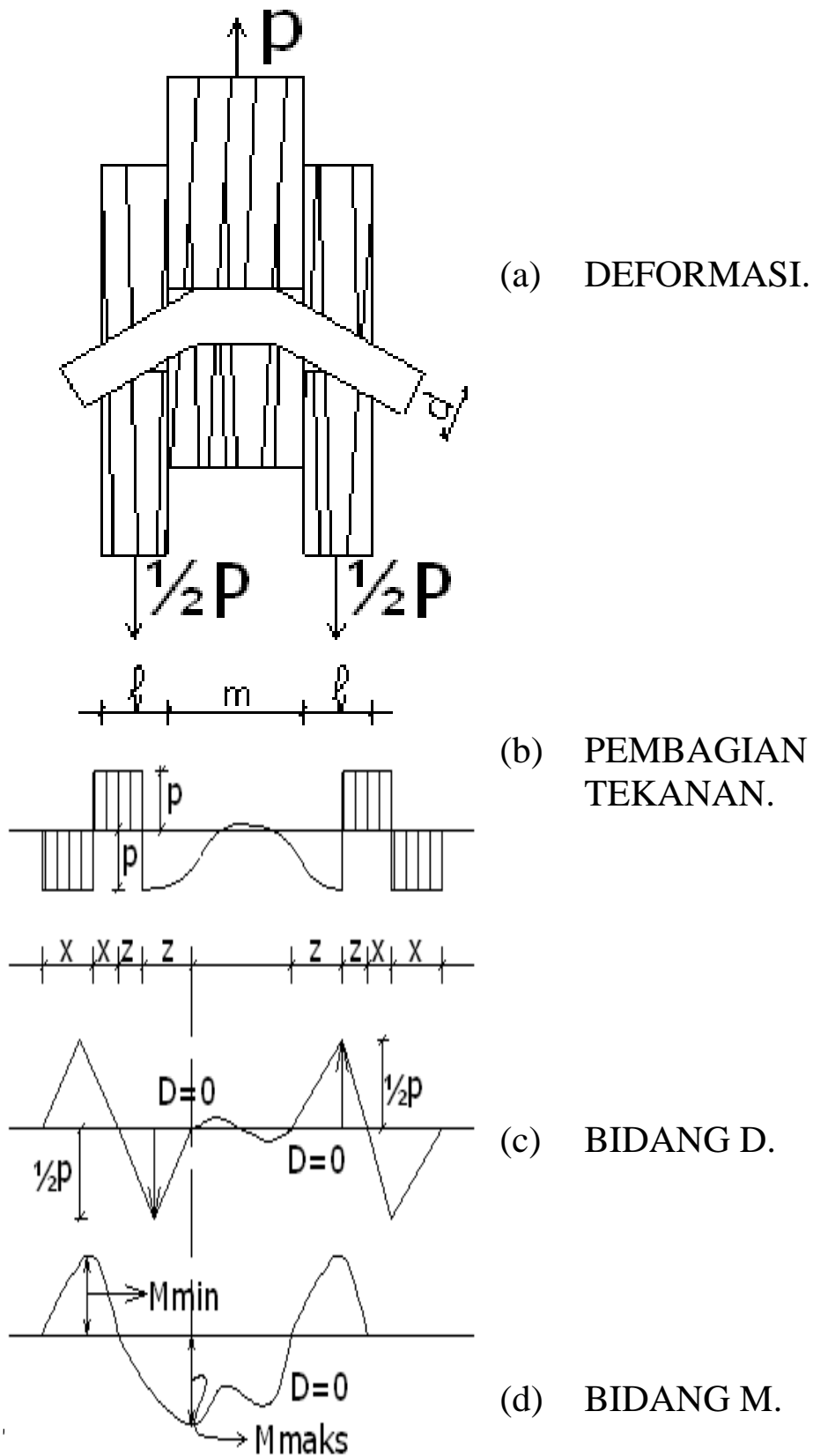
Ingat : $\mu = tk \cdot d$

- Bila $m \leq 2 \ell$ \longrightarrow berakibat batang asli akan meluncur.

Besar $\bar{P}_\ell = \mu \cdot m = tk \cdot d \cdot m$

Rumus 4

2. BAUT MEMBENGKOK DIBAGIAN TENGAH



Pada $D = 0 \longrightarrow$ terjadi M_{maks} , sedangkan M_{min} terjadi sejauh z dari kampuh sambungan.

Pada kampuh bekerja gaya sebesar $\frac{1}{2} P$.

Jadi pada bagian tepi (sepanjang ℓ) gaya yang bekerja :

$\frac{1}{2} P + \mu x = \mu (x + z) \longrightarrow$ lihat diagram pembagian tekanan.

$$\frac{1}{2} P + \mu x = \mu x + \mu z$$

$$\frac{1}{2} P = \mu x - \mu x + \mu z = \mu z$$

$$P = 2 \mu z$$

$$P = 2 \cdot tk \cdot d \cdot z$$

$M_{\text{min}} = \mu \cdot x \cdot 1\frac{1}{2}x - \mu \cdot x \cdot \frac{1}{2}x \longrightarrow$ lihat Gambar b.

$$= 1\frac{1}{2} \mu x^2 - \frac{1}{2} \mu x^2 = \boxed{\mu \cdot x^2}$$

$M_{\text{maks}} = - \mu x (1\frac{1}{2}x + 2z) + \mu (x + z) \cdot \frac{(x+z)}{2} + z)$

$- \mu \cdot z \cdot \frac{1}{2}z \longrightarrow$ lihat Gambar b.

$= \dots\dots\dots$ dst.

$$M_{\text{maks}} = - \mu x^2 + \mu z^2 = \mu z^2 - \mu x^2$$

Pada hal $x = \frac{\ell - z}{2}$, maka :

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= \mu z^2 - \mu \left(\frac{\ell - z}{2} \right)^2 \\ &= \mu z^2 - \frac{1}{4} \mu \ell^2 + \frac{1}{4} \mu \cdot 2 \ell z - \frac{1}{4} \mu \cdot z^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \mu (4 z^2 - \ell^2 + 2 \ell z - z^2) \\ &= \frac{1}{4} \cdot \mu (3 z^2 + 2 \ell z - \ell^2) \longrightarrow \text{karena } tk \cdot d = \mu \\ &= \frac{1}{4} tk \cdot d (3z^2 + 2 \ell z - \ell^2) \dots\dots\dots \text{Persamaan (1)} \end{aligned}$$

Pada hal :

$$M_{\text{maks}} = \frac{\pi d^3 \cdot tb}{32} \longrightarrow \text{Ingat } M = W \cdot \tau$$

Persamaan (2) $W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$ (Bentuk bulat)

$$\tau = tb \xrightarrow{32} \text{Tegangan baut.}$$

Dari Persamaan (1) dan (2) :

$$\frac{\pi d^3 tb}{32} = \frac{1}{4} tk \cdot d (3z^2 + 2 \ell z - \ell^2).$$

$$\frac{\pi d^3 tb}{32} = 3z^2 + 2 \ell z - \ell^2.$$

$$\frac{1}{4} tk \cdot d$$

$$\frac{\pi d^2 \cdot tb}{8 tk} = 3z^2 + 2 \ell z - \ell^2.$$

$$3z^2 + 2 \ell z - \ell^2 - \frac{\pi d^2 tb}{8 tk} = 0$$

$$3z^2 + 2 \ell z - \left\{ \frac{\ell^2 + \pi d^2 tb}{8 tk} \right\} = 0$$

A
B
C

Dengan Rumus ABC, akhirnya diperoleh :

$$Z = \frac{\ell}{3} \left(-1 + \sqrt{4 + \frac{3\pi}{8} \cdot \frac{tb}{tk} \cdot \frac{d^2}{\ell^2}} \right)$$

$$3z^2 + 2 \ell z - \left(\ell^2 + \frac{\pi d^2 tb}{8 tk} \right) = 0$$

$$A = 3 ; B ; 2 \ell ; c = - \ell^2 - \frac{\pi d^2 tb}{8 tk}$$

$$Z_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{-2\ell \pm \sqrt{(2\ell)^2 - 4 \cdot 3 \cdot \left(-\ell^2 - \frac{\pi d^2 tb}{8tb}\right)}}{2 \cdot 3} \\
&= \frac{-2\ell}{6} \pm \frac{\sqrt{4\ell^2 - 12 \left(-\ell^2 - \frac{\pi d^2 tb}{8tk}\right)}}{6} \\
&= \frac{-\ell}{3} \pm \frac{\sqrt{4\ell^2 + 12\ell^2 + \frac{\pi d^2 tb}{8tk}}}{36} \\
&= \frac{-\ell}{3} \pm \frac{\sqrt{16\ell^2 + \frac{12\pi d^2 tb}{8tk}}}{36} \\
&= \frac{-\ell}{3} \pm \frac{\sqrt{\frac{16\ell^2}{36} + \frac{12\pi d^2 tb}{8tk}}}{36} \\
&= \frac{-\ell}{3} \pm \frac{\sqrt{\frac{16\ell^2}{36} + \frac{12\pi d^2 tb}{8 \cdot 36 \cdot tk}}}{36} \\
&= \frac{-\ell}{3} \pm \frac{\sqrt{\frac{4\ell^2}{9} + \frac{\pi d^2 tb}{24tk}}}{36} \\
&= \frac{-\ell}{3} \pm \frac{\sqrt{\frac{\ell^2}{9} \left\{ 4 + \frac{9\pi d^2 tb}{24\ell^2 tk} \right\}}}{36} \\
&= \frac{-\ell}{3} \pm \frac{\ell}{3} \sqrt{4 + \frac{3\pi d^2 tb}{8\ell^2 tk}} \\
&= \frac{\ell}{3} \left\{ -1 \pm \sqrt{4 + \frac{3\pi d^2 tb}{8\ell^2 tk}} \right\} \\
z_1 &= \frac{\ell}{3} \left\{ 1 + \sqrt{4 + \frac{3\pi d^2 tb}{8 \cdot \ell^2 \cdot tk}} \right\}
\end{aligned}$$

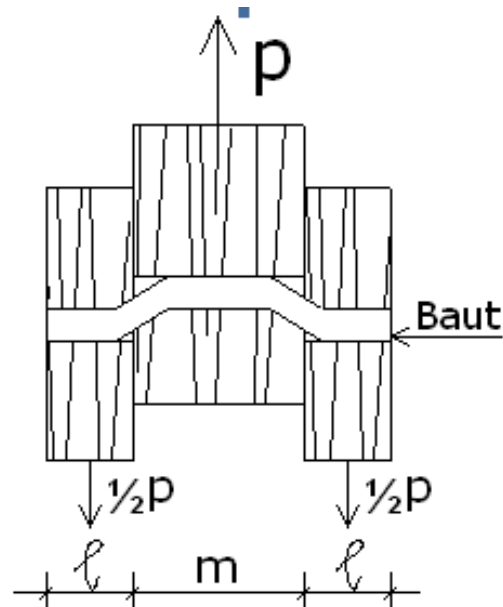
$$z_2 = \frac{\ell}{3} \left\{ -1 - \sqrt{4 + \frac{3\pi \cdot d^2 \cdot tb}{8 \ell^2 tk}} \right\}$$

Jadi $P_\ell = 2 \cdot tk \cdot d \cdot z$ (Lihat Transparansi 20)

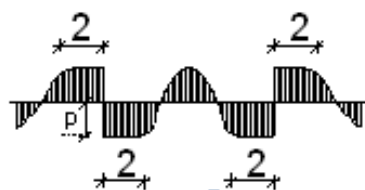
$$= 2 \cdot tk \cdot d \cdot \frac{\ell}{3} \left\{ -1 + \frac{4 + \frac{3\pi \cdot tb \cdot d^2}{8 \cdot tk \cdot \ell^2}}{\sqrt{4 + \frac{3\pi \cdot tb \cdot d^2}{8 \cdot tk \cdot \ell^2}}} \right\}$$

$$= 0,667 \cdot tk \cdot d \cdot \ell \left\{ -1 + \sqrt{4 + \frac{3\pi \cdot tb \cdot d^2}{8 \cdot tk \cdot \ell^2}} \right\}$$

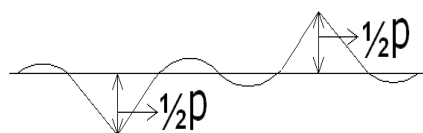
3. BAUT MEMBENGKOK DI BAGIAN TEPI DAN TENGAH



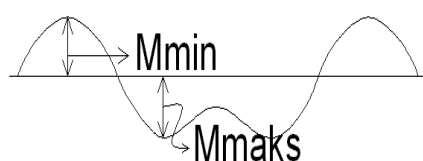
(a) DEFORMASI



(b) PEMBAGIAN TEKANAN



(c) BIDANG D



(d) BIDANG M

$$M_{\min} = M_{\max}$$

dapat dihitung dengan memandang \longrightarrow Bidang D (Gaya Melintang).

ΣM_{\min} dan $M_{\max} =$ Luas Δ pada bidang D dengan alas $2z$ dan tinggi $\frac{1}{2} P$.

Pada gambar bidang D :

$\frac{1}{2} P = \mu \cdot z \longrightarrow$ Lihat gaya yang bekerja pada baut.

Jadi : $M_{\min} + M_{\max} = \frac{1}{2} \cdot 2z \cdot \frac{1}{2} P$

$$= \frac{1}{2} P \cdot z \longrightarrow \frac{1}{2} P = \mu \cdot z$$

$$\boxed{= \mu \cdot z \cdot z = \mu \cdot z^2} \quad \text{Persamaan (1)}$$

Persamaan sebelumnya :

$$M_{\min} = \mu x^2$$

$$M_{\max} = \mu z^2 - \mu x$$

$$M_{\min} + M_{\max} = \mu x^2 + \mu z^2 - \mu x^2$$

$$\boxed{= \mu z^2}$$

Lihat transpirasi nomor 20.

sama

$$M_{\max} = M_{\min} = W \cdot tb$$

$$= \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \cdot tb$$

$$M_{\min} + M_{\max} = 2 \cdot \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \cdot tb = \frac{\pi}{16} \cdot d^3 \cdot tb \quad \dots\dots \text{Persamaan (2)}$$

Dari Persamaan (1) dan (2) :

$$\mu \cdot z^2 = \frac{\pi}{16} \cdot d^3 \cdot tb \longrightarrow \mu = tk \cdot d$$

$$tk \cdot d \cdot z^2 = \frac{\pi}{16} \cdot d^3 \cdot tb \longrightarrow z^2 = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot tb}{16 \cdot tk \cdot d}$$

$$z = \sqrt{\frac{\pi \cdot t_b \cdot d^3}{16 \cdot t_k \cdot d}}$$

$$= \sqrt{\frac{\pi \cdot t_b \cdot d^2}{16 \cdot t_k}}$$

$$Z = 0,443 \, d \sqrt{\frac{t_b}{t_k}}$$

Jadi : $P_\ell = 2 \, t_k \cdot d \cdot z$ — Lihat Transpirasi 20

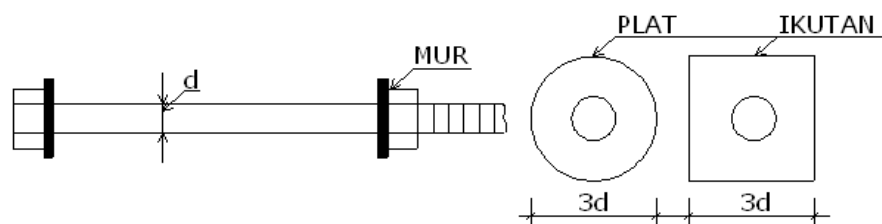
$$= 2 \, t_k \cdot d \cdot 0,443 \cdot d \sqrt{\frac{t_b}{t_k}}$$

$$= 0,886 \, t_k \cdot d^2 \sqrt{\frac{t_k \cdot t_b}{t_k \cdot t_k}}$$

$$\boxed{P_\ell = 0,886 \, d^2 \cdot \sqrt{t_k \cdot t_b}} \rightarrow \text{Rumus 5.}$$

SAMBUNGAN dengan BAUT MUR

Pada umumnya sambungan dengan baut, selalu diikuti MUR dan PLAT IKUTAN / cincin tutup.

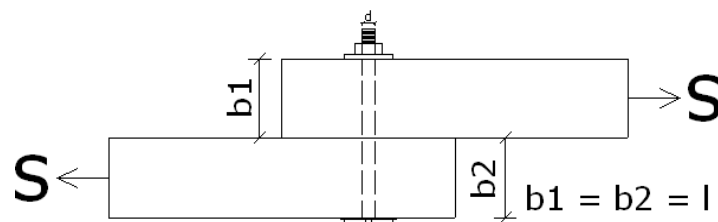


Jadi bila ada istilah sambungan dengan baut, yang dimaksud adalah sambungan dengan baut yang dilengkapi MUR dan PLAT IKUTAN/ cincin tutup.

Selanjutnya sambungan dengan baut yang dilengkapi MUR dan PLAT IKUTAN kita sebut sambungan dengan baut.

Sambungan dengan cara ini lebih kuat bila disbanding dengan sambungan baut tanpa MUR.

SAMBUNGAN TAMPANG SATU



- Desakan pada kayu nyang merata dan mencapai maksimal di seluruh lubang sekitar baut .

Besarnya : $P_l = \mu \cdot \ell$

$$P_l = t k \cdot d \cdot \ell$$

Maka : $M = \frac{1}{2} P_l \cdot \ell$

$$= \frac{1}{2} \cdot t k \cdot d \cdot \ell \cdot \ell$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot t k \cdot d \cdot \ell^2$$

Rumus di atas berlaku bila :

$$M \leq \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \cdot t b$$

atau :

$$\frac{\pi}{32} \cdot d^3 \cdot t b \geq \frac{1}{2} t k \cdot d \cdot \ell^2 \dots\dots \text{ dan seterusnya}$$

$$\text{Jadi: } \frac{d}{\ell} \geq 2,26 \sqrt{\frac{tk}{tb}}$$

tetapi bila: $\frac{d}{\ell} < 2,26 \sqrt{\frac{tk}{tb}} \longrightarrow$ maka baut akan membengkok

serupa dengan sambungan baut tanpa MUR besarnya :

$$P_{\ell} = 0,443 \cdot d^2 \sqrt{tk \cdot tb}$$

- Fungsi MUR dan PLAT IKUTAN dalam sambungan ini adalah sebagai penjangkar sehingga sambungan menjadi lebih kuat.

Hal ini akan memperbesar gaya geser sebesar :

$$D = f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \cdot tb$$

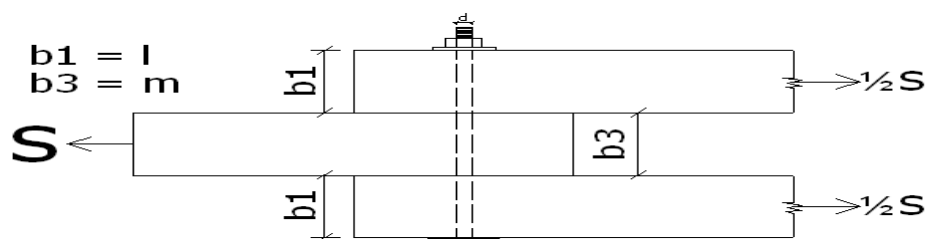
dengan :

D = gaya tarik yang dapat ditahan baut.

f = angka geser yang besarnya 0,66 (dari hasil penelitian).

d_1 = diameter baut netto.

SAMBUNGAN TAMPANG DUA



Besar $P_{maks} = P_{\ell}$ (sambungan baut tanpa mur) + dua gaya yang terjadi pada kampuh sambungan.

$$P_{\text{maks}} = 0,886 d^2 \sqrt{tk \cdot tb} + 2f \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot tb$$

Oleh karena sering terjadi mur dan plat ikutan tidak dapat bekerja secara sempurna karena kurang keras/akibat penyusutan kayu, maka :

Sambungan ini perhitungannya didasarkan pada rumus seperti baut tanpa mur.

Tabel. Tegangan Ijin Tekan Beberapa Jenis Kayu

Jenis kayu	Tegangan ijin Tekan (tk) (kg/cm ²)
Jati	470
Rasmala	550
Pinus	330
Damar	300

Hasil penelitian tegangan tekan baut (tb) sebesar 5.400 kg/cm², dan untuk sederhananya, kayu di Indonesia dikelompokkan menjadi tiga golongan, yaitu :

- | | |
|---|-----------------|
| - Golongan I, tk = ± 500 kg/cm ² | dan bila : |
| - Golongan II, tk = ± 400 kg/cm ² | nk = 4 |
| - Golongan III, tk = ± 300 kg/cm ² | nb = 2,25 angka |

Catatan:

nk = angka keamana kermanan kayu.

nb = angka kermanan baut.

MAKA UNTUK KAYU YANG TERMASUK:

Golongan I :

Tampang satu / Penggal Satu

1. $\bar{P}l = 0,414 \cdot tk \cdot d \cdot l$ (dari Rumus 1)

$$= 0,414 \cdot \frac{500}{4} \cdot d \cdot l \rightarrow nk$$

$$\bar{P}l = 51,75 d \cdot l \quad \sim \quad \boxed{Pl = 50 d \cdot l}$$

$$\begin{aligned}
2. \quad P\ell &= 0,443 \cdot d^2 \sqrt{tk \cdot tb} \quad (\text{dari Rumus 2}) \\
&= 0,443 \cdot d^2 \sqrt{\frac{500}{4} \cdot \frac{5400}{(2,25)}} \\
&\quad nk \longleftarrow 4 \quad (2,25) \longrightarrow nb \\
&= 242,64 d^2 \quad \sim \boxed{P\ell = 240 d^2}
\end{aligned}$$

Tampang Dua / Penggal Dua:

$$\begin{aligned}
1. \quad \bar{P}\ell &= 2 tk \cdot d \cdot \ell \quad (\text{dari Rumus 3}) \\
&= 2 \cdot \frac{500}{4} \cdot d \cdot \ell
\end{aligned}$$

$$\boxed{\bar{P}\ell = 250 \cdot d \cdot \ell}$$

$$\begin{aligned}
2. \quad \bar{P}\ell &= tk \cdot d \cdot m \quad (\text{dari Rumus 4}) \\
&= \frac{500}{4} \cdot d \cdot m
\end{aligned}$$

$$\boxed{\bar{P}\ell = 12 \cdot d \cdot m}$$

$$\begin{aligned}
3. \quad \bar{P}\ell &= 0,886 \cdot d^2 \sqrt{tk \cdot tb} \quad (\text{dari rumus 5}) \\
&= 0,886 \cdot d^2 \sqrt{\frac{500}{4} \cdot \frac{540}{(2,25)}}
\end{aligned}$$

$$\bar{P}\ell = 485 d^2 \quad \sim \quad \boxed{P\ell = 480 d^2}$$

Akhirnya setelah dimasukan pengarang sudut penyimpangan terhadap serat (α) dengan mengganti beberapa notasi, yaitu :

$\bar{P}\ell$ menjadi \bar{S}

ℓ menjadi b_1

m menjadi b_3

maka rumus-rumus di atas menjadi sebagai berikut :

A. GOLONGAN SATU (untuk semua kayu kelas kuat I dan kayu Rasa-mala).

1. Tampang satu :

$$\lambda_b = 4,8 \quad \bar{S} = 50 \cdot d \cdot b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 240 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

2. Tampang Dua :

$$\lambda_b = 3,8 \quad \bar{S} = 125 \cdot d \cdot b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 250 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 480 \cdot d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha)$$

Dengan cara yang sama (Analog) :

B. GOLONGAN DUA : Untuk kayu kelas kuat II dan kayu jati.

1. Tampang Satu :

$$\lambda_b = 5,4 \quad \bar{S} = 40 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 215 \cdot d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha)$$

2. Tampang Dua :

$$\lambda_b = 4,3 \quad \bar{S} = 100 \cdot d \cdot b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 200 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 430 \cdot d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha)$$

C. GOLONGAN TIGA : untuk kayu kelas kuat III.

1. Tampang Satu :

$$\lambda_b = 6,8 \quad \bar{S} = 25 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 170 \cdot d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha)$$

2. Tampang Dua :

$$\lambda_b = 5,7 \quad \bar{S} = 60 \cdot d \cdot b_3 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 120 \cdot d \cdot b_1 (1 - 0,6 \sin \alpha)$$

$$\bar{S} = 340 \cdot d^2 (1 - 0,35 \sin \alpha)$$

Keterangan :

S = kekuatan sambungan dalam kg.

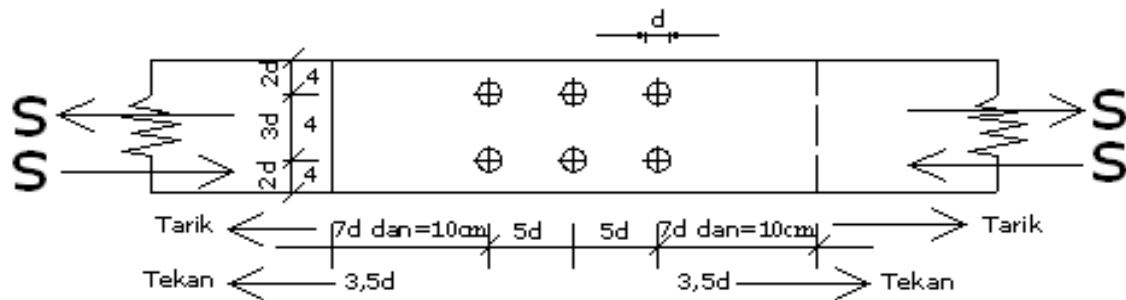
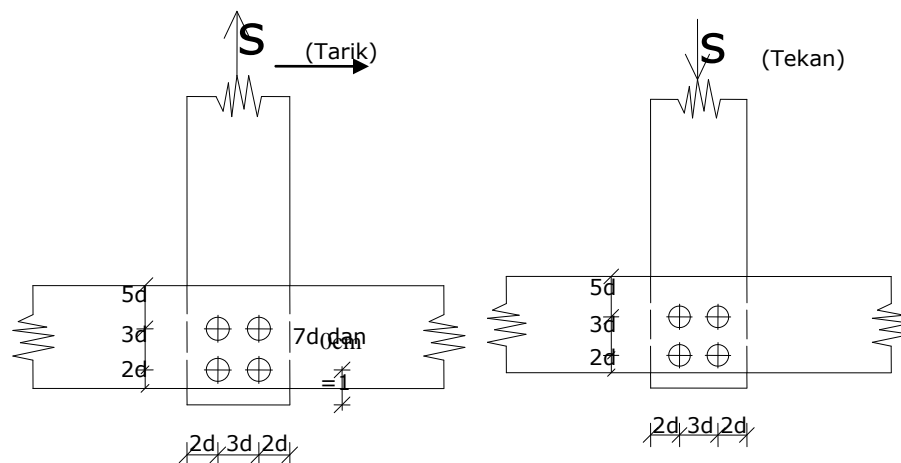
α = sudut antara arah gaya dengan serat kayu.

b_1 = tebal kayu tepi dalam cm.

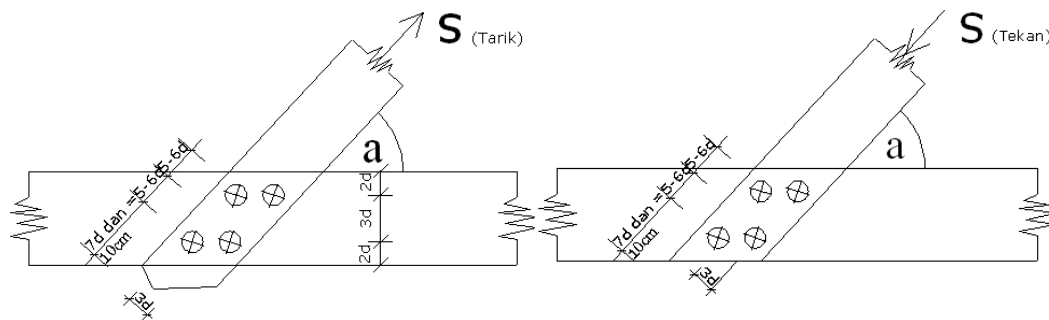
b_3 = tebal kayu tengah dalam cm.

d = garis tengah baut dalam cm.

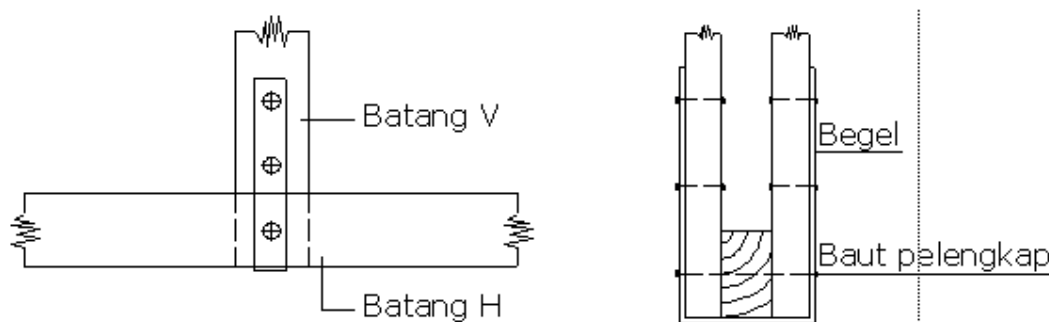
Dalam perhitungan harga S untuk tiap golongan baik untuk tampang satu maupun tampang dua dipilih yang terkecil.

ATURAN PENEMPATAN BAUT**Bila arah gaya sejajar arah serat kayu****Bila arah gaya tegak lurus arah serat kayu**

Bila arah gaya membentuk sudut α



Bila salah satu batang dari besi



Tebal 6. Diameter Baut

Diameter dalam Satuan	
(Inchi)	(Cm)
3/8	0,95
1/2	1,27
5/8	1,59
3/4	1,91
7/8	2,22
1	2,54

CONTOH 1 :

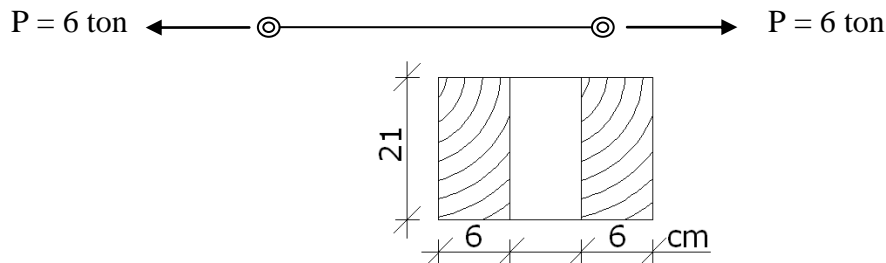
Suatau batang tarik kuda-kuda dari kayu jati berukuran 8x18cm menahan gaya yang bersifat permanen sebesar 5 ton.

$P = 5 \text{ ton}$ ← ⊙ ————— ⊙ → $P = 5 \text{ ton}$

Diminta : sambunglah batang tersebut dengan baut $\phi 5/8$ " ?

CONTOH 2 :

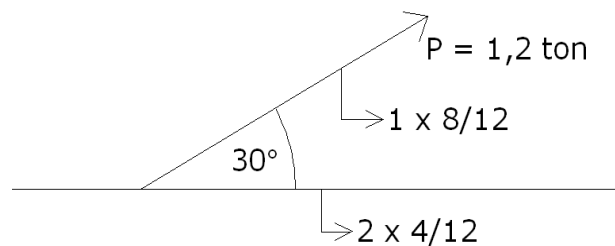
Suatu batang tarik yang bersifat sementara menahan gaya $P=6$ ton. Digunakan kayu kelas I dan mutu B dengan ukuran lihat ambar di bawah ini.



- Diminta :
- Ukuran kayu penyambung ?
 - Diameter baut ?
 - Jumlah baut yang diperlukan ?

CONTOH 3 :

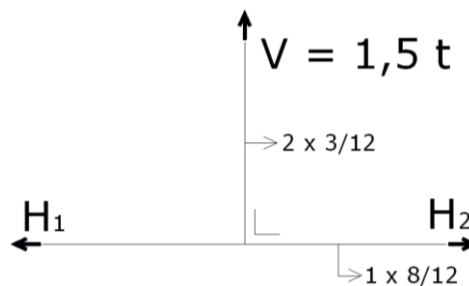
Suatu titik buhul rangka jembatan menahan gaya sebesar 1,2 ton yang bersifat permanen. Digunakan kayu keruing dengan BJ = 0,6 dan mutu A.



Bila digunakan alat sambung baut $\phi d = 1/2"$.
Hitunglah konstruksi sambungan tersebut ?

CONTOH 4 :

Suatu titik buhul kuda-kuda bertemu batang vertikal (V) dan horizontal (H) (Lihat gambar). Batang V menahan gaya tarik sebesar 1,5 ton (permanen).



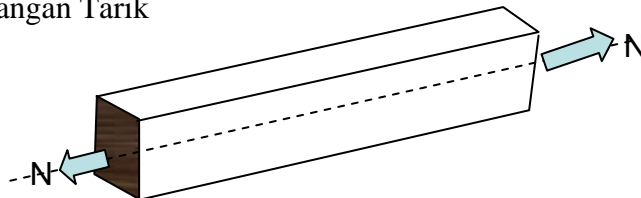
Bila digunakan kayu jati mutu A dan baut penyambung $\phi 1/2"$.
Hitunglah konstruksi sambungan tersebut ?

BAB III PERENCANAAN BATANG

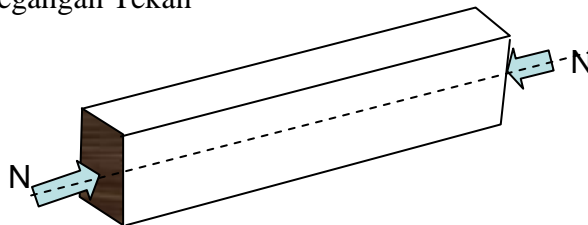
A. Perencanaan Dimensi Batang

Berdasarkan tegangan yang bekerja batang dapat diklasifikasikan:

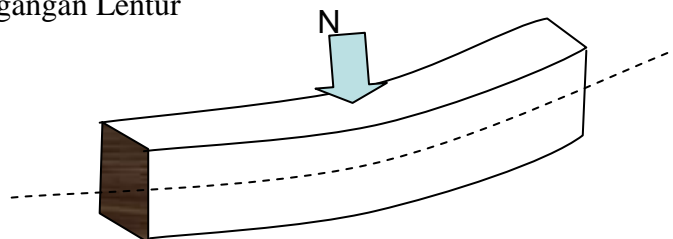
1) Batang Menerima Tegangan Tarik



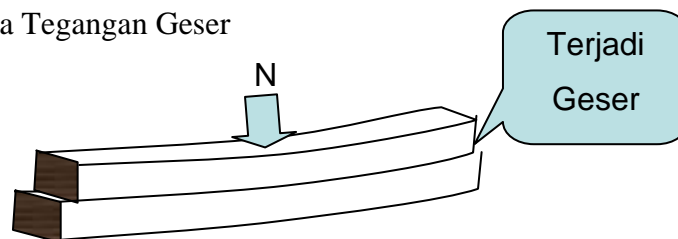
1). Batang Menerima Tegangan Tekan



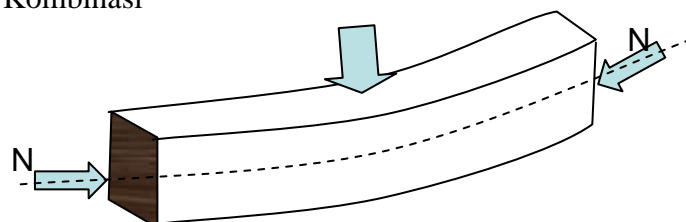
3) Batang Menerima Tegangan Lentur



4) Batang Menerima Tegangan Geser



5) Batang Menerima Tegangan Kombinasi



1. Batang Menahan Tegangan Tarik

Dalam perencanaan ukuran batang (penampang) beberapa faktor yang harus diperhatikan:

- Besar dan jenis tegangan yang terjadi pada batang tersebut.
- Pengaruh alat penyambung dan teknik penyambungan,
- Ukuran kayu yang ada di pasaran.

1) Pengaruh besarnya gaya

- Beban tetap (permanen)
- Beban sementara, (beban tetap + angin) atau (beban tetap + beban tidak tetap).

Jika suatu konstruksi telah dilakukan perhitungan gaya-gaya batangnya, maka berdasarkan gaya yang diperoleh tersebut dapat diperhitungkan ukuran (luas penampang) batangnya. Rumus mekanika yang dipergunakan adalah:

$$\sigma_{tr} = \frac{Ptr}{A}$$

$$Fn = \frac{Ptr}{\sigma_{tr}}$$

Jika batang yang akan kira rencanakan menderita beban permanen dan sementara, maka harus kita perbandingkan keduanya mana yang bersifat ekstrim.

- Perhitungan berdasarkan beban tetap (permanen)

Dengan rumus:

$$Fn = \frac{Ptr}{\sigma_{tr}} \text{ akan diperoleh luas penampang batang netto } Fn \dots (1)$$

- Perhitungan berdasarkan beban sementara

Ketentuan PKKI, jika beban bersifat sementara tegangan kayunya dapat dinaikan 25%, rumusnya menjadi:

$$Fn = \frac{Ps}{1,25 \cdot \sigma_{tr}} \text{ akan diperoleh luas penampang batang netto } Fn \dots (2)$$

Dari kedua perhitungan di atas dipilih F_n yang nilainya lebih besar, dan digunakan sebagai dasar perhitungan lebih lanjut.

Contoh:

Sebuah batang menahan gaya tarik yang bersifat permanen $P = + 2$ ton, dan beban angin sebesar $+ 700$ kg. Konstruksi terlindung dan kayu yang dipergunakan kelas kuat II.

Berapa luas penampang netto F_n yang diperlukan ?

Penyelesaian:

Beban tetap = $+ 2$ ton

Beban sementara = $+ 2$ ton $+ 0,7$ ton = $+2,7$ ton.

Konstruksi terlindung ($\beta = 1$), beban tetap ($\partial = 1$), beban sementara ($\partial = 1,25$)

Kayu kelas II..... $\sigma_{tr} = 85$ kg/cm².

σ_{tr} untuk beban tetap = $85 \cdot 1 = 85$ kg/cm².

σ_{tr} untuk beban sementara = $85 \cdot 1 \cdot 1,25 = 106,25$ kg/cm².

Perhitungan luas penampang netto F_n :

(a) Jika dihitung berdasarkan beban tetap:

$$F_n = \frac{P_{tr}}{\sigma_{tr}} = \frac{2.000}{85} = 23,53 \text{ cm}^2.$$

(b) Jika dihitung berdasarkan beban sementara:

$$F_n = \frac{P_s}{1,25 \cdot \sigma_{tr}} = \frac{2.700}{1,25 \cdot 106,25} = 25,41 \text{ cm}^2.$$

Dari hasil (a) dan (b) dibandingkan dan dipilih yang besar, jadi $F_n = 25,41 \text{ cm}^2$.

2. Pengaruh Alat Sambung

Lubang yang dibuat untuk menempatkan alat sambung pada sambungan kayu menimbulkan pengurangan terhadap ukuran luas penampang. Dengan berkurangnya luas penampang berarti mengurangi kekuatan kayu.

Menurut PKKI:

- a) Pada batang tarik dan bagian-bagian konstruksi yang dibebani dengan tegangan lentur, perlemahan-perlemahan akibat lubang-lubang untuk alat-alat penyambung dan lain-lainnya harus diperhitungkan.
- b) Untuk batang yang menahan tegangan tekan, perlemahan akibat alat-alat penyambung tidak perlu diperhitungkan sebagai perlemahan.

Tiap-tiap alat penyambung memerlukan lobang yang berbeda sehingga perlemahan yang diakibatkan alat penyambung ini juga tidak sama.

Tabel 7. Nilai Perlemahan Beberapa Alat Penyambung Kayu

Alat Penyambung	Besarnya Perlemahan
Sambungan dengan paku	10 – 15 %
Sambungan dengan baut dan sambungan gigi	20 – 25 %
Sambungan dengan plat kokot dan pasak cincin	20%
Sambungan dengan pasak kayu	30%
Sambungan dengan perekat (lem)	0 %

Perlemahan akibat alat sambung ini harus diperhitungkan dalam penentuan luas penampang terpakai (F_{br}).

Seperti pada contoh perhitungan di atas di dapat $F_n = 25,4 \text{ cm}^2$. Apabila batang tersebut akan disambung dengan baut, maka luas penampang tersebut harus ditambah dengan perlemahan yang diakibatkan oleh baut tersebut, yakni 20 - 25%. Jika diambil perlemahan tersebut 25% maka luas penampang yang diperlukan:

$$F_{br} = \frac{125}{100} \times 25,4 \text{ cm}^2 = 31,75 \text{ cm}^2.$$

Ketentuan dalam PKKI:

Batang kayu dalam konstruksi rangka batang harus mempunyai ukuran $\geq 4 \text{ cm}$, sedang luas penampang batang $\geq 32 \text{ cm}^2$.

3. Pengaruh Lainnya

Perhitungan luas penampang berdasarkan gaya yang bekerja dan perlemahan alat sambung adalah untuk menjamin kekuatan dan kestabilan konstruksi. Namun ada pertimbangan-pertimbangan atau pengaruh lain yang berkaitan dengan teknik pelaksanaan di lapangan. Pengaruh tersebut adalah: (1) teknik penyambungan dan (2) ukuran kayu di pasaran.

a. Teknik Penyambungan

- 1) Besarnya gaya batang pada suatu konstruksi rangka batang pasti bervariasi.
- 2) Hasil perhitungan dimensi batang yang didasarkan gaya pasti juga sangat bervariasi. Ini memicu terjadinya salah pasang dan memungkinkan terjadi kesulitan dalam penyambungan.
- 3) Dalam prakteknya dibuat 2 atau 3 variasi ukuran saja, misalnya dikelompokkan menjadi: batang mendatar, batang tegak, dan batang diagonal.

b. Ukuran Kayu di Pasaran

- 1) Jika menggunakan ukuran kayu yang ada dalam perdagangan, maka pengadaannya menjadi mudah.
- 2) Sebaliknya untuk ukuran kayu yang tidak ada dalam perdagangan, pengadaannya harus pesan secara khusus khusus di tempat penggergajian kayu. Lebih-lebih jika jumlahnya tidak banyak seringkali harganya menjadi lebih mahal.

B. Perencanaan Batang Menahan Tegangan Tekan

Perencanaan batang tekan dapat ditempuh dengan dua cara yaitu:

Pertama: menghitung beban dan segala faktor yang mempengaruhi tegangan, kemudian dihitung besarnya dimensi batang yang kuat menahan tegangan tersebut.

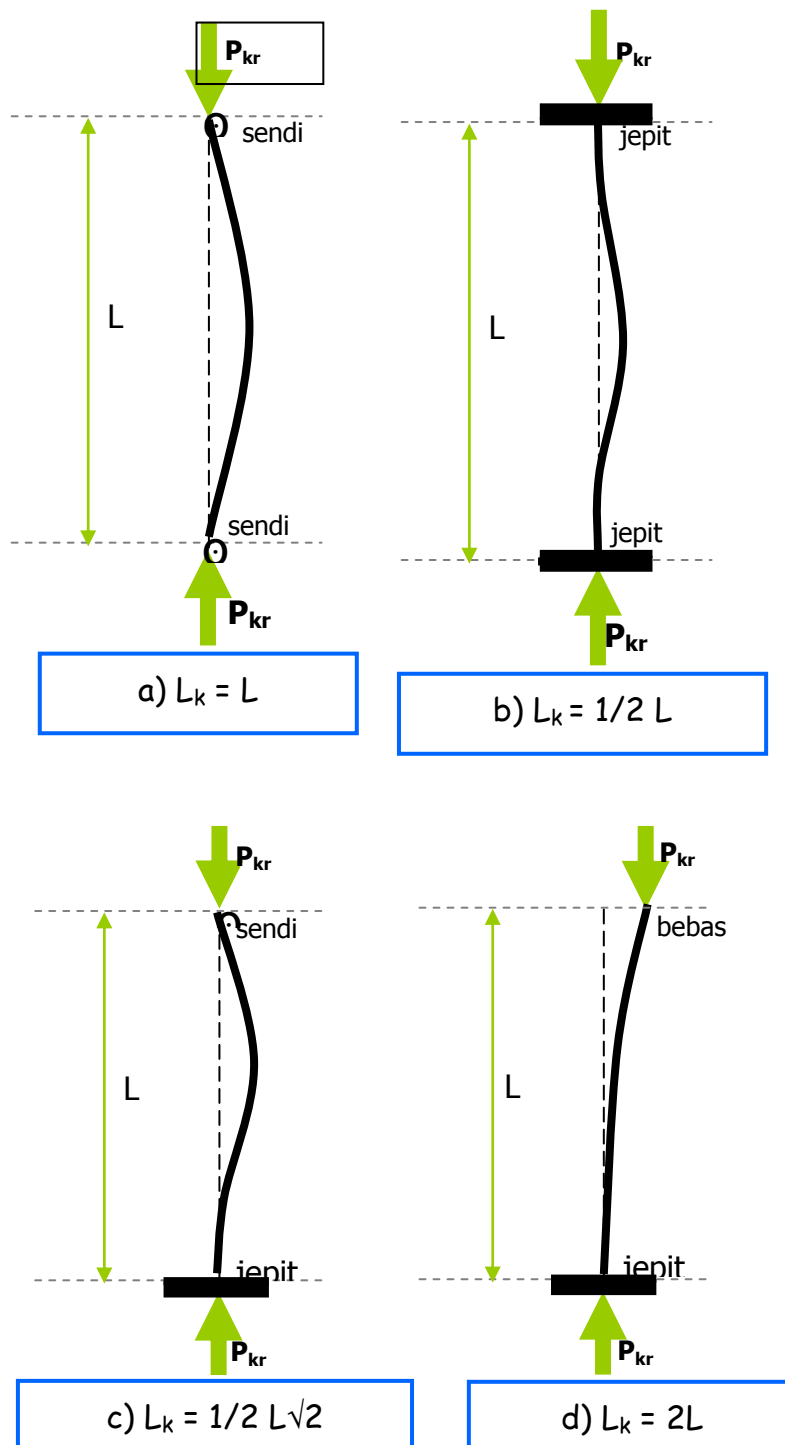
Kedua : Menafsir ukuran penampang batang, kemudian dikontrol kekuatannya

Saat ini yang akan dibicarakan hanya yang pertama.

a. Faktor yang Perlu Diperhatikan

1) Panjang Lekuk (Lk)

Panjang lekuk dipengaruhi oleh panjang semula (L) dan jenis tumpuan pada kedua ujungnya.

Gambar 7. Menentukan Panjang Tekuk (L_k)

b. Angka kelangsingan (λ)

$$\lambda = \frac{L_k}{i_{\min}}$$

Sedangkan $i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F_{br}}}$

Dimana:

L_k = Panjang lekuk.

F_{br} = Luas penampang bruto.

I_{min} = Momen Inersia minimum.

i_{min} = jari-jari inersia minimum.

Dalam suatu konstruksi setiap batang tertekan harus mempunyai $\lambda \leq 150$.

c. Faktor Tekuk (ω)

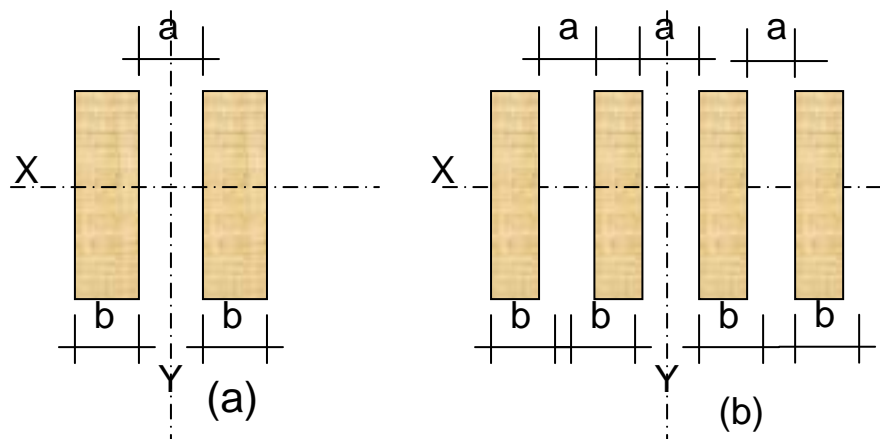
Pada batang tekan, untuk menghindari bahaya tekuk gaya batang yang ditahan harus digandakan dengan faktor tekuk (ω), sehingga:

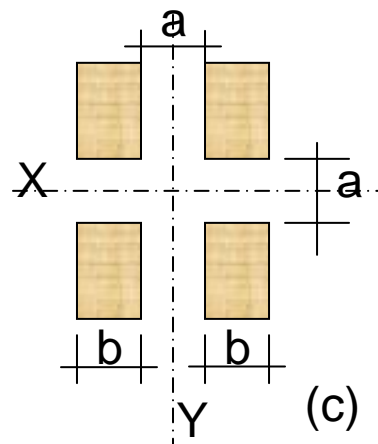
$$\sigma = \frac{S \cdot \omega}{F_{br}} \leq \tilde{\sigma}_{tk//}$$

σ = tegangan yang timbul
 S = gaya yang timbul
 ω = faktor tekuk

- 1) Besarnya ω harus diambil dari daftar III PKKI, ang sesuai dengan nilai λ dari batang tersebut.
- 2) Besarnya $\tilde{\sigma}_{tk//}$ harus diambil dari daftar 2 PKKI.
- 3) Untuk kayu-kayu yang sudah diketahui kelas kekuatannya, tegangan tekuk yang diperkenankan pada batang tertekan yang λ -nya sudah diketahui, dapat diambil dari daftar.

Pada batang berganda, dalam menghitung momen Inersia terhadap sumbu-sumbu bahan (sumbu X) kita dapat menganggap sebagai batang tunggal dengan lebar sama dengan jumlah lebar masing-masing bagian-bagian sehingga terdapat: $i_x = 0,289 h$.





Gambar 8. Perhitungan Konstruksi Batang Ganda

Untuk menghitung momen lembam terhadap sumbu bebas bahan (sumbu X dalam Gambar 8 (c) dan sumbu Y dalam Gambar 8 (a) dan (b), harus dipakai rumus:

$$I_r = \frac{1}{4} (I_t + 3 I_g)$$

dimana: I_r = Momen inersia reduksi (yang diperhitungkan)

I_t = Momen inersia teoritis

I_g = Momen inersia geser hingga berimpitan satu sama lain.

Daftar faktor tekuk dan tegangan tekuk yang diperkenankan untuk batang tertekan dilihat pada daftar III PKKI.

2. Rumus yang Dipergunakan

Ada dua rumus yang dipergunakan pada perhitngan batang tekan, yaitu:

TETMAYER, bila $\lambda \leq 100$

Tetmayer dari hasil percobaannya memberikan rumus:

$$\sigma_{tk} = (293 - 1,94 \lambda) \text{ kg/cm}^2.$$

EULER, bila $\lambda \geq 100$

Euler memberikan rumus:

$$P_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{\min}}{N \cdot L_k^2} \quad \text{atau} \quad I_{\min} = \frac{n \cdot P_k \cdot L_k^2}{\pi \cdot E}$$

n = faktor keamanan

E = modulus kenyal bahan

Untuk kayu kelas I dengan $E=125.000 \text{ kg/cm}^2$, dan $n=5$, rumus menjadi:

$$I_{\min} = 40 \cdot P_k \cdot L_k^2.$$

Untuk kayu kelas II dengan $E = 100.000 \text{ kg/cm}^2$, dan $n = 5$, rumus menjadi:
 $I_{\min} = 50 \cdot P_k \cdot L_k^2.$

Untuk kayu kelas III dengan $E = 80.000 \text{ kg/cm}^2$, dan $n = 5$, rumus menjadi:
 $I_{\min} = 60 \cdot P_k \cdot L_k^2.$

Catatan: P dalam ton
 L_k dalam meter, dan
 I_{\min} dalam cm^4 .

Dalam merencanakan ukuran batang tekan, kita belum tahu rumus mana yang akan dipakai, karena belum tahu berapa besarnya λ .

Umumnya kita hitung terlebih dahulu dengan rumus Euler, kemudian bila diperlukan dapat diubah.

Kita tidak bisa menentukan lebar balok (b) dan tinggi balok (h) secara bersama-sama, melainkan salah satu harus kita tentukan terlebih dahulu. Lebar (b) biasanya yang di tentukan terlebih dahulu, diserasikan dengan lebar batang yang lain dengan memper-timbangkan teknik penyambungan.

Contoh : (Perencanaan ukuran penampang)

Suatu batang dari kuda-kuda rangka batang, mendapat beban tekan $S = 7 \text{ ton}$.

Panjang batang $L = 2,5 \text{ m}$. Dipergunakan kayu kelas II. Berapa ukuran tinggi penampang balok h, bila tebal $b = 10 \text{ cm}$. Angka keamanan $n = 5$.

Penyelesaian:

Konstruksi kuda-kuda, tumpuan dianggap sendi-sendi.

Panjang lekuk (L_k) = $L = 2,5 \text{ m}$.

Dianggap mengikuti rumus Euler: $I_{\min} = 50 \cdot P_k \cdot L_k^2$ (kayu kelas II)

Untuk balok persegi $I_{\min} = 1/12 \cdot b^3 \cdot h$,

Rumus menjadi:

$$\frac{1}{12 \cdot b^3 \cdot h} = 50 \cdot P_k \cdot L_k^2 \quad \text{-----} \rightarrow \quad \frac{1000}{12} \cdot h = 50 \cdot 7 \cdot (2,5)^2$$

Jadi $h = 26,25 \text{ cm}$, dibulatkan 26 cm .

DAFTAR PUSTAKA

- DPMB. (1961). *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-5*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Frick Heinz. (Tt.) *Menggambar Bangunan Kayu*.
- Heinz Frick. (1977). *Ilmu Konstruksi Kayu*. Kanisius. Yogyakarta.
- Felix Yap KH. (1964). *Konstruksi Kayu*. Dhiwantara. Bandung.
- Suwarno Wiryomartono. (1976). *Konstruksi Kayu*. UGM Press. Yogyakarta
- JF. Dumanauw. (Tt.) *Mengenal Kayu*.
- Sadji. (1996). *Konstruksi Kayu SP.1511*.
- Soerjanto Basar Moelyono. (Tt.) *Pengantar Perkayuan*.