INTEGRASI KESIAPSIAGAAN BENCANA ALAM DALAM PEMBELAJARAN IPA BERBASIS STEM



Dr. Insih Wilujeng

Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, UNY

*Makalah disampaikan dalam kegiatan 6th International Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Science*

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2019**

**Pendahuluan**

Tuntutan pembelajaran abad 21 dengan 4 keterampilan (berpikir kritis, kreatif, kolaboratif dan komunikasi) menjadi keharusan bagi peserta didik agar mampu berkompetisi di era global. Keterampilan abad 21 tersebut mampu dilatihkan dalam pembelajaran IPA, yang hakikatnya mencakup *a body of knowledge, a way of thinking, a way of investigating* dan *technology* (aplikasi IPA). Pendekatan pembelajaran yang potensial diterapkan dalam perwujudan keterampilan abad 21 juga hakikat IPA salah satunya adalah pendidikan STEM (*Science-Technology-Engineering-Mathematics*). Standar IPA dalam Kurikulum di pendidikan dasar menetapkan kompetensi dasar maupun tema kebencanaan dalam IPA, sehingga perlu pemikiran terkait pengintegrasian kebencanaan dalam pembelajaran IPA berbasis STEM, mengingat kondisi geografis Indonesia yang memang potensi bencana alam. Peserta didik sebagai penerus bangsa diharapkan memiliki kesadaran terkait pengurangan resiko bencana, memiliki keterampilan abad 21 serta memiliki kemampuan menemukan ide baru, berinovasi, berkreasi dan mampu memecahkan masalah di kehidupan (terkait kebencanaan) dengan hasil inovasi dan kreasi yang dimiliki tersebut.

**Pembahasan**

1. **Kondisi Geologis Indonesia**

Indonesia adalah negara yang secara geografis sangat cantik dan menarik, karenamemiliki wilayah paparan benua yang luas, juga memiliki pegunungan lipatan tertinggi di daerah tropika dan bersalju abadi (pegunungan Tengah Papua). Selain itu satu-satunya di dunia terdapat laut antar pulau yang sangat dalam yaitu Laut Banda (lebih dari 5.000 meter), dan laut sangat dalam antara dua busur kepulauan yaitu palung Weber (lebih dari 7.000 meter). Dua jalur gunung api besar dunia juga bertemu di Nusantara dan beberapa jalur pegunungan lipatan duniapun saling bertemu di Indonesia (BNPB, 2016). Kondisi wilayah Indonesia yang memiliki berbagai pegunungan, lautan, palung disebabkan karena konsep tektonik lempeng. Teori tektonik lempeng (*plate tectonic*) menjelaskan proses dinamika bumi tentang pembentukan jalur pegunungan, jalur gunung api, jalur gempa bumi, dan cekungan endapan di muka bumi yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng. Lempeng-lempeng *(plate*) kulit bumi bergerak dari punggungan tengah samudera (*mid oceanic ridge*), dimana dibentuknya kerak baru, menuju garis busur vulkanik lainnya dan menuju rantai pegunungan aktif. Lempeng-lempeng kulit bumi saling bertumbukan, berpapasan maupun menjauh (Zufialdi, 2007)

Gugusan kepulauan Indonesia merupakan pertemuan lempeng Pasifik dan lempeng Australia (di bagian timur), serta lempeng Eurasia dan lempeng Hindia (di bagian barat). Hadirnya lempeng besar beserta lempeng yang lebih kecil (lempeng Caroline dan lempeng Laut Filipina) menyebabkan tatanan tektonik kepulauan Indonesia menjadi rumit (Zufialdi, 2007). Aktivitas patahan dan gunung api di wilayah Indonesia selain memberikan banyak anugerah sumber daya alam termasuk kesuburan tanah, juga memberikan sumbangsih pada pembentukan risiko beberapa jenis bencana. Gempabumi dan Tsunami yang terjadi banyak dipengaruhi oleh aktivitas patahan tektonik. Sedangkan aktivitas gunung api, selain memberikan dampak pada bencana erupsi gunung api, batuan sedimen/endapan yang merupakan hasil dari endapan letusan gunung berapi yang berupa campuran kerikil biasanya tidak memiliki struktur yang kuat sehingga pada lereng yang terjal mudah terjadi longsor. Sebaran batuan dan patahan di Indonesia dapat dilihat dalam Peta Geologi Indonesia (M. Robi Amri, dkk: 2016)

Sebanyak 57% jumlah penduduk di Indonesia berada di pulau Jawa, diikuti 22% di pulau Sumatera, kepulauan Sulawesi ada 7%, Kalimantan hanya 6%, Bali dan Nusa Tenggara sebesar 5% dan sisanya kepulauan Maluku dan Papua (BPS 2015). Pulau-pulau dengan jumlah penduduk yang relatif besar merupakan daerah dengan kategori rawan bencana alam, karena keadaan geologisnya yang berada dekat dengan perbatasan lempeng (*plate boundaries*), sehingga beresiko terhadap bencana alam gempabumi, tsunami dan tanah longsor. Sebagai warga negara, maka harus memiliki kesadaran akan bencana alam, sehingga sikap kesiap-siagaan bencana sangatlah diperlukan, karena bencana geologis yang terjadi di Indonesia dari tahun ke tahun terjadinya bisa mencapai ratusan kali (611 kali) (BNPB, 2018).

Kesiapsiagaan bencana adalah upaya mengurangi tingkat resiko, formulasi Rencana Darurat Bencana (*Disasters Plan*), pengelolaan sumber-sumber daya masyarakat, pelatihan warga di lokasi rawan bencana (Purnama, S. G, 2017). Kesiapsiagaan bencana perlu dipahami, dimiliki dan diimplementasikan secara berkelanjutan, salah satu upaya melatihkan kesiapsiagaan bencana melalui pengintegrasian dalam pembelajaran IPA. IPA (*natural science*) memiliki kharakteristik: menjelaskan fenomena alam; universal (orang-orang dari semua budaya berkontribusi pada sains; tentatif/sementara; sangat bergantung tetapi tidak sepenuhnya pada observasi, bukti eksperimental, argumen rasional dan skeptisisme (William McComas and Joanne Olson: 2014; Amanda L. Glaze: 2018)

**B. Kebencanaan dalam Kurikulum Pendidikan Dasar**

Pendidikan Dasar mencakup Sekolah Dasar (SD) dan Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang sederajad dengan MI dan MTs (Kemenag). Kurikulum Sekolah Dasar (SD) tahun 2013 yang potensial untuk diintegrasikan dengan kebencanaan pada berturut turut adalah: Tema 8 : Peristiwa Alam (kelas I); Tema 6: Air, Bumi dan matahari (kelas II); Tema 8: Bumi dan Alam Semesta (Kelas III), Tema 8: Lingkungan Sahabat Kita (Kelas V); Tema 8: Bumiku (kelas VI) (Dokumen Kurikulum SD tahun 2013 edisi revisi: 2017). Tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) Kompetensi Dasar (KD) yang potensial untuk diintegrasikan dengan kebencanaan adalah: 3.10. Menjelaskan lapisan bumi, gunung api, gempa bumi, dan tindakan pengurangan resiko sebelum, pada saat, dan pasca bencana sesuai ancaman bencana di daerahnya serta 4.10. Mengomunikasikan upaya pengurangan resiko dan dampak bencana alam serta tindakan penyelamatan diri pada saat terjadi bencana sesuai dengan jenis ancaman bencana di daerahnya (Kelas VII).

Tabel 1 menjelaskan hubungan Tema, sub tema dan konsep IPA Bumi dan Antariksa) yang muncul untuk dipelajari peserta didik serta terkait dengan kebencanaan.

Tabel 1. Analisis keterkaitan Stema, sub tema dan konsep IPA di SD

| **No** | **Tema** | **No Sub Tema** | **Sub Tema** | **Konsep IPA (Bumi dan Antariksa)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Peristiwa Alam | 1 | Peristiwa siang dan malam | Matahari terbit dan terbenam, siang hari, malan hari, bintang, bulan, angin, ombak  Teknologi (membuat lampu sederhana) |
| 2 | Kemarau | Musim, musim kemarau, cuaca, air bersih  Teknologi (Filtrasi) |
| 3 | Penghujan | Musim penghujan, banjir, pelangi.  Teknologi (kapal dan baling baling) |
| 4 | Bencana Alam | Bencana alam, angin topan, longsor  Teknologi (teras iring dan vegetasi) |
| 2 | Air, Bumi dan matahari | 1 | Air | Air, sungai, laut, danau, banjir, instalasi pengolahan air, air bersih, manfaat air, bendungan dan kolam  Teknologi (PLTMH) |
| 2 | Bumi | Bumi, gunung, gunung berapi, magma, lahar, relief, daaratan, perairan.  Teknologi (lumpur untuk keramik) |
| *3* | Matahari | Matahari, sinar matahari, bayang-bayang benda, manfaat sinar matahari.  Teknologi (pembuatan selai) |
| *4* | Alam sekitar | Pegunungan, pantai, danau  Teknologi (kincir angin, PLTO) |
| 3 | Bumi dan Alam Semesta | 1 | Bumi bagian dari Alam semesta | Langit, benda langit, planetarium, alam semesta, tata surya, planet, orbit.  Teknologi: sel surya |
| 2 | Ketampakan Rupa Bumi | Pegunungan, dataran tinggi, dataran rendah, laut, danau, lautan, sungai, rawa  Teknologi: bioteknologi |
| 3 | Perubahan Rupa Bumi | Erosi, delta, angin, puting beliung, kincir angin, pasang naik air laut, pasang surut air laut, garis pantai, gelombang air laut  Teknologi: kincir angin dan PLTO |
| 4 | Lingkungan Sahabat Kita | 1 | Manusia dan Lingkungan | Air, fungsi air, siklus air, evaporasi, kondensasi, presipitasi  Teknologi: hujan buatan |
| 2 | Perubahan Lingkungan | Air tanah, musim kemarau, bencana kekeringan  Teknologi: sumur tersier |
| 2 | Usaha Pelestarian Lingkungan | Syarat air bersih, lingkungan |
| 5 | Bumiku | 1 | Perbedaan Waktu dan Pengaruhnya | Planet bumi, siang-malam, daerah waktu, belahan bumi utara, selatan, timur dan barat; lintang utara dan selatan; bujur barat dan timur’ |
| 2 | Bumiku dan Musimnya | Musim hujan, banjir, topografi, fase-fase bulan  Teknologi: pembagian waktu |
| 3 | Bumi, Matahari dan Bulan | Gravitasi; musim panas, gerhana matahai, gerhana bulan, umbra, penumbra  Teknologi: sel surya |

Sedangkan Kompetensi Dasar IPA tingkat SMP/MTs kelas 7 yang potensial diintegrasikan kebencanaan meliputi:

* 1. Menganalisis perubahan iklim dan dampaknya bagi ekosistem
  2. Membuat tulisan tentang gagasan adaptasi/penanggulangan masalah perubahan iklim
  3. Menjelaskan lapisan bumi, gunung api, gempa bumi, dan tindakan pengurangan resiko sebelum, pada saat, dan pasca bencana sesuai ancaman bencana di daerahnya

4.10 Mengomunikasikan upaya pengurangan resiko dan dampak bencana alam serta tindakan penyelamatan diri pada saat terjadi bencana sesuai dengan jenis ancaman bencana daerahnya

3.11 Menganalisis sistem tata surya, rotasi dan revolusi bumi, rotasi dan revolusi bulan, serta dampaknya bagi kehidupan di bumi

4.11 Menyajikan karya tentang dampak rotasi dan revolusi bumi dan bulan bagi kehidupan di bumi, berdasarkan hasil pengamatan atau penelusuran berbagai sumber informasi

(Lampiran 6 KI KD IPA SMP Kurikulum 2013)

**C. Pembelajaran IPA abad 21 menekankan STEM**

Pembelajaran IPA abad 21 menekankan pada pemberian fasilitas dan kesempatan kepada peserta didik terkait keterampilan abad 21. Keterampilan abad 21 terbentuk dari suatu pemahaman yang solid terhadap *content knowledge* yang kemudian ditopang oleh berbagai keterampilan, keahlian dan literasi yang dibutuhkan oleh seorang individu untuk mendukung kesuksesannya baik secara personal maupun professional. Keterampilan abad 21 merupakan keterampilan mengumpulkan dan atau mengambil informasi, mengatur dan mengelola informasi, mengevaluasi kualitas, relevansi, dan kegunaan, serta menghasilkan informasi yang akurat melalui penggunaan sumber daya yang ada (Partnership for 21st Century Skill: 2007; ETS: 2007). Jadi keterampilan abad 21 adalah keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi perubahan dan berbagai permasalahan di masa akan datang berupa pola masyarakat yang mengalami banyak perubahan.

Berbagai keterampilan yang dibutuhkan pada abad 21 Menurut *US-based Partnership for 21st Century Skills* (P21) yaitu 4Cs: *Creativity* (Kreativitas); *Collaborative* (Kolaborasi); *Communication* (Komunikasi); dan *Critical Thinking*  (Berpikir Kritis). Kreativitas merupakan: kemampuan seseorang yang melahirkan sesuatu yang baru, baik berupa gagasan maupun karya nyata yang relatif berbeda dengan apa yang telah ada sebelumnya. Muhammad ali dan Muhammad Asrori (2006) menjelaskan faktor-faktor yang mendukung kreativitas, yaitu:

1. situasi yang menghadirkan ketidak lengkapan serta keterbukaan,
2. situasi yang menimbulkan dan mendorong timbulnya banyak pertanyaan,
3. situasi yang mendorong menghasilkan sesuatu,
4. situasi yang mendorong tanggung jawab dan kemandirian,
5. sesuatu yang menekankan inisiatif diri,
6. perhatian dari orang tua terhadap minat anaknya, stimuli dari lingkungan sekolah dan motivasi diri.

Bambang Subali, dkk. (2013) menjelaskan strategi untuk menumbuhkembangkan kreativitas dalam pembelajaran antara lain:

1. memberikan peluang bagi peserta didik melalui karya tulisan,
2. menyuguhkan permasalahan yang membutuhkan beragam alternatif pemecahan masalah,
3. memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar dan mengerjakan tugas tidak terstruktur,
4. memanfaatkan tekhnologi untuk memecahkan masalah,
5. memanfaatkan internet untuk mencari informasi dan mempromosikan hasil kerja peserta didik,
6. menerapkan kurikulum yang mendukung pengembangan kreativitas peserta didik,
7. menerapkan model pembelajaran yang mendasarkan pada kreativitas,
8. melakukan pembelajaran yang bervariasi,
9. memperluas tekhnik penilaian peserta didik.

Indikator pengukuran aspek kretivitas menurut (Uno dan Masri: 2009) adalah:

1. memiliki rasa ingin tahu yang besar,
2. sering mengajukan pertanyaan yang berbobot,
3. memberikan banyak gagasan dan usul terhadap suatu masalah,
4. mampu menyatakan pendapat secara spontan dan tidak malu-malu,
5. mempunyai atau menghargai keindahan,
6. mempunyai pendapat sendiri dan dapat mengungkapkannya, tidak mudah terpengaruh orang lain,
7. memiliki rasa humor tinggi,
8. mempunyai daya imajinasi yang kuat,
9. mampu mengajukan pemikiran, gagasan pemecahan masalah yang berbeda dari orang lain.
10. dapat bekerja sendiri,
11. senang mencoba hal-hal baru.
12. Mampu mengembangkan atau merinci suatu gagasan (kemampuan elaborasi)

Kolaborasi adalah suatu bentuk proses sosial, dimana di dalamnya terdapat aktivitas tertentu yang ditunjukan untuk mencapai tujuan bersama dengan saling membantu dan saling memahami aktivitas masing-masing (Abdulsyan, 2012). adalah interaksi antara siswa satu dengan siswa yang lain untuk mencapai tujuan bersama (Simon dan Stuart: 2016). Indikator kolaborasi adalah: (Johnson, 1998)

1. adanya saling ketergantungan positif di antara individu-individu dalam kelompok untuk mencapai suatu tujuan,
2. adanya interaksi tatap muka yang dapat meningkatkan kesuksesan satu sama lain,
3. adanya akuntabilitas dan tanggung jawab personal individu,
4. adanya keterampilan komunikasi interpersonal dan kelompok kecil,
5. adanya keterampilan bekerja dalam kelompok

Keterampilan komunikasi adalah kemampuan seseorang untuk menyampaikan atau mengirim pesan yang jelas dan mudah dipahami oleh penerima pesan (Cangara, 2011). Komunikasi ada dua jenis, yaitu verbal dan non verbal. Komunikasi verbal meliputi berdiskusi, mempresentasikan hasil diskusi, menyampaiakn pendapat, menjawab pertanyaan, sedangkan non verbal meliputi menuliskan hasil akhir diskusi, menuliskan informasi dalam tabel, grafik, maupun gambar. Cara meningkatkan komunkasi antara lain:

1. mempertimbangkan untuk menggunakan rancangan yang berpusat pada masalah, studi kasus, atau simulasi,
2. membuat instruksional singkat, kemudian siswa diminta untuk memikirkan informasi yang disajikan,
3. memberi kesempatan untuk berinteraksi,
4. mempertimbangkan desain yang mendukung siswa untuk berinteraksi.

Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan untuk berpikir secara logis, reflektif, sistematis, dan produktif yang diaplikasikan dalam membuat pertimbangan dan mengambil keputusan yang baik. Aktivitas terampil yang menuntut interpretasi dan evaluasi terhadap observasi, komunikasi, dan sumber-sumber lain (Fisher, 2009); (Hidayah, dkk.: 2017). Indikator berpikir kritis disajikan Tabel 1

R. Afrizon, dkk (2012) menjelaskan indikator berpikir kritis dalam gambar 1

Evaluasi

Kesimpulan

Pemikiran

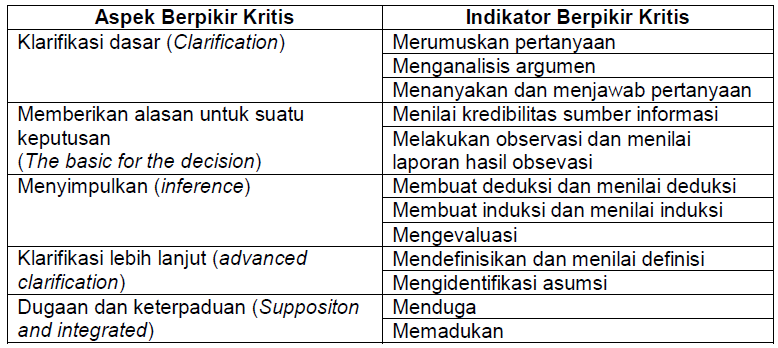
deduktif

Pemikiran Induktif

Analisis

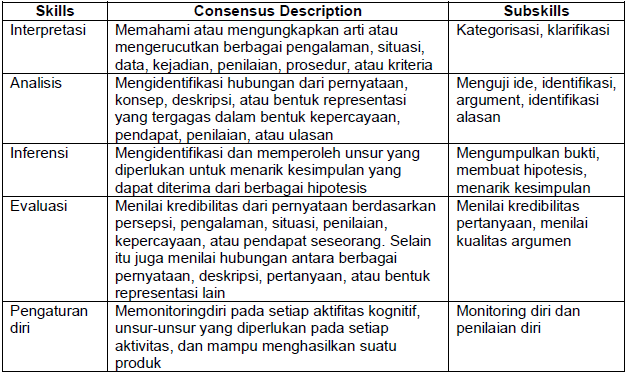
Gambar 1. Indikator keterampilan berpikir kritis

Tabel 1. Indikator berpikir kritis (Ennis: 2011)



Faciono (2015) mendeskripsikan indikator kemampuan berpikir kritis dalam Tabel 2

Tabel 2. Indikator keterampilan berpikir kritis (Faciono: 2015)



Pengaplikasikan keterampilan abad 21 dalam pembelajaran melalui pemberian kesempatan dan aktivitas belajar yang variatif; pembelajaran berbasis masalah atau proyek, pemanfaatkan teknologi; fokus pada penyelidikan atau inkuiri; menggunakan penilaian formatif termasuk penilaian diri sendiri dan metode pembelajaran disesuaikan dengan kompetensi yang hendak dicapai peserta didik. Pendekatan pembelajaran yang memfasilitasi pengaplikasian keterampilan abad 21 salah satunya adalah STEM (*Science Technology Engineering and mathematics*).

**D. STEM**

STEM sebagai pendidikan multi disiplin yang menggabungkan disiplin ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika. Pendidikan STEM melibatkan kegiatan kelompok, penyelidikan di labolatorium dan proyek hingga peserta didik mampu mengembangkan keterampilan abad 21 dan membuat keputusan tentang kesehatan pribadi, efesiensi energi, kualitas lingkungan, penggunaan sumberdaya, dan keamanan nasional. STEM lebih erat dan paralel dengan pekerjaan ilmuwan, insinyur di kehidupan nyata, sebagian lainnya memahami STEM sebagai usaha untuk mendorong pelajar lebih banyak lulus di bidang ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika (Chesky & Wolfmeyer: 2014; ByBee: 2010; Harkness, Johnson, & Koehler: 2012; Stohlman, Moore, & Roehrig: 2012).

Pendidikan STEM pada jangka panjang memiliki tujuan: 1) memperluas dan meningkatkan minat siswa untuk berkarir di bidang STEM; 2) mempersiapkan siswa yang cakap sehingga mempu mempersiapkan karir ke depannya serta bersaing ke ranah global; dan 3) meningkatkan literasi siswa dalam bidang STEM (*National Research Council:* 2010). Keterkaitan 4 disiplin ilmu STEM dijelaskan, bahwa *science* (Literasi Ilmiah adalah kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan. *Technology* (Literasi teknologi) adalah pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu, masyarakat, bangsa dan dunia. *Engineering* (Literasi desain) adalah pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses rekayasa/desain menggunakan tema pelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran. *Mathematics* (Literasi matematika) adalah kemampuan dalam menganalisis alasan dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan dan manafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam menerapkan berbagai situasi berbeda (Bobby: 2011).

Ciri-ciri pembelajaran STEM (Sandra, *et al*.: 2017) adalah: menuntun siswa mengaplikasikan pemahaman STEM; memberi kesempatan siswa menyampaikan pendapat; melibatkan siswa dalam pembelajaran inkuiri; menambah kepekaan siswa terhadap isu di dunia nyata; menuntun siswa dalam menyelesaikan masalah; menambah kemampuan siswa merancang desain dan melibatkan siswa dalam kerja kelompok yang produktif. Pendekatan pendidikan STEM ada 3, yaitu 1) *Silo Approach; 2) The Embedded Approach dan 3) The Integrated Approach* (Admawati, H dan Jumadi: 2018).

Gambar 2. Pendekatan Silo (*Silo Approach*)

Setiap lingkaran yang terpisah-pisah mewakili disiplin ilmu dalam STEM. Disiplin ilmu-ilmu STEM diajarkan secara terpisah sehingga domain-domain pengetahuan setiap disiplin ilmu memiliki batas-batas (Roberts & Cantu, 2012)

Gambar 3. *Embeded Approach*

Pada pendekatan tertanam untuk pendidikan STEM, setidaknya satu domain pengetahuan ditempatkan dalam konteks disiplin STEM lainnya tetapi komponen STEM yang tertanam tersebut biasanya dievaluasi atau dinilai. Berdasarkan gambar sains dan matematika merupakan komponen STEM yang tertanam dalam konteks teknologi dan rekayasa.

Gambar 4. *Integrated Approach*

Pada pendekatan terintegrasi, minimal dua sisiplin STEM diintegrasikan dengan pilihan-pilihan pengintegrasian sesuai dengan daerah perpotongan pada gambar (Roberts & Cantu, 2012).

Langkah-langkah pembelajaran STEM meliputi: 1) pengamatan (observe); 2) ide baru (new idea); 3) inovasi (innovation); 4) kreasi (creativity); dan 5) nilai (society). Pada tahap **pengamatan**, peserta didik dimotivasi untuk melakukan pengamatan terhadap berbagai fenomena/isu yang terdapat dalam lingkungan kehidupan sehari-hari yang mempunyai kaitan dengan konsep sains yang sedang dipelajari. **Ide baru**, peserta didik mengamati dan mencari informasi tambahan mengenai berbagai fenomena/isu yang berhubungan dengan topik yang akan di bahas, seterusnya peserta didik melaksanakan langkah ide baru. Peserta didik diminta mencari dan memikirkan satu ide baru dari informasi yang sudah ada. Pada langkah ini peserta didik memerlukan kemahiran dalam menganalisis dan berfikir keras. **Inovasi**, langkah inovasi ini peserta didik diminta untuk menguraikan hal-hal apa saja yang harus dilakukan agar ide yang telah dihasilkan pada langkah ide baru sebelumnya dapat diaplikasikan. **Kreasi**, langkah ini merupakan pelaksanaan semua saran dan pandangan hasil diskusi mengenai ide yang ingin diaplikasikannya. **Nilai**, langkah yang harus dijalankan oleh peserta didik untuk menunjukkan ide yang dimiliki dan dihasilkan bermanfaat bagi kehidupan sosial sebenarnya.

**E. Analisis integrasi kebencanaan dalam pembelajaran IPA Berbasis STEM**

Salah satu model pendekatan pendidikan STEM yang bisa digunakan adalah *integrated approach*, dimana unsur *sciece* (literasi ilmiah: konsep kebencanaan dalam Kurikulum); unsur *technology and engineering* (literasi teknologi dan literasi desain: penerapan konsep ilmiah dalam kehidupan sehari-hari konteks penanggulangan bencana/pendeteksi bencana) dan mathematics (literasi matematika: penggunaan angka, bentuk dan kuantitas dalam pembelajaran IPA kebencanaan).

Berikut analisis unsur STEM dalam IPA kebencanaan di SD dan SMP yang disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil analisis setiap unsur STEM di jenjang SD untuk Tema: Air, Bumi

dan Matahari dengan sub tema: Bumi

|  |  |
| --- | --- |
| Science | bumi, gunung, gunung berapi, magma, lahar, relief, daratan, perairan. |
| Technology and Engineering | desain (membuat kerajinan/keramik) |
| Mathematics | Bentuk kerajinan/souvenir, bentuk keramik |

Adapun langkah pembelajarannya meliputi:

1. **pengamatan**: mengamati video erupsi gunung berapi yang mengeluarkan material panas, diikuti banjir lahar dingin dan tumpukan debu vulkanik
2. **ide baru** : kesiapsiagaan terhadap bencana (sebelum bencana, saat bencana dan pasca bencana) salah satunya pasca bencana/revitalisasi pemanfaatan debu vulkanik yang melimpah ruah
3. **inovasi**: perancangan souvenir dan keramik model baru
4. **kreasi**: mewujudkan hasil inovasi dalam karya nyata
5. **nilai**: menjelaskan manfaatnya pada kehidupan di masyarakat.

Tabel 4. Hasil analisis setiap unsur STEM di jenjang SMP

|  |  |
| --- | --- |
| Science | Lapisan bumi, gunung api, gempabumi, tindakan pengurangan resiko bencana gunung api dan gempabumi |
| Technology and Engineering | Seismograf dan desain rumah tahan gempabumi |
| Mathematics | Bentuk bangun dan perhitungan magnitudo gempabumi |

KD.3.10. Menjelaskan lapisan bumi, gunung api, gempa bumi, dan tindakan pengurangan resiko sebelum, pada saat, dan pasca bencana sesuai ancaman bencana di daerahnya

Adapun langkah pembelajarannya meliputi:

1. **pengamatan**: mendemontrasikan/simulasi gerakan lempengan yang berdampak pada gempabumi tektonik
2. **ide baru** : mendesain rumah tahan gempa berdasar sifat bahan dan kesetimbangan
3. **inovasi**: merancang maket rumah tahan gempa menggunakan bahan sederhana
4. **kreasi**: mewujudkan hasil inovasi dalam proyek
5. **nilai**: menjelaskan manfaatnya pada kehidupan di masyarakat (tindakan kesiapsiagaan bencana)

**F. Model pembelajaran dan penilaian dalam pengintegrasian kebencanaan dalam pembelajaran IPA STEM**

Model pembelajaran yang direkomendasikan untuk mengimplementasikan pengintegrasian kebencanaan dalam pembelajaran IPA STEM adalah *project based learning* (PjBL) yang diikuti penilaian projek. Model PjBL adalah model pembelajaran dibangun berdasarkan aktivitas dan tugas nyata yang membawa tantangan bagi siswa untuk memecahkannya. Kegiatan-kegiatan ini umumnya mencerminkan jenis pembelajaran dan pekerjaan yang dilakukan orang dalam kehidupan sehari-hari di luar kelas. PjBL umumnya dilakukan oleh kelompok siswa bekerja bersama menuju tujuan bersama (Brandon Goodman: 2010)

Milan Kubiatko dan Ivana Vaculová (2011) menjelaskan, bahwa PjBL mengajarkan siswa tidak hanya konten, tetapi juga keterampilan dalam cara siswa harus dapat berfungsi seperti orang dewasa di masyarakat kita. Keterampilan ini termasuk keterampilan komunikasi dan presentasi, keterampilan organisasi dan manajemen waktu, keterampilan penelitian dan penyelidikan, penilaian diri dan keterampilan refleksi, partisipasi kelompok dan keterampilan kepemimpinan, dan pemikiran kritis. Kinerja dinilai secara individual, dan dilakukan memperhitungkan kualitas produk yang dihasilkan, kedalaman pemahaman konten, dan kontribusi untuk proses realisasi proyek yang sedang berlangsung.

PjBL memungkinkan siswa untuk merefleksikan ide dan pendapat mereka sendiri, membuat keputusan yang mempengaruhi hasil proyek dan proses pembelajaran secara umum. Hasil akhir produk dalam kualitas tinggi, produk otentik dan dapat dipresentasikan.

Tabel 5 merupakan sitaks dari model PjBL dan tahapan STEM

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tahap** | **Tahapan STEM** | **Kegiatan/Aktivitas Pembelajaran** |
| **Langkah 1**  Penentuan projek | Pengamatan | Guru bersama dengan peserta didik mengamati suatu fenomena untuk menentukan tema/topik projek |
| **Langkah 2**  Perancangan langkah-langkah penyelesaian projek | Ide Baru | Guru memfasilitasi Peserta didik untuk merancang langkah-langkah kegiatan penyelesaian projek beserta pengelolaannya |
| **Langkah 3**  Penyusunan jadwal pelaksanaan projek | Inovasi | Guru memberikan pendampingan kepada peserta didik melakukan penjadwalan semua kegiatan yang telah dirancangnya |
| **Langkah 4**  Penyelesaian projek dengan fasilitasi dan monitoring guru | Kreasi | Guru memfasilitasi Peserta didik untuk mempresentasikan dan mempublikasikan hasil karya |
| **Langkah 5**  Pemantauan kemajuan projek | Nilai | guru mengecek sejauh mana perkembangan proyek dengan cara meminta kelompok dan anggotanya untuk menjelaskan progress yang sudah dicapai, hambatan yang dialami, dan apa yang akan dilakukan selanjutnya |
| **Langkah 6**  Evaluasi proses dan hasil projek | Guru dan peserta didik pada akhir proses pembelajaran melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil tugas projek |

Penilaian yang digunakan dalam implementasi kebencanaan dalam pembelajaran IPA STEM adalah *Projects/ Exhibitions*, dimana peserta didik melengkapi proyek sesuai permasalahan secara individu maupun berkelompok. Peserta didik membuat presentasi formal, menulis laporan, atau keduanya. Dinilai dengan lembar observasi dan menulis produk dan keterampilan berpikir dengan skor ditentukan dengan skala bertingkat.

**Penutup**

Inovasi pembelajaran IPA kompetensi kebencanaan melalui pendidikan STEM perlu perancangan yang memadai, sehingga hasil yang diharapkan bagi peserta didik akan benar-benar memfasilitasi keterampilan-keterampilan yang diperlukan peserta didik sebagai generasi pemimpin di masa mendatang serta mampu bersaing dengan negara lain secara global. Potensi geografi Indonesia tidak harus menjadi hal yang disesali, namun perlu diantisipasi melalui peningkatan kesadaran kebencanaan, sehingga memiliki sikap kesiapsiagaan bencana. Kesiapsiagaan bencana bisa terkait beberapa aspek formulasi Rencana Darurat Bencana (*Disasters Plan*), pengelolaan sumber-sumber daya masyarakat, pelatihan warga di lokasi rawan bencana. Pengintgrasian kebencanaan dalam pembelajaran IPA berbasis STEM banyak menekankan pada bentuk pengelolaan sumber daya masyarakat melalui unsur engineering dan technology yang dikuatkan oleh unsur science dan mathematics sebagai tool.

**Daftar Pustaka**

Abdulsyan, 2012. *Sosiologi Skematika. Teori dan Terapan*. Jakarta: Bumi Aksara

Admawati, H & Jumadi. 2018. The Effect of STEM Project Based Learning on Students' Scientific Attitude based on Social Constructivism Theory. *Mathematics, Informatics, Science, and Education International Conference* (MISEIC 2018). Advances in Intelligent Systems Research (AISR), volume 157

Alec Fisher. 2009. *Berpikir Kritis. Sebuah Pengantar*.Terj. Beyamin Hadinatara. Jakarta:Erlangga

Amanda L. Glaze. 2018. Teaching and Learning Science in the 21st Century: Challenging Critical Assumptions in *Post-Secondary Science. Educ. Sc*i. 2018, 8, 12; DOI:10.3390/educsci8010012.

Bambang Subali dan Siti Mariyam. 2013. Pengembangan kreativitas keterampilan proses sains dalam aspek kehidupan organisme pada mata pelajaran IPA SD. *Jurnal Cakrawala Pendidikan NOVEMBER 2013, TH. XXXII, NO. 3*. <https://journal.uny.ac.id/index.php/cp/article/view/1625>

BNPB. 2018. *Data Informasi Bencana Indonesia*. <http://bnpb.cloud/dibi/tabel1a>

Bobby Ojose. 2011. Mathematics Literacy: Are We Able To Put The Mathematics We Learn Into Everyday Use?. *Journal of Mathematics Education*, June 2011, Vol. 4, No. 1, pp. 89-100

BPS. 2015. Peta Sebaran Penduduk di Indonesia. <https://media.neliti.com/media/publications/49853-ID-peta-sebaran-penduduk-indonesia>

Brandon Goodman. 2010. *Project Based Learning*. Educational Psychology

ByBee, R.W. 2010. *Advancing STEM education: A 2020 Vision*. The Technology And Engineering

Cangara, Hafied. 2011. *Pengantar Ilmu Komunikasi*. Jakarta: PT Raja Grafindo. Persada.

Chesky & Wolfmeyer. 2014. *Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation*. Publisher: Palgrave Macmillan Project: [Book Philosophy of STEM Education](https://www.researchgate.net/project/Book-Philosophy-of-STEM-Education)

Ennis, R. H. 2011. *The Nature of Critical Thiking: an Outline of Critical Thinking Dispossitions and abilities*. Chicago: university of Illinois

Facione, P.A. 2015. *Critical Thinking : what it is and Why it Count*. <http://www.insightassessment.com/content/download/1176/7580/file/what/26why2010.pdf.2015>.

Harkness, Johnson & Koehler. 2012. *What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships*. DOI:10.1111/j.1949-8594.2011.00109. School Science and Mathematics

Ratna Hidayah, Moh. Salimi, Tri Saptuti Susiani. 2017. Critical Thinking Skill: Konsep dan Indikator Penilaian. *Jurnal Taman Cendekia VOL. 01 NO. 02 DESEMBER 2017*

Johnson, D.W., Johnson, R.T, Smith & Karl.A. 1998. *Cooperative Learning Returns To College: What Evidence Is There That It Work? Change*, July/August, 27-35

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2012. Kurikulum 2013 (Dokumen Kurikulum SD tahun 2013 edisi revisi: 2017)

Kemdikbud. 2016 Lampiran 6 KI KD IPA SMP Kurikulum 2013. Permendikbud No 24 tahun 2016

Micah Stohlmann, Tamara J. Moore & Gillian H. Roehrig. 2012. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research* 2:1 (2012) 28–34. DOI: 10.5703/1288284314653

Milan Kubiatko dan Ivana Vaculova. 2011. Project-based learning: characteristic and the experiences with application in the science subjects. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies* 2011 Volume (issue) 3 **(1):** 65-74

Mohd. Robi Amri, Gita Yulianti, Ridwan Yunus, dkk. 2016. Risiko Bencana Indonesia. Direktorat Pengurangan Risiko Bencana

Muhammad Ali & Muhammad Asrori. 2006. Pesikologi Remaja Perkembangan peserta didik. Jakarta: Bumi Aksara

National Research Council. 2010. *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*

Partnership for 21st Century Skill. 2007. *21st Century Skills*. Education & Competitiveness Resource and Policy Guide

Purnama, S. G. 2017. *Modul Manajemen Bencana*. Memperingati 10 tahun lahirnya Undang-Undang Penanggulangan Bencana No. 24 tahun 2007.

Renol Afrizon, Ratnawulan, & Ahmad Fauzi. 2012. Peningkatan perilaku berkarakter dan keterampilan berpikir kritis siswa kelas IX MTsN. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 1(2012) 1-16. <http://ejournal.unp.ac.id/>

Roberts, A & Cantu, D. 2012. *Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum.* Departement of STEM Education and professional studies Old Dominion University. Norfolk, VA. USA

Sandra, B. Nite, Mary Margaret Capraro, Robert M. Capraro. 2017. Explicating the Characteristics of STEM Teaching and Learning: A Metasynthesis. *Journal of STEM Teacher Education*. Volume 52 Issue 1 JSTE Spring.

Simon Child and Stuart . 2016. *Collaboration in the 21st century: Implications for assessment*. Research Matters: A Cambridge Assessment publication. <https://www.cambridgeassessment.org.uk/our-research/all-published-resources/research-matters/>

Uno, Hamzah dan Masri Kuadrat. 2009. *Mengelola Kecerdasan dalam Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara

William McComas and Joanne Olson. 2014. *The Nature of Science in International Science education standards.* <https://www.researchgate.net/publication/227200984_The_Nature_of_Science_in_International_Science_Education_Standards_Documents>

.

Zufialdi, Z. 2007. Aplikasi tektonik lempeng dalam sumber daya mineral, energi dan kewilayahan. *Bulletin of Scientific Contribution, Vol. 5, No. 2. April 2007*