



**Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)
Universitas Papua**

Web: <http://jurnal.unipa.ac.id/index.php/kpej>



Development of Science Module Based on Disaster Mitigation Based on Disaster Mitigation Using Eruption Software

Zainudin*, Rica Widjayanti

STKIP PGRI Bangkalan, Program Studi Pendidikan Matematika

*zainuddin@stkipgri-bkl.ac.id

Abstract: *The purpose of this study is to produce a science module based on disaster mitigation using eruption software. This research is a research and development following the steps of developing the ADDIE model including analysis, design, development, implementation and evaluation. Data collection techniques using the validation sheet of science modules and data analysis techniques using qualitative descriptive analysis. The results of the science content validation module based on disaster mitigation using eruption software have a very valid and reliable category and can be used with minor revisions or without revisions in science learning.*

Keywords: *development, module, science, mitigation and eruption*

Pengembangan Modul IPA berbasis Mitigasi Bencana Menggunakan Software Erupsi

Abstrak : Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan software erupsi. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan mengikuti langkah-langkah pengembangan model ADDIE antara lain *analysis, design, development, implementation* dan *evaluation*. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar validasi modul IPA dan teknis analisis data menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Hasil validasi konten modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi memiliki kategori sangat valid dan reliabel serta dapat digunakan dengan revisi kecil atau tanpa revisi dalam pembelajaran IPA.

Kata kunci: pengembangan, modul, IPA, mitigasi dan erupsi

PENDAHULUAN

Pada tanggal 13 Juni 2018 terjadi gempa bumi memiliki kekuatan 4,8 Skala Richter (SR) dengan episenter pada koordinat 6.88 LS dan 113,94 BT tepatnya di darat pada jarak sekitar 6 km arah Timur Laut Sumenep Jawa Timur dengan kedalaman 12 km (Surya, 2018). Pada tanggal 11 Oktober 2018 terjadi gempa bumi memiliki magnitudo 6,3 SR dengan episenter pada koordinat 7,43 LS dan 114,43 BT tepatnya di laut pada jarak 55 km arah timur laut Kota Situbondo, Kabupaten Situbondo, Propinsi Jawa Timur pada kedalaman 12 km (radar, 2018). Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menyatakan bahwa Pulau Madura termasuk dalam wilayah rawan gempa bumi. Pulau Madura secara tektonik merupakan kawasan rawan gempa karena letaknya berada di dalam zona jalur sesar RMKS (Rembang, Madura, Kangean, Sakala). Pulau Madura terdapat klaster-klaster aktivitas gempa berkedalaman dangkal yang berasosiasi dengan aktivitas sesar yang lokasinya berada di bagian barat, selatan

dan timur Pulau Madura. Hal ini menunjukkan bahwa Pulau Madura cukup aktif aktivitas kegempaan (BMKG, 2018). Oleh karena itu, masyarakat, pemerintah dan pemangku kepentingan lain untuk lebih bersikap pro aktif mempersiapkan mitigasi bencana antara lain edukasi kepada masyarakat tentang perlindungan dan keselamatan sebelum, saat dan setelah gempa bumi. Mitigasi bencana adalah upaya-upaya yang dilakukan untuk mengurangi risiko bencana baik melalui pembangunan sarana fisik maupun non-fisik berupa penyadaran dan peningkatan kemampuan mengatasi ancaman bencana. Mitigasi bencana merupakan upaya mencegah bencana atau mengurangi dampak bencana (Eka P, Nasution, & Gunawijaya, 2011). Mitigasi bencana merupakan suatu aktivitas yang berperan sebagai tindakan pengurangan dampak bencana atau usaha-usaha yang dilakukan untuk mengurangi korban bencana baik korban jiwa maupun harta. Bencana alam akan menimbulkan banyak korban jiwa, jumlah korban dalam bencana alam menunjukkan pengetahuan masyarakat tentang mitigasi bencana masih rendah (Hasanah, Wahyuni, & Rayendra, 2016). Mitigasi bencana difokuskan untuk mengurangi atau menghilangkan resiko jiwa dan harta secara berkelanjutan dalam jangka panjang (Wardyaningrum, 2014).

Edukasi mitigasi bencana harus diberikan pada jenjang pendidikan dengan mengintegrasikan mitigasi bencana dalam pembelajaran di sekolah, salah satunya pada pembelajaran IPA. Pembelajaran mitigasi bencana dimulai sejak dini dengan mengintegrasikan dalam pembelajaran fisika melalui pengembangan modul pembelajaran (Wati, 2015). Hal tersebut disebabkan pengetahuan tentang mitigasi bencana alam yang diajarkan sejak awal meningkatkan kemampuan anak-anak tersebut untuk waspada sebelum bencana alam, penyelamatan diri pada saat terjadi bencana alam, dan mengetahui kegiatan yang boleh dan tidak boleh dilakukan setelah bencana alam dalam rangka mengurangi risiko bencana alam, hal penting dalam upaya mitigasi bencana adalah pengetahuan dan pemahaman tentang bencana alam serta kesiapsiagaan terhadap bencana alam. Berdasarkan permasalahan di atas, maka peneliti mengembangkan modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi. Kriteria kualitas modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi dikatakan baik jika memenuhi aspek validitas (*validity*), kepraktisan (*practicaly*) dan keefektifan (*effectiveness*) (Nieveen, 1999). Tujuan penelitian adalah mengembangkan modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi yang valid dan reliabel yang dapat digunakan dalam pembelajaran.

LANDASAN TEORI

1. Mitigasi Bencana

Menurut Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, pengertian mitigasi adalah suatu rangkaian upaya yang dilakukan untuk meminimalisir risiko dan dampak bencana, baik melalui pembangunan infrastruktur maupun memberikan kesadaran dan kemampuan dalam menghadapi bencana. Pada dasarnya mitigasi dilaksanakan untuk menghadapi berbagai jenis bencana, baik itu bencana alam (*natural disaster*) maupun bencana akibat ulah manusia (*man-made disaster*).

Tujuan utama mitigasi adalah (1) meminimalisir risiko atau dampak yang mungkin terjadi karena suatu bencana, seperti korban jiwa (kematian), kerugian ekonomi, dan kerusakan sumber daya alam. (2) sebagai pedoman bagi pemerintah dalam membuat perencanaan pembangunan di suatu tempat. (3) membantu meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat dalam menghadapi risiko dan dampak bencana.

2. Software *Eruption*

Software erupsi tersedia pada laman <http://dartmouth.edu/renew/eruption>. *Software* erupsi adalah simulasi aktivitas vulkanik berbasis web yang mengarah pada krisis vulkanik, situasi dimana kehidupan terancam punah. Tujuan simulasi ini adalah untuk mengamati bencana yang terkait dengan letusan gunung berapi dengan alat serta teknik yang digunakan dalam memprediksi erupsi. Aktivitas vulkanik yang disimulasikan didasarkan pada pemahaman tentang apa yang terjadi di dalam gunung berapi sebelum dan selama erupsi. Saat magma bergerak menuju permukaan bumi di dalam gunung berapi, perubahan terjadi di permukaan.



Gambar 1. Tampilan Home *software* Eruption

Jenis peralatan tersedia untuk mengumpulkan data untuk membantu memantau aktivitas vulkanik. Berbagai jenis data dikumpulkan dan diinterpretasikan oleh ahli vulkanologi berdasarkan aktivitas masa lalu. Yang terpenting adalah perubahan yang terjadi di gunung berapi yang disebabkan oleh pergerakan magma di bawah permukaan. Sebagian besar aktivitas magmatik sebelum erupsi tidak dapat dirasakan secara langsung. Sebagai gantinya, instrumen dan teknik sensitif digunakan untuk mendeteksi keresahan, dengan berbagai jenis peralatan pemantauan terkait dengan berbagai aspek keresahan vulkanik.



Gambar 2. Tampilan Equipment CoSpec *software* Eruption

Belerang dioksida adalah salah satu gas utama yang lepas. Jumlah gas di atmosfer di atas gunung berapi dapat diukur dengan perangkat yang disebut spektrometer korelasi atau CoSpec. Peningkatan jumlah gas yang dipancarkan dapat menandakan pendekatan magma terhadap permukaan gunung berapi.



Gambar 3. Tampilan Equipment Seismometer *software* Eruption

Saat magma mendekati permukaan dan permukaan berubah bentuk dan gempa bumi dihasilkan. Semakin banyak aktivitas magmatik, semakin banyak gempa bumi terjadi. Dengan melacak jumlah gempa bumi melalui waktu, seseorang bisa mendapatkan gambaran tentang tingkat kerusakan vulkanik. Meskipun gempa bumi besar dapat dirasakan, sebagian besar gempa bumi kecil hanya terdeteksi dengan peralatan sensitif. Seismometer biasanya digunakan untuk mengukur dan mencatat aktivitas seismik di gunung berapi. Pemantauan konstan diperlukan untuk menjaga agar ahli vulkanologi tetap mutakhir. Meskipun ada jenis-jenis gempa bumi yang tidak biasa yang khas gunung berapi yang menandakan jenis kegiatan tertentu, kita tidak akan membedakannya. Jumlah gempa bumi dalam rentang waktu tertentu adalah semua yang akan kita gunakan dalam simulasi. Perubahan dalam jumlah gempa bumi akan menandakan perubahan aktivitas di gunung berapi.



Gambar 4. Tampilan Equipment Geodimeter *software* Eruption

Ketika magma mulai mendorong ke permukaan di dalam gunung berapi, gunung berapi itu menonjol ke atas dan ke atas, dan retakan atau celah mungkin berkembang atau menjadi lebih luas. Apapun deformasinya, penting untuk dipantau karena bisa memberikan indikasi akan terjadi erupsi. Sebagian besar deformasi permukaan Bumi terdiri dari gerakan yang sulit dideteksi oleh mata manusia. Perpindahan bisa vertikal atau horizontal dan dapat diukur dengan presisi tinggi dengan menggunakan instrumen sensitif yang disebut meter jarak geodetik atau geodimeter.

Geodimeter mengukur jarak antara dua titik. Geodimeter terletak di satu titik tertentu. Sinar laser dipancarkan dari geodimeter, mengenai reflektor pada titik kedua, dan kembali ke perangkat rekaman pada geodimeter. Jarak antara titik diukur dari waktu yang dibutuhkan balok untuk melakukan perjalanan bolak-balik antara instrumen dan reflektor. Jika jarak antara dua titik berubah seiring waktu, maka bumi di antara kedua titik tersebut berubah bentuk.

Pada gunung berapi telah ditunjukkan bahwa ketika laju deformasi meningkat, probabilitas erupsi meningkat. Pemindahan yang konstan dan stabil umumnya tidak menandakan bahwa suatu letusan sudah dekat, karena mereka sering disebabkan oleh kekuatan tektonik daripada pergerakan magma. Sebaliknya, peningkatan signifikan dalam laju deformasi lebih sering terkait dengan gerakan magma daripada gaya tektonik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*research and development*) yaitu mengembangkan modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi dengan menggunakan model ADDIE yang dikembangkan oleh (Dick & Carey, 2001) antara lain *analysis, design, development, implementation* dan *evaluation*. Pada penelitian ini hanya sampai tahap *develop*, karena keterbatasan waktu. Prosedur pengembangan modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi mengikuti langkah-langkah pengembangan model ADDIE sebagai berikut:

1. Tahap Analysis

Tahap analisis terdiri dari analisis kebutuhan, analisis karakteristik siswa dan analisis topik dan tugas. Analisis kebutuhan yaitu perkembangan *software* pembelajaran yang pesat. Study kurikulum tentang tujuan pembelajaran IPA. Analisis karakteristik siswa meliputi pengetahuan dan keterampilan awal mahasiswa, sarana dan prasarana teknologi informasi yang memadai dan mudah dalam mengaksesnya.

2. Tahap Design

Tahap *design* terdiri dari merumuskan dan mengurutkan TP untuk mencapai CP sesuai hierarki dari TP faktual, konsep prosedural dari konkret dari sederhana ke kompleks. Menentukan strategi, media dan penilaian pembelajaran kemudian mensinkronisasikan dengan kurikulum K13. memilih media pembelajaran berdasarkan *software* erupsi

3. Tahap Develop

Tahap *develop* terdiri dari mengembangkan modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi. Validasi modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi kepada dosen pendidikan sains.

Teknik pengumpulan data menggunakan lembar validasi modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi. Teknis analisis validasi modul IPA menggunakan analisis deskriptif kualitatif, yaitu rata-rata skor penilaian terhadap modul IPA dari kedua

validator (P) dan dikonversi dengan kriteria (Ratumanan & Laurens, 2013). Penilaian validitas konten terdiri dari aspek kelayakkan isi, penyajian, kegrafikan dan bahasa.

Tabel 1. Kategori Validitas

No.	Nilai	Kategori
1	$3,6 \leq P \leq 4,0$	Sangat Valid
2	$2,6 \leq P \leq 3,5$	Valid
3	$1,6 \leq P \leq 2,5$	Kurang Valid
4	$1,0 \leq P \leq 1,5$	Tidak Valid

Reliabilitas P menggunakan rumus

$$R = \left[1 - \frac{A - B}{A + B} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

R = *Percentage of Agreement*

A = skor validator yang memberi nilai tinggi

B = skor validator yang memberi nilai rendah

Instrumen yang dikembangkan dinyatakan reliabel jika memiliki persentase $\geq 75\%$ (Arikunto, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahap *Analysis*

Hasil tahap analisis kebutuhan, karakteristik siswa dan topik dan tugas yaitu identifikasi masalah, potensi dan capaian pembelajaran untuk mata pelajaran IPA. Masalah pembelajaran IPA pada umumnya tidak memberikan makna kepada siswa. Perkembangan *software* media pembelajaran semakin mudah diakses secara *open source* (gratis), tetapi tidak semua *software* media pembelajaran sesuai dengan kurikulum K13 yang berlaku di sekolah. Guru harus dapat mendesain pembelajaran fisika dasar berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan memanfaatkan perkembangan teknologi (Zainudin & Pambudi, 2019). Pembelajaran IPA dalam K13 menekankan pada pendekatan saintifik yaitu siswa harus menkonstruksi pengetahuan sendiri dengan mengintegrasikan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Tujuan pembelajaran IPA yaitu mengembangkan keterampilan mengamati alam sekitar, memecahkan masalah dan mengambil keputusan (Karunia Soenarko, Andayani, & Junaidi, 2018). Simulasi mitigasi bencana gunung berapi secara online dapat meningkatkan keterampilan mengambil keputusan (Barclay, Renshaw, Taylor, & Bilge, 2011). Pembelajaran IPA berorientasi pada pengembangan kemampuan berpikir, rasa ingin tahu dan bertanggungjawab (Andriani, Benni, Zulherman, & Sudirman, 2018). Keterampilan mitigasi bencana merupakan salah satu keterampilan abad 21. Keterampilan abad 21 proses berpikir dengan mengolah informasi dan menyampaikan kembali informasi tersebut (Syaidah, Suana, & Sesunan, 2018). Oleh karena itu guru harus mengembangkan modul IPA berbasis keterampilan mitigasi bencana.

2. Tahap *Design*

Hasil tahap *design* yaitu menentukan kompetensi dasar mata pelajaran IPA materi pokok struktur bumi dan dinamikanya yaitu mengkomunikasikan upaya pengurangan resiko dan dampak bencana alam serta tindakan penyelamatan diri pada saat terjadi bencana sesuai dengan jenis ancaman bencana di daerahnya. Tujuan pembelajaran melalui simulasi bencana gunung merapi menggunakan *software* erupsi, siswa dapat melatih keterampilan mitigasi bencana. Media pembelajaran menggunakan simulasi erupsi gunung merapi menggunakan *software* erupsi. Media pembelajaran yang kreatif dan inovatif dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Chasanah, Mujasam, Widyaningsih, & Yusuf, 2019). Mendesain modul IPA materi pokok struktur bumi dan dinamikanya dengan berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi. *Software* erupsi salah satu sumber belajar pembelajaran mitigasi bencana untuk meningkatkan keterampilan pengambilan keputusan yang cepat, tepat dan akurat (Nurfitriani, 2014).

3. Tahap *Develop*

Mengembangkan modul IPA materi pokok struktur bumi dan dinamikanya berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi. Pada modul IPA siswa dapat melakukan simulasi mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi. Tugas siswa adalah memantau aktivitas vulkanik gunung berapi, menginterpretasikan data, dan bertindak untuk melindungi komunitas menggunakan alat cospec, seismometer dan geodimeter. *Software* erupsi dapat memprediksi letusan melalui pembacaan indikator alat tersebut (Herlambang, 2014).

Simulasi erupsi ini melatih keterampilan mitigasi bencana kepada siswa secara efektif mengelola krisis dengan menyelamatkan sebanyak mungkin nyawa sambil menjaga biaya seminimal mungkin. *Software* erupsi ini seperti permainan game, siswa dituntut untuk dapat menyelamatkan sebanyak mungkin nyawa dengan melakukan evakuasi, dengan mempertimbangkan logistik. Pembelajaran berbasis game memberikan stimulus terhadap emosi, kecerdasan dan psikomotorik (Haryanto & Lakoro, 2012). Validasi modul IPA berbasis keterampilan mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi kepada dosen pendidikan sains/fisika.

Tabel 2. Hasil Penilaian Modul IPA Aspek Kelayakan Isi

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Penilaian		P
		V1	V2	
Kesesuaian materi dengan kompetensi	Kelengkapan materi	4	4	4
	Keluasan materi	4	4	4
	Kedalaman materi	4	4	4
Keakuratan materi	Keakuratan konsep dan definisi	3	4	3.5
	Keakuran prinsip	4	4	4
	Keakuratan fakta dan data	4	3	3.5
	Keakuratan contoh	4	4	4
	Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi	4	4	4
	Keakuratan daftar pustaka	3	4	3.5

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Penilaian		P
		V1	V2	
Pendukung materi pembelajaran	Penalaran	4	4	4
	Keterkaitan	4	4	4
	Komunikasi	4	4	4
	Penerapan	4	4	4
	kemenarikan materi	4	4	4
	Mendorong untuk mencari informasi lebih lanjut	4	4	4
Kemutakhiran materi	Keseuaian materi dengan perkembangan ilmu	4	4	4
	Gambar materi diagram aktual	4	4	4
	Menggunakan contoh kasus	4	4	4
	Kemutakhiran daftar pustaka	4	4	4

Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil penilaian modul IPA aspek kelayakkan isi memiliki kategori sangat valid. Aspek kelayakkan isi terdiri dari indikator penilaian kesesuaian materi dengan kompetensi, keakuratan materi, pendukung materi pembelajaran dan kemutahiaran materi.

Tabel 3. Hasil Penilaian Modul IPA Aspek Penyajian

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Penilaian		P
		V1	V2	
Teknik penyajian	Konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan belajar	4	4	4
	Keruntutan penyajian	4	4	4
Pendukung penyajian	Contoh soal dalam tiap kegiatan belajar	4	4	4
	Soal latihan pada setiap akhir kegiatan belajar	4	4	4
	Kunci jawaban soal latihan	4	4	4
	Umpan balik soal latihan	3	4	3.5
	Pengantar	4	4	4
	Daftar pustaka	3	4	3.5
	Rangkuman	4	4	4
Pendukung materi pembelajaran	Penalaran	4	3	3.5
	Keterkaitan	4	4	4
	Komunikasi	4	4	4
	Penerapan kemenarikan materi	4	4	4
	Mendorong untuk mencariinformasi lebih lanjut	3	4	3.5
Penyajian pembelajaran	Keterlibatan mahasiswa	4	4	4

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Penilaian		P
		V1	V2	
Kelengkapan penyajian	Bagian pendahuluan	4	4	4
	Bagian isi	4	4	4
	Bagian penutup	4	4	4

Tabel 3 menunjukkan hasil penilaian modul IPA aspek penyajian memiliki kategori sangat valid. Aspek penyajian terdiri dari indikator penilaian teknik penyajian, pendukung penyajian, pendukung materi pembelajaran, penyajian pembelajaran dan kelengkapan penyajian.

Tabel 4. Hasil Penilaian Modul IPA Aspek Kegrafikan

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Penilaian		P
		V1	V2	
Lugas	Ketepatan struktur kalimat	4	4	4
	Keefektifan kalimat	4	4	4
	Kebakuan kalimat	4	4	4
Komunikatif	Keterbacaan pesan	3	3	3
	Ketepatan penggunaan kaidah bahasa	4	4	4
Dialogis dan Interaktif	Kemampuan memotivasi pesan atau informasi	4	4	4
	Kemampuan memutuskan masalah	4	4	4
Kesesuaian dengan tingkat perkembangan mahasiswa	Kesesuaian dengan intelektual mahasiswa	4	3	3.5
	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan emosional mahasiswa	4	4	4
Keruntutan dan keterpaduan alur pikir	Keruntutan dan keterpaduan antar kegiatan belajar	3	4	3.5
	Keruntutan dan keterpaduan anatar paragraf	4	4	4
Penggunaan istilah dan simbol	Konsistensi penggunaan istilah dan simbol	4	4	4

Tabel 4 menunjukkan hasil penilaian modul IPA aspek kegrafikan memiliki kategori sangat valid. Aspek penyajian terdiri dari indikator penilaian bahasa lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif, kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa, keruntutan dan keterpaduan alur pikir dan penggunaan istilah dan simbol.

Tabel 5. Hasil Penilaian Modul IPA Aspek Bahasa

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Penilaian		P
		V1	V2	
Ukuran modul	Ukuran fisik modul	4	4	4
	Kesesuaian ukuran modul	4	4	4

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Penilaian		P
		V1	V2	
	dengan standar ISO			
	Kesesuaian ukuran materi dengan materi isi modul	4	4	4
Desain sampul modul (cover)	Penampilan unsur tata letak pada sampul muka, belakang danppppunggung secara harmonis memiliki irama dan kesatuan secara konsisten.	4	4	4
	Menampilkan pusat pandang (center point) yang baik	4	4	4
	Komposisi dan ukuran unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) proporsional, seimbang dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola).	4	4	4
	Warna unsur tata letak	4	4	4
	harmonis dan memperjelas fungsi.	4	4	4
	Ukuran huruf judul buku lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran buku, nama pengarang.	4	4	4
	Warna judul buku kontras dengan warna latar belakang	4	4	4
	Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf	4	4	4
	Menggambarkan isi/ materi ajar dan mengungkapkan karakter objek	4	4	4
	Bentuk, warna, ukuran, proporsi obyek sesuai dengan realita.	4	4	4
Disain isi modul	Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola.	4	4	4
	Pemisahan antar paragraf jelas Bidang cetak dan	4	4	4
	Margin proporsional marjin dua halaman yang berdampingan proporsional	4	4	4
	Spasi antara teks dan ilustrasi sesuai	4	4	4

Indikator Penilaian	Butir penilaian	Penilaian		P
		V1	V2	
	Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul kegiatan belajar, dan angka halaman/ folio tidak mengganggu pemahaman.	4	4	4
	Penempatan ilustrasi dan keterangan gambar (<i>caption</i>) tidak mengganggu pemahaman	4	4	4
	Penempatan hiasan/ilustrasi sebagai latar belakang tidak mengganggu judul, teks, angka halaman.	4	4	4
	Penempatan judul, subjudul, ilustrasi, dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman.	4	4	4
	Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf	4	4	4
	Penggunaan variasi huruf (<i>bold, italic, all capital, small capital</i>) tidak berlebihan.	4	4	4
	Lebar susunan teks normal.	4	4	4
	Spasi antar baris susunan teks normal.	4	4	4
	Spasi antar huruf (<i>kerning</i>) normal	4	4	4
	Jenjang/ hierarki judul-judul jelas, konsisten dan proporsional.	4	4	4
	Tanda pemotongan kata (<i>hyphenation</i>)	4	4	4
	Mampu mengungkap makna/ arti dari objek.	4	4	4
	Bentuk akurat dan proporsional sesuai dengan kenyataan.	4	4	4
	Penyajian keseluruhan ilustrasi serasi.	4	4	4
	Kreatif dan dinamis.	4	4	4

Tabel 5 menunjukkan hasil penilaian modul IPA aspek bahasa memiliki kategori sangat valid. Aspek bahasa terdiri dari indikator penilaian ukuran modul, desain sampul modul (*cover*) dan isi modul. Hasil penilaian validasi oleh ahli menyatakan bahwa modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi memiliki kategori sangat valid dengan nilai perhitungan reliabilitas 98%.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa modul IPA berbasis mitigasi bencana menggunakan *software* erupsi memiliki kategori sangat valid dengan reliabilitas 98%. Saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian antara lain *software* erupsi yang *open source* memiliki keterbatasan fitur, oleh karena itu sebaiknya menggunakan *software* yang berbayar untuk hasil yang lebih faktual.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, N., Benni, Zulherman, & Sudirman. (2018). Development of Physical and Earth and Space Science Content Problems. *Kasuari: Physics Education Journal* , 1 (2), 65-72.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Barclay, E. J., Renshaw, C. E., Taylor, H. A., & Bilge, A. R. (2011). Improving decision making skill using an online volcanic crisis simulation: impact of data presentation format. *Journal of Geoscience Education. Journal of Geoscience Education* , 59 (2), 85-92.
- BMKG. (2018, Juni 12). <https://metro.tempo.co/read/1147216/bmkg-peringatkan-potensi-hujan-petir-di-jaksel-pada-sore-hari>. Dipetik November 22, 2018, dari <https://metro.tempo.co>: <https://metro.tempo.co>
- Chasanah, R. N., Mujasam, Widyarningsih, S. W., & Yusuf, I. (2019). Influence Of The Use Of Interactive Learning Media On Students' Higher. *Kasuari: Physics Education Journal* , 2 (1), 26-35.
- Dick, W., & Carey, L. (2001). *The Systemic Design of Instruction*. United State. United State: Addison-Wesley Educational Publishers Inc.
- Eka P, R. C., Nasution, I. P., & Gunawijaya, J. (2011). Kearifan Lokal Tentang Mitigasi Bencana Pada Masyarakat Baduy. *Jurnal Penelitian Makara, Sosial Humaniora* , 15 (1), 67-76.
- Haryanto, H., & Lakoro, R. (2012). Game Edukasi “Evakuator” Bergenre Puzzle dengan Gameplay Berbasis Klasifikasi sebagai Sarana Pendidikan dalam Mitigasi Bencana. *Jurnal Teknologi Informasi* , 11 (1), 47-54.
- Hasanah, I., Wahyuni, S., & Rayendra, W. B. (2016). Pengembangan Modul Mitigasi Bencana Berbasis Potensi Lokal yang Terintegrasi dalam Pelajaran IPA di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika* , 5 (3), 226-234.
- Herlambang, M. A. (2014). Studi Simulasi Monitoring Deformasi Tanah sebagai Indikator Bahaya Letusan Gunung Api untuk Pengambilan Keputusan Darurat Bencana. *Jurnal Fisika* , 3 (2), 74-79.
- Karunia Soenarko, I. G., Andayani, Y., & Junaidi, E. (2018). Keterampilan Pengambilan Keputusan dan Hasil Belajar Kimia Siswa di SMA/MA Negeri Mataram ditinjau dari Penerapan Metode Pembelajaran. *Jurnal PIJAR MIPA* , 13 (2), 86-89 .
- Nieveen, N. (1999). *Prototyping to Reach Product Quality*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Nurfitriani, D. I. (2014). Monitoring Gempa Bumi Vulkanik dengan Memanfaatkan Simulasi Bencana Letusan Gunung Berapi untuk Melatihkan Tindakan Evakuasi. *Jurnal Fisika* . , 3 (2), 30 - 38.

- Ratumanan, T. T., & Laurens, T. (2013). *Evaluasi Hasil Belajar*. Surabaya: University Press.
- Syaidah, N., Suana, W., & Sesunan, F. (2018). Development of Tutorial Video For Higher Order Thinking Practice on. *Kasuari: Physics Education Journal* , 1 (2), 91-102.
- Wardyaningrum. (2014). Perubahan Komunikasi Masyarakat dalam Inovasi Mitigasi Bencana di Wilayah Rawan Bencana Gunung Merapi. *Jurnal Asosiasi Pendidikan Tinggi Ilmu Komunikasi* , 2 (3), 179-197.
- Wati, W. (2015). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika SMA Terintegrasi Penanggulangan Bencana Tanah Longsor. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* , 4 (1), 109-119.
- Zainudin, Z., & Pambudi, B. (2019). Developing Critical Thinking Skills-Based Learning Set of Basic. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* , 15 (1), 14-23.