

Perancangan Aplikasi *Android* SAFMI sebagai Media Edukasi Mitigasi Bencana Tsunami Terintegrasi Pembelajaran IPA

Devi Solehat¹, Eva Fadilah²

¹Program Studi Tadris Fisika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

²Program Studi Pendidikan Biologi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Surel: devi.sholehat@uinjkt.ac.id¹, evafadilah@uinjkt.ac.id²

Abstract

This research was motivated by the high risk of tsunamis along the coast of Pandeglang Regency, the low level of community preparedness, and the lack of integration of mitigation education into science instruction in schools. The study aimed to design and develop the SAFMI Android application as a tsunami mitigation education tool integrated with science learning that is suitable for use. The research employed the Research and Development (R&D) method using the 4-D development model (Define, Design, Development, Disseminate), limited to the development stage. The research subjects included three expert validators (specializing in content, media, and teaching practice) as well as junior high school teachers and students from the relevant area who participated in the preliminary study. The research was conducted at UIN Syarif Hidayatullah Jakarta and partner schools during the odd or even semesters of the academic year. Data collection techniques involved interview guidelines, observation, and validation questionnaires. Data analysis utilized descriptive quantitative analysis based on percentage rating scales. The results showed that the SAFMI application achieved score percentages of 90.95% from the content expert, 86.30% from the media expert, and 86.30% from the teacher practitioner. In conclusion, the SAFMI application is categorized as highly suitable for use as a science learning medium integrated with tsunami mitigation.

Keyword: Android, SAFMI Application, Tsunami Mitigation, Science Learning

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya risiko bencana tsunami di pesisir Kabupaten Pandeglang dan rendahnya kesiapsiagaan masyarakat, serta belum terintegrasikannya edukasi mitigasi dalam pembelajaran IPA di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menghasilkan aplikasi *android* SAFMI sebagai media edukasi mitigasi bencana tsunami terintegrasi pembelajaran IPA yang layak digunakan. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4-D (*Define, Design, Development, Disseminate*) yang dibatasi hingga tahap *development*. Subjek penelitian terdiri atas tiga validator ahli (materi, media, dan praktisi guru) serta guru dan siswa SMP di wilayah terkait sebagai subjek studi pendahuluan. Penelitian dilaksanakan di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dan sekolah mitra pada semester ganjil/genap tahun ajaran berjalan. Teknik pengumpulan data menggunakan pedoman wawancara, observasi, dan angket validasi. Teknik analisis data menggunakan analisis kuantitatif deskriptif melalui *rating scale* persentase. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi SAFMI memperoleh persentase skor 90,95% dari ahli materi, 86,30% dari ahli media, dan 86,30% dari praktisi guru. Kesimpulannya, aplikasi SAFMI dikategorikan sangat layak sebagai media pembelajaran IPA terintegrasi mitigasi tsunami.

Kata Kunci: *Android*, Aplikasi SAFMI, Mitigasi Tsunami, Pembelajaran IPA

PENDAHULUAN

Indonesia secara geografis terletak di antara pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Pergerakan dinamis dari ketiga lempeng ini menyebabkan wilayah Indonesia memiliki aktivitas seismik yang sangat tinggi dan menjadikannya sebagai salah satu negara yang paling rentan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami (BNPB, 2012). Ketika lempeng-lempeng tektonik tersebut saling bertabrakan atau menyubduksi, akumulasi energi yang dilepaskan secara mendadak di dasar laut dapat memicu gelombang tsunami yang destruktif. Salah satu wilayah yang berada dalam garis retakan aktif ini adalah Kabupaten Pandeglang, yang termasuk dalam kawasan *megathrust* Selat Sunda dan Jawa bagian selatan. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) mengklasifikasikan kawasan Pandeglang sebagai daerah yang memiliki risiko dan probabilitas tsunami yang sangat tinggi (Rini, 2018).

Kerentanan geologis tersebut telah terbukti secara historis melalui peristiwa tsunami nyata yang menghantam pesisir Pandeglang, Serang, dan Lampung pada tahun 2018. Berbeda dengan tsunami konvensional, bencana ini dipicu oleh longsoran bawah laut akibat aktivitas vulkanik Gunung Anak Krakatau. Dalam peristiwa tersebut, Kabupaten Pandeglang menjadi kawasan yang paling parah terdampak, dengan mencatat korban jiwa sedikitnya 26 orang meninggal dunia (Heriati et al., 2024; Solihuddin et al., 2020). Data dari BNPB (2012) juga memetakan secara spesifik bahwa terdapat 22 desa di Pandeglang yang masuk dalam kategori risiko tinggi tsunami, serta 12 desa yang

berada pada kategori risiko sedang. Banyaknya jumlah desa yang berada dalam zona bahaya ini menegaskan bahwa ancaman tsunami di wilayah pesisir Pandeglang bersifat laten dan memerlukan perhatian serius dari berbagai elemen masyarakat dan pemerintah.

Melihat tingginya potensi risiko tersebut, pelaksanaan pelatihan dan edukasi kebencanaan tsunami menjadi sebuah urgensi yang mutlak bagi masyarakat, khususnya yang menetap di wilayah pesisir Kabupaten Pandeglang. Kesadaran masyarakat mengenai pengurangan risiko bencana (*disaster risk reduction*) harus diperkuat sejak dini demi meminimalkan dampak fatalitas. Langkah strategis untuk membangkitkan kesadaran kolektif ini adalah melalui integrasi sistemis dalam lembaga pendidikan formal. Selama ini, tingginya angka korban jiwa dalam peristiwa tsunami menunjukkan bahwa pemahaman dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana masih berada pada kategori rendah (Morote et al., 2026; Nugroho, 2019). Melalui rekonstruksi kurikulum di sekolah, pemahaman mitigasi bencana dapat diajarkan secara terstruktur, sehingga peserta didik sebagai representasi masyarakat masa depan memiliki kesiapan, ketanggapan, dan ketahanan dalam menyikapi ancaman tsunami (Akbaba Altun, 2025; Tupper & Karacaoğlu, 2025).

Namun pada realitasnya, penanaman konsep mitigasi ini masih menghadapi kendala besar pada tingkat pendidikan tinggi pencetak calon guru, seperti yang terjadi di Program Studi Tadris Fisika dan Tadris Biologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Berdasarkan pengamatan mendalam, materi kebencanaan dan mitigasi sering kali

dipandang secara parsial dan belum terintegrasi secara komprehensif ke dalam perkuliahan sains dasar maupun metodologi pembelajaran. Mahasiswa Tadris Fisika cenderung terfokus pada permodelan matematis gelombang tanpa mengaitkannya dengan aspek kebencanaan riil, sedangkan mahasiswa Tadris Biologi sering kali menelaah dampak ekosistem pesisir tanpa memahami dinamika mekanika gelombangnya. Keterbatasan media pembelajaran interaktif yang mampu menjembatani integrasi multidisiplin ilmu ini menyebabkan calon guru IPA kurang memiliki kompetensi dan kepercayaan diri dalam merancang perangkat pembelajaran mitigasi berbasis kearifan lokal bagi siswa sekolah dasar maupun menengah.

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, mitigasi bencana tsunami perlu diintegrasikan secara utuh ke dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya pada materi gelombang. Secara teoretis dan praktis, fenomena tsunami merupakan laboratorium alam yang sangat kaya untuk membedah konsep-konsep fisika dan biologi lingkungan (Ayata et al., 2026). Peserta didik dapat diajak untuk menghitung cepat rambat gelombang tsunami (*wave velocity*), menganalisis energi gelombang yang dihasilkan, serta memahami hubungan kausalitas antara perubahan kedalaman laut (*bathymetry*) dengan peningkatan ketinggian gelombang saat mendekati pantai (*shoaling effect*). Melalui pendekatan konseptual yang kontekstual ini, materi IPA tidak lagi bersifat abstrak, melainkan bermakna karena berkaitan langsung dengan upaya penyelamatan jiwa dan kelestarian lingkungan pesisir di sekitar tempat tinggal siswa (Adam et al., 2026; Hsu, 2025).

Pengembangan media edukasi berbasis digital untuk mitigasi bencana telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Penelitian terdahulu oleh Ferreira et al. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan *platform* digital efektif dalam meningkatkan retensi pengetahuan siswa mengenai prosedur evakuasi mandiri. Selanjutnya, Huda et al. (2026) dalam studinya menyimpulkan bahwa visualisasi berbasis teknologi mampu mereduksi miskonsepsi siswa pada materi gelombang seismik. Selain itu, penelitian dari Guo et al. (2025) mengonfirmasi bahwa media pembelajaran yang mengintegrasikan konteks kebencanaan lokal terbukti signifikan dalam menumbuhkan sikap kesiapsiagaan (*preparedness*) siswa. Namun demikian, sebagian besar media yang dikembangkan sebelumnya masih bersifat monodisiplin dan jarang yang mengombinasikan aspek fisis gelombang dengan panduan mitigasi komprehensif yang dirancang khusus untuk karakteristik wilayah pesisir tertentu seperti Pandeglang.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, inovasi berbasis teknologi digital berupa aplikasi *android* bernama SAFMI dipilih sebagai media edukasi modern. *Platform android* menawarkan keunggulan komparatif yang besar dibanding metode konvensional, karena memiliki fleksibilitas tinggi untuk diakses kapan saja dan di mana saja oleh peserta didik (*ubiquitous learning*), baik di pesisir Pandeglang maupun daerah rawan lainnya (Iskandar et al., 2026). Aplikasi SAFMI ini dirancang dengan menyisipkan lingkungan belajar virtual melalui grafis yang menarik, video penjelasan, serta fitur simulasi interaktif yang membantu memvisualisasikan materi gelombang dan mekanisme mitigasi (Syahmi et al., 2025).

Pemanfaatan teknologi audiovisual, *augmented reality* (AR), maupun *virtual reality* (VR) di dalam aplikasi ini dipercaya mampu menyebarkan edukasi kebencanaan secara lebih efisien dan efektif karena melibatkan multisensori siswa (Itamiya, 2024).

Melalui perancangan aplikasi SAFMI ini, diharapkan terjadi peningkatan pemahaman yang signifikan pada diri siswa mengenai tanda-tanda alam terjadinya tsunami dan prosedur penanggulangannya yang tepat. Output jangka panjang dari implementasi media ini adalah kemampuan untuk memperkecil kerugian, baik secara moril berupa korban jiwa maupun materiil yang diakibatkan oleh bencana alam tsunami. Secara khusus, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang, mengembangkan, dan menghasilkan aplikasi SAFMI yang valid, praktis, dan layak (*feasible*) digunakan sebagai media pembelajaran sains sekaligus instrumen pendidikan mitigasi bencana tsunami yang terintegrasi secara utuh dalam pembelajaran IPA.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Model pengembangan yang diterapkan adalah model 4-D (*Define, Design, Development, dan Disseminate*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji tingkat efektivitasnya (Prasetyo *et al.*, 2021). Secara teoretis, model ini terdiri atas empat tahapan utama, yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*development*), dan tahap

penyebarluasan (*disseminate*) (Sugiyono, 2022). Namun, karena keterbatasan waktu dan ruang lingkup penelitian, prosedur pengembangan dalam penelitian ini dibatasi dan hanya dilaksanakan sampai pada tahap pengembangan (*development*). Luaran dari perancangan produk ini adalah sebuah aplikasi pembelajaran berbasis *android* yang diberi nama SAFMI, yang selanjutnya akan diuji tingkat kelayakannya melalui proses validasi ahli.

Tahap pendefinisian (*define*) dilakukan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran yang mencakup lima langkah analisis, yaitu analisis kebutuhan (*front-end analysis*), analisis karakteristik siswa (*learner analysis*), analisis tugas (*task analysis*), analisis konsep (*concept analysis*), dan analisis tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*) (Setyosari, 2013). Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan riil di lapangan serta kebutuhan aktual terkait pengembangan aplikasi SAFMI sebagai media edukasi. Langkah ini dilanjutkan dengan analisis peserta didik melalui pengamatan terhadap karakteristik siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang bervariasi dari berbagai latar belakang. Pengamatan mendalam dilakukan terhadap keberagaman siswa dari berbagai segi, mulai dari rentang usia, kemampuan nilai akademik, hingga gaya belajar mereka di kelas.

Masih dalam tahap pendefinisian, analisis tugas dilakukan untuk merincikan struktur kegiatan yang akan dilakukan oleh siswa melalui aplikasi SAFMI beserta tugas-tugas akademik yang menyertainya. Selanjutnya, analisis konsep dilaksanakan untuk menentukan materi-

materi esensial sains dan mitigasi yang akan diintegrasikan ke dalam aplikasi. Langkah terakhir adalah menganalisis tujuan pembelajaran berdasarkan kurikulum yang berlaku, yang kemudian ditransformasikan ke dalam tampilan aplikasi SAFMI berupa kisi-kisi soal dan indikator pencapaian pembelajaran. Setelah tahap *define* selesai, prosedur berlanjut ke tahap perancangan (*design*). Tahap ini fokus pada pembuatan rancangan awal (*initial design*) media, merancang instrumen tes berdasarkan indikator tujuan pembelajaran, memilih format sajian materi yang adaptif dengan konsep pembelajaran, serta memilih jenis media yang sesuai dengan karakteristik siswa dan analisis kebutuhan pengguna. Rancangan awal ini menjadi cetak biru (*blueprint*) produk SAFMI sebelum diajukan kepada validator.

Tahap pengembangan (*development*) pada dasarnya terdiri dari dua langkah utama, yaitu validasi ahli (*expert appraisal*) dan uji coba produk (*developmental testing*). Namun, dalam penelitian ini, tahapan dibatasi hanya sampai pada proses validasi ahli guna menjangkau kelayakan konten materi dan kemanfaatan media SAFMI secara keseluruhan. Subjek dalam penelitian ini melibatkan beberapa pihak, yaitu dosen Program Studi Tadris Fisika dan Tadris Biologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang bertindak sebagai validator ahli untuk mengukur tingkat kelayakan teoretis produk. Selain itu, praktisi lapangan yaitu guru IPA SMP juga dilibatkan sebagai validator untuk menilai aspek keterbacaan (*readability*) dan kepraktisan produk. Pengumpulan data awal atau studi pendahuluan juga melibatkan subjek berupa guru dan peserta didik di jenjang SMP guna mendapatkan potret nyata kebutuhan media di sekolah. Secara keseluruhan,

terdapat tiga orang validator utama yang menguji aplikasi ini, yang terdiri dari ahli materi, ahli media, dan praktisi guru.

Penelitian pengembangan ini dilaksanakan di lingkungan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta untuk tahap perancangan dan validasi, serta di beberapa SMP terkait untuk tahap studi pendahuluan. Waktu penelitian dilaksanakan secara bertahap pada semester ganjil/genap tahun ajaran berjalan. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dirancang secara terstruktur menggunakan beberapa instrumen utama. Pada tahap studi pendahuluan, data awal dikumpulkan dari guru dan peserta didik menggunakan pedoman wawancara dan lembar observasi guna memetakan kendala pembelajaran IPA dan kebutuhan mitigasi bencana. Selanjutnya, pada tahap *development*, data kelayakan produk dihimpun menggunakan instrumen angket (*questionnaire*) validasi ahli yang dibagikan kepada ahli materi, ahli media, dan guru selaku praktisi lapangan.

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengukur validitas dan kelayakan produk aplikasi SAFMI menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif melalui *rating scale* (skala bertingkat). Instrumen evaluasi menyediakan 5 pilihan skala penilaian dengan bobot skor berkisar antara 0 sampai 4. Data skor yang diperoleh dari para validator kemudian dihitung persentasenya pada setiap tipe pertanyaan menggunakan rumus matematika sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum x_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase kelayakan

$\sum x$ = jumlah skor yang diperoleh
 $\sum x_{maks}$ = jumlah skor maksimal.

Berdasarkan hasil persentase tersebut, diambil suatu keputusan untuk

merevisi dan menyempurnakan media aplikasi *android* SAFMI. Kategori interpretasi nilai kelayakan produk merujuk pada kriteria resmi yang disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Aplikasi Android SAFMI

Persentase (%)	Kategori Kelayakan
$80 < N \leq 100$	Sangat Layak
$60 < N \leq 80$	Layak
$40 < N \leq 60$	Kurang Layak
$20 < N \leq 40$	Tidak Layak
$0 < N \leq 20$	Sangat Tidak Layak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tahap Defenisi (*Define*)

Hasil pada tahapan *define* memberikan deskripsi menyeluruh mengenai analisis kebutuhan di lapangan serta pemetaan informasi awal terkait produk yang akan dikembangkan. Melalui pelaksanaan studi pendahuluan, ditemukan berbagai ragam permasalahan krusial yang dihadapi dalam proses pembelajaran IPA, khususnya yang berkaitan dengan materi kebencanaan di wilayah pesisir. Data lapangan menunjukkan bahwa penguasaan konsep-konsep dasar sains oleh peserta didik memiliki keterkaitan langsung dengan kemampuan mereka dalam mempraktikkan tindakan mitigasi bencana tsunami. Oleh karena itu, tahapan ini berhasil mengidentifikasi bahwa penyelesaian masalah di tingkat awal memerlukan sebuah media penunjang yang tidak hanya mengajarkan teori, melainkan juga mampu mengintegrasikan visualisasi mitigasi secara komprehensif. Seluruh data pemetaan masalah ini dijadikan sebagai landasan utama dalam menentukan arah

perancangan fitur-fitur pada aplikasi SAFMI.

Berdasarkan analisis terhadap karakteristik peserta didik, diperoleh data yang mendalam mengenai profil siswa dari berbagai aspek pendukung pembelajaran. Aspek-aspek yang dipetakan meliputi kemampuan kognitif awal, tingkat perkembangan psikologis, serta tingkat ketertarikan peserta didik terhadap mata pelajaran IPA. Hasil pengamatan dan penjarangan data menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik dalam kehidupan sehari-hari sudah sangat familier dan terbiasa mengoperasikan berbagai macam aplikasi di dalam *smartphone*. Profil digital yang melekat pada peserta didik ini mengindikasikan adanya kesiapan teknis yang tinggi, di mana penggunaan aplikasi berbasis *android* sebagai media pembelajaran baru di dalam kelas dapat diterima dengan sangat baik, adaptif, serta mudah dioperasikan oleh siswa tanpa menghadapi kendala teknis yang berarti.

Tahap Desain (*Design*)

Hasil pada tahapan perancangan (*design*) merealisasikan pemilihan media pembelajaran berbasis *android* yang diwujudkan melalui

pembuatan tiga komponen produk awal. Komponen-komponen produk awal yang didesain tersebut meliputi: (a) pengembangan *storyboard* sebagai alur visual dan sistematika navigasi media; (b) penyusunan instrumen evaluasi yang disesuaikan dengan indikator ketercapaian materi; serta (c) pembuatan logo aplikasi yang merepresentasikan identitas SAFMI beserta perancangan menu dan fitur-fitur interaktif pendukung yang akan digunakan di dalam sistem aplikasi. Adapun rincian mengenai komponen-komponen yang telah dirancang dan diintegrasikan ke dalam aplikasi *android* SAFMI disajikan secara lengkap sebagai berikut:



Gambar 1. Logo Aplikasi Android SAFMI



Gambar 2. Tampilan Awal dan Menu Start Aplikasi Android SAFMI



Gambar 3. Pilihan Menu Aplikasi Android SAFMI



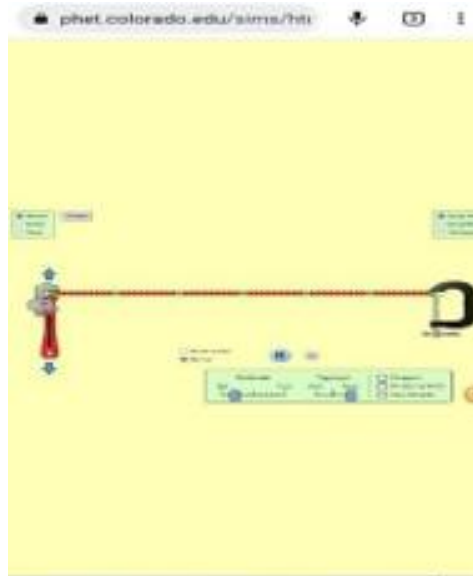
Gambar 4. Pilihan Menu Materi Terdiri dari Getaran, Gelombang dan Mitigasi Bencana Tsunami



Gambar 5. Contoh Materi Gelombang



Gambar 7. Tampilan Menu Video



Gambar 8. Eksperimen Terhubung dengan Phet Colorado



Gambar 9. Menu Evaluasi

Penyajian produk awal pada tahapan perancangan (*design*) ini menampilkan visualisasi sistematis dari sembilan komponen antarmuka yang diintegrasikan ke dalam aplikasi *android* SAFMI. Visualisasi diawali dengan Gambar 1 yang menyajikan desain logo resmi sebagai identitas visual utama aplikasi, diikuti oleh Gambar 2 yang menunjukkan tampilan awal (*splash*

screen) beserta tombol menu *start* untuk masuk ke dalam sistem. Selanjutnya, Gambar 3 memperlihatkan pilihan menu utama aplikasi sebagai pusat navigasi pengguna, yang kemudian diarahkan pada Gambar 4 berupa sub-menu materi yang memuat tiga topik integratif, yaitu Getaran, Gelombang, dan Mitigasi Bencana Tsunami. Detail penyampaian konten teks dan visual masing-masing disajikan pada Gambar 5 yang memperlihatkan contoh tata letak materi Gelombang, serta Gambar 6 yang menampilkan contoh penyajian materi Mitigasi Bencana Tsunami. Untuk mendukung aspek audiovisual dan interaktivitas, Gambar 7 menampilkan kompilasi menu video pembelajaran, yang diperkuat oleh Gambar 8 berupa ruang eksperimen virtual yang terhubung langsung dengan simulasi *PhET Colorado*. Rangkaian hasil perancangan ini ditutup oleh Gambar 9 yang menyajikan tampilan menu evaluasi interaktif sebagai instrumen pengukur tingkat ketercapaian pemahaman peserta didik.

Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan (*development*) dilaksanakan dengan melakukan uji validasi produk guna menjangkau data kuantitatif dan kualitatif mengenai kelayakan aplikasi *android* SAFMI yang telah dirancang. Pengumpulan data kelayakan ini dilakukan melalui penyebaran instrumen angket penilaian kepada tiga orang validator yang terdiri dari ahli materi, ahli media, dan guru selaku praktisi lapangan. Berdasarkan hasil tabulasi data yang diperoleh, penilaian dari ketiga komponen validator tersebut menunjukkan hasil yang sangat positif. Ahli materi memberikan skor rata-rata penilaian terhadap pemenuhan substansi

keilmuan sebesar 90,95%. Sementara itu, untuk penilaian dari aspek teknis dan visual media oleh ahli media, serta aspek keterbacaan dan keterpakaian operasional oleh praktisi guru, keduanya secara konsisten memberikan persentase skor rata-rata yang sama, yaitu sebesar 86,30%.

Jika keseluruhan data tersebut dikonversikan ke dalam kriteria kelayakan yang telah ditetapkan, maka nilai persentase dari setiap validator secara menyeluruh masuk ke dalam kualifikasi tertinggi. Hasil penilaian dari ahli materi berada pada rentang nilai yang sangat prima sehingga dikategorikan ke dalam status sangat

layak. Begitu pula dengan capaian persentase dari ahli media dan praktisi guru yang berada di atas ambang batas standar kelayakan minimum, yang mengukuhkan posisi kualitas media ini ke dalam kategori sangat layak. Konsistensi capaian predikat sangat layak dari seluruh aspek penilaian ini menunjukkan bahwa aplikasi *android* SAFMI secara teoretis dan praktis telah memenuhi standar kelayakan empiris sebagai media pembelajaran IPA terintegrasi mitigasi bencana tsunami. Adapun rincian data hasil persentase beserta kategori kelayakan dari masing-masing validator disajikan secara komprehensif pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kelayakan Aplikasi Android SAFMI

No	Ahli	Persentase	Kategori
1.	Materi	90,95%	Sangat Layak
2.	Media	86,30%	Sangat Layak
3.	Praktisi	86,30%	Sangat Layak

Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 3, rincian capaian indikator dari masing-masing validator memberikan gambaran objektif mengenai kualitas produk yang dikembangkan. Penilaian dari ahli materi yang mencapai angka 90,95% mengindikasikan bahwa kedalaman konsep, akurasi fakta ilmiah mengenai gelombang, serta integrasi panduan mitigasi bencana di dalam aplikasi telah disusun secara valid dan bebas dari miskonsepsi. Di sisi lain, persentase nilai sebesar 86,30% yang diberikan oleh ahli media menunjukkan bahwa kualitas desain grafis, tata letak antarmuka, kejelasan menu navigasi, serta fungsionalitas simulasi interaktif di dalam aplikasi *android* SAFMI sudah memenuhi standar estetika dan teknis pengembangan media digital. Capaian

tersebut diperkuat oleh penilaian praktisi guru yang juga memperoleh hasil 86,30%, yang menegaskan bahwa materi serta fitur-fitur di dalam aplikasi ini memiliki tingkat keterbacaan yang baik, sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa, serta sangat praktis untuk diaplikasikan dalam mendukung proses pembelajaran IPA di sekolah.

Tahap Penyebarluasan (*Disseminate*)

Tahap penyebarluasan (*disseminate*) merupakan fase akhir dari model pengembangan 4-D yang bertujuan untuk mendistribusikan produk yang telah dinyatakan layak ke pasaran, sekolah, atau lingkup pengguna yang lebih luas. Namun, sebagaimana telah ditetapkan pada batasan masalah di bagian metode penelitian, operasionalisasi pengembangan aplikasi *android* SAFMI ini dibatasi dan hanya

dilaksanakan sampai pada tahapan ketiga, yaitu tahap pengembangan (*development*). Oleh karena itu, dalam konteks penelitian ini, aktivitas penyebaran massal secara komersial maupun distribusi langsung dalam skala kelas eksperimen yang luas tidak dilaksanakan sebagai bagian dari output prosedural utama. Langkah penelitian difokuskan penuh pada optimalisasi kualitas, validitas teoretis, serta kelayakan teknis aplikasi berdasarkan umpan balik dari para ahli dan praktisi.

Meskipun tahap penyebaran tidak diimplementasikan secara penuh dalam penelitian ini, rancangan tindakan ke depan tetap dipersiapkan sebagai rekomendasi strategis pemanfaatan produk. Aplikasi *android* SAFMI yang telah mendapatkan predikat sangat layak dari para validator direkomendasikan untuk diunggah ke *platform* distribusi digital seperti *Google Play Store* agar dapat diakses secara gratis dan fleksibel oleh guru, siswa, maupun masyarakat umum di daerah rawan bencana seperti pesisir Pandeglang. Selain itu, desiminasi dalam lingkup terbatas dapat diawali melalui forum-forum akademik seperti pemaparan dalam seminar hasil, sosialisasi mandiri kepada komunitas guru IPA di Sekolah Menengah Pertama (SMP) terdekat, serta pengunggahan artikel ilmiah hasil penelitian pada jurnal terakreditasi guna menyebarkan implikasi teoretis dari pemanfaatan teknologi SAFMI ini.

Pembahasan

Temuan pada tahap pendefinisian (*define*) menegaskan bahwa pemahaman konsep dasar sains dalam pembelajaran IPA memegang peranan yang sangat kausalitas terhadap kemampuan mitigasi bencana siswa di wilayah pesisir. Ketika siswa memahami

mekanika gelombang secara konseptual, mereka akan lebih rasional dalam membaca tanda-tanda alam pratsunami dan mengesekusi tindakan penyelamatan diri. Integrasi materi kebencanaan ke dalam kurikulum IPA ini didukung oleh karakteristik peserta didik masa kini yang menunjukkan kedekatan tinggi dengan ekosistem digital. Fakta bahwa siswa sangat familier dalam mengoperasikan aplikasi *smartphone* menjadi modal teknis yang krusial bagi implementasi media baru di kelas. Karakteristik ini sejalan dengan penelitian terdahulu dari Iskandar et al. (2026) yang menyatakan bahwa penggunaan aplikasi berbasis seluler dalam pembelajaran sangat diterima dengan baik, adaptif, dan mampu mereduksi hambatan teknis operasional bagi siswa generasi digital.

Pada tahap perancangan (*design*), pemilihan media berbasis *android* diejawantahkan melalui visualisasi sistematis sembilan komponen antarmuka yang mengombinasikan unsur edukasi sains dan panduan mitigasi. Transformasi materi Getaran, Gelombang, dan Mitigasi Bencana Tsunami ke dalam fitur visual seperti animasi, menu video, hingga ruang eksperimen virtual yang terhubung dengan *PhET Colorado* bertujuan untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional. Struktur menu yang runtut dari nomor 1 hingga 9 dirancang agar siswa dapat membangun pengetahuan secara mandiri melalui pengalaman belajar multiindrawi. Pendekatan desain multimedia interaktif seperti ini terbukti efektif dalam mereduksi sifat abstrak dari materi fisika. Hal ini diperkuat oleh hasil riset Syahmi et al. (2025) yang mengonfirmasi bahwa visualisasi berbasis teknologi yang interaktif dan kontekstual terbukti signifikan dalam mempermudah pemahaman konsep

spasial sekaligus meminimalkan miskonsepsi siswa pada topik-topik gelombang.

Memasuki tahap pengembangan (*development*), data empiris dari uji validasi menunjukkan bahwa aplikasi SAFMI berada pada kategori sangat layak dengan perolehan skor prima dari ahli materi (90,95%), ahli media (86,30%), dan praktisi guru (86,30%). Skor tertinggi pada aspek materi membuktikan bahwa kedalaman substansi keilmuan mengenai tsunami dalam aplikasi ini sudah sangat akurat dan relevan dengan kompetensi sains dasar. Keselarasan penilaian dari ahli media dan praktisi guru juga membuktikan bahwa secara kemanfaatan teknis, media ini memiliki tata kelola navigasi yang praktis serta tingkat keterbacaan yang ramah bagi perkembangan kognitif siswa SMP. Capaian predikat sangat layak dari multisubjek validator ini mengindikasikan bahwa SAFMI memiliki kesiapan instrumen yang matang untuk digunakan. Temuan ini didukung oleh penelitian Itamiya (2024) yang menegaskan bahwa media pembelajaran yang telah melewati tahap validasi ketat dengan hasil sangat layak memiliki garansi tinggi untuk meningkatkan retensi pengetahuan kebencanaan dan kesiapsiagaan (*preparedness*) siswa saat diimplementasikan di lapangan.

Meskipun prosedur penelitian ini dibatasi hingga tahap *development* demi optimalisasi kualitas produk di laboratorium pengembangan, esensi dari keberlanjutan media ini tetap terjaga melalui rancangan rekomendasi desiminasi masa depan. Pembatasan ini dilakukan agar aplikasi yang dihasilkan benar-benar valid secara teoretis sebelum diuji coba pada skala kelas yang luas.

Rencana tindak lanjut untuk mengunggah aplikasi SAFMI ke *platform* seperti *Google Play Store* serta mensosialisasikannya pada forum komunitas guru IPA (MGMP) menjadi langkah strategis untuk mewujudkan pembelajaran yang fleksibel (*ubiquitous learning*). Penyebarluasan digital ini krusial untuk memperluas akses edukasi mitigasi bagi wilayah-wilayah pesisir terpencil. Urgensi desiminasi media kebencanaan lokal ini sejalan dengan hasil studi Fu & Zhang (2024) yang menyimpulkan bahwa perluasan distribusi media edukasi kebencanaan yang adaptif dan bebas akses sangat mendesak dilakukan guna menumbuhkan ketahanan (*resilience*) komunitas sekolah di zona risiko tinggi bencana.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi *android* SAFMI sebagai media edukasi mitigasi bencana tsunami terintegrasi pembelajaran IPA dinyatakan Sangat Layak untuk digunakan setelah melalui batasan tahapan model 4-D hingga tahap *development*. Kualitas dan validitas produk ini dibuktikan secara empiris melalui perolehan persentase skor rata-rata yang sangat tinggi dari para validator, yaitu sebesar 90,95% dari ahli materi untuk akurasi substansi keilmuan, 86,30% dari ahli media untuk fungsionalitas dan estetika visual, serta 86,30% dari praktisi guru untuk tingkat keterbacaan serta kepraktisan implementasi di sekolah.

DAFTAR RUJUKAN

Adam, U. A., Lameed, S. N., Owolabi, T., Onowugbeda, F. U., Oladejo, A. I., Okebukola, P. A., & Mustapha,

- G. A. (2026). The potency of culture, technology, and context in a biology classroom: Culturo-Techno-Contextual Approach in action. *International Journal of Science Education*, 48(2), 288–313. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2405667>
- Akbaba Altun, S. (2025). School principals' crisis management and leadership roles in post-earthquake educational environments. *International Journal of Educational Management*, 39(4), 1061–1079. <https://doi.org/10.1108/IJEM-01-2025-0012>
- Ayata, C., Hougaard, A., Schiff, S. J., Ferrari, M. D., Noebels, J. L., Diener, H. C., & Lauritzen, M. (2026). Tsunamis hiding in plain sight: spreading depression in clinical neurology. *Nature Reviews Neurology*, 22(4), 251–266. <https://doi.org/10.1038/s41582-026-01191-1>
- BNPB, B. (2012). *Menuju Indonesia Tangguh Menghadapi Tsunami*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Ferreira, M. A., Oliveira, C. S., & Francisco, R. (2025). Tsunami risk mitigation: the role of evacuation routes, preparedness and urban planning. *Natural Hazards*, 121(6), 6719–6751. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-07061-7>
- Fu, Q., & Zhang, X. (2024). Promoting community resilience through disaster education: Review of community-based interventions with a focus on teacher resilience and well-being. *PLOS ONE*, 19(1), e0296393. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296393>
- Guo, L., Fang, M., Liu, L., Chong, H., Zeng, W., & Hu, X. (2025). The development of disaster preparedness education for public: a scoping review. *BMC Public Health*, 25(1), 645. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21664-0>
- Heriati, A., Mustikasari, E., Solihuddin, T., Salim, H. L., Daulat, A., & Purbani, D. (2024). Coastal Hazards in the Sunda Strait: Mitigation Strategy and Coastal Management. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1350(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1350/1/012030>
- Hsu, C.-H. (2025). Outdoor environmental education as a nature-based solution for “education” and “environment”: a new conceptual framework and its pilot application in a coastal community case study in Taiwan. *Journal of Coastal Conservation*, 29(1), 13. <https://doi.org/10.1007/s11852-025-01099-w>
- Huda, M., Septaria, K., Rosdiana, S. R., Shafikha, R., & Salami, W. (2026). DEVELOPING AUGMENTED REALITY-BASED LEARNING MEDIA FOR TSUNAMI MITIGATION TO ADDRESS STUDENT MICRO-LEARNING CHALLENGES. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(1), 33–47.

- <https://doi.org/10.26740/jppipa.v11n1.p33-47>
- Iskandar, A., Mansyur, M., Obaid, A., & Meiramova, S. (2026). Development and user evaluation of an android-based e-learning system in higher education. *Discover Education*, 5(1), 443. <https://doi.org/10.1007/s44217-026-01317-z>
- Itamiya, T. (2024). *Using Virtual Reality and Augmented Reality for Enhancing School Education* (pp. 379–397). https://doi.org/10.1007/978-981-97-5987-3_21
- Morote, Á.-F., Olcina, J., & Alfonso-Torreño, A. (2026). Assessment of the Treatment of Natural Hazards in the Spanish School Curriculum (Secondary Education and Baccalaureate). *Geosciences*, 16(1), 42. <https://doi.org/10.3390/geosciences16010042>
- Nugroho, A. (2019). Model Pembelajaran Mitigasi Bencana Tsunami Di Sekolah Dasar Pesisir Pantai Selatan Jawa. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Bencana Di Era Revolusi Industri*, 5, 233–239. https://digitallibrary.ump.ac.id/472/?__cf_chl_f_tk=gYl_JA4yafcUNvjDINA_ihv2XQFhAGRRTVNkgRLd3R4-1783443525-1.0.1.1-C2_A9KrVnfggpUSDpepuhnJWDdjEnUFzDuXennvTCJ8
- Rini, D. (2018). *Tanggapan BMKG Soal Tsunami di Pandeglang*. BMKG. <https://www.bmkg.go.id/berita/utama/tanggapan-bmkg-soal-tsunami-di-pandeglang>
- Setyosari, P. (2013). *Metode penelitian pengembangan*.
- Solihuddin, T., Salim, H. L., Husrin, S., Daulat, A., & Purbani, D. (2020). Sunda strait Tsunami impact in Banten Province and its mitigation measures. *Jurnal Segara*, 16(1), 15–28. <https://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/segara/article/view/8611>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Syahmi, M., Yusoff, N. H. M., Aidiladzha, M. A. Q. S., & Saifull, M. F. A. A. (2025). Enhancing Spatial Visualization for Interior Design Pedagogical Innovation Through Gamification. *2025 IEEE 15th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*, 213–218. <https://doi.org/10.1109/ISCAIE64985.2025.11081012>
- Tupper, J., & Karacaoğlu, Ö. C. (2025). Access to information and social solidarity in the 2023 Turkey earthquake: disaster education as citizenship education. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 386. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04707-0>