

INTEGRASI MATERI FLUIDA STATIS PADA MITIGASI BANJIR DALAM PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA XI SMA

Tanti Ainur Rohmah^{1*}, Sugiarti², Lefudin³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas PGRI Palembang, Indonesia

*Corresponding Author: tantyainurr@gmail.com

ABSTRAK

Fenomena banjir yang kerap terjadi di Palembang menjadi latar penting dalam upaya penguatan literasi sains di sekolah. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul interaktif berbasis materi fluida statis yang terintegrasi dengan konteks mitigasi bencana banjir. Modul ini dirancang untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA kelas XI dengan pendekatan kontekstual. Menggunakan model pengembangan ADDIE, produk diuji dari aspek validitas, kepraktisan, dan potensi efek. Hasil menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memiliki tingkat validitas sangat tinggi dari para ahli, respons positif dari siswa, serta berpotensi signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, terutama pada indikator analisis dan inferensi. E-modul ini tidak hanya mendekatkan siswa pada fenomena alam nyata, tetapi juga menjadi alat bantu pembelajaran berbasis teknologi yang adaptif terhadap kebutuhan pendidikan abad 21.

Kata Kunci: *E-modul, Fluida Statis, Mitigasi Banjir, Berpikir Kritis, Pembelajaran Kontekstual.*

ABSTRACT

The flood phenomenon that often occurs in Palembang is an important background in efforts to strengthen science literacy in schools. This study aims to develop an interactive e-module based on static fluid material integrated with the context of flood disaster mitigation. This module is designed to improve the critical thinking skills of grade XI high school students with a contextual approach. Using the ADDIE development model, the product was tested in terms of validity, practicality, and potential effects. The results show that the developed e-module has a very high level of validity from experts, positive responses from students, and has significant potential in improving critical thinking skills, especially in the analysis and inference indicators. This e module not only brings students closer to real natural phenomena, but also becomes a technology-based learning tool that is adaptive to the needs of 21st century education.

Keywords: *E-Module, Static Fluids, Flood Mitigation, Critical Thinking, Contextual Learning*

PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di kota Palembang setiap tahun. Kondisi geografis dan lingkungan kota ini, serta faktor-faktor lain, membuatnya sangat rentan terhadap banjir, baik banjir lokal maupun banjir yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi. Banjir merupakan salah satu permasalahan yang cukup signifikan di Kota Palembang (Ramadhani et al., 2020). Palembang mempunyai tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan memiliki potensi bahaya banjir, hal tersebut berdampak negatif kepada masyarakat yang terdampak baik secara sosial, fisik bangunan dan lingkungan (Marlina, 2023). Banjir adalah fenomena alam dimana terjadi kelebihan air yang tidak tertampung oleh jaringan drainase disuatu daerah sehingga dapat menimbulkan genangan merugikan (Balahanti et al., 2023). Sehingga penelitian ini dilakukan untuk memberi pembelajaran terhadap siswa kelas XI SMA bagaimana cara mengantisipasi banjir tersebut serta memberi pemahaman siswa terhadap materi fluida statis yang berkaitan dengan bencana banjir melalui pengembangan e-modul.

Mitigasi bencana mencakup tindakan-tindakan yang mengurangi hebatnya bencana di masa mendatang (Afkar & Hartono, 2017). Menurut (Qurrotaini et al., 2022) mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi bencana banjir adalah upaya untuk mengurangi risiko dan dampak banjir melalui langkah-langkah seperti pembangunan tanggul, perbaikan drainase, penghijauan, pengelolaan tata ruang, edukasi masyarakat tentang kesiapsiagaan, dan sistem peringatan dini.

Pembelajaran mengenai kebencanaan alam selama ini hanya dipelajari dalam rumpun ilmu sosial khususnya pada mata pelajaran geografi. Kenyataannya, melalui hakikat keilmuannya, jika kita kaji maka ilmu kebencanaan alam dapat dikategorikan ke dalam ilmu sains, yang dijelaskan melalui salah satu mata pelajaran sains yaitu fisika (Hasanah et al., 2016). Modul adalah sarana pembelajaran dalam bentuk tertulis atau cetak yang disusun secara sistematis, memuat materi pembelajaran, metode, tujuan pembelajaran berdasarkan kompetensi dasar atau indikator pencapaian kompetensi, petunjuk kegiatan belajar mandiri (self introductional) dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menguji diri sendiri melalui latihan soal yang disajikan dalam modul tersebut (Haristah et al., 2019).

E-modul atau modul elektronik adalah bahan ajar yang disusun dalam format digital sehingga bisa diakses melalui perangkat elektronik seperti komputer, tablet, atau smartphone. E modul adalah modul yang disajikan dalam bentuk elektronik dan dirancang untuk memudahkan pengguna belajar secara mandiri. E-modul atau modul elektronik, didefinisikan sebagai suatu media pembelajaran dengan menggunakan komputer yang menampilkan teks, gambar, grafik, audio, animasi dan video dalam proses pembelajaran (Ainiyah et al., 2023).

E-modul memanfaatkan media digital untuk menampilkan konten berupa teks, gambar, audio, dan video yang bisa memperjelas pemahaman siswa. Teks pada suatu e-modul dapat dibuat melalui microsoft word. E-modul dapat memiliki tampilan yang interaktif, apabila pembuatannya dengan bantuan program khusus seperti flipbook maker, fliphtml5, flip PDF profesional, i-books author, calibre, dan lain sebagainya. Inovatif dari suatu e-modul dinilai berdasarkan kemampuannya menampilkan bahan ajar yang lengkap, menarik, interaktif, dan memiliki fungsi kognitif yang bagus (Purwaningtyas & Hariyadi, 2017). E-modul ini tentunya memiliki keunggulan dan kelebihanannya masing-masing. Secara

umum, e-modul memiliki keunggulan seperti Penggunaan e-modul tidak terbatas ruang dan waktu, Materi pembelajaran mudah diakses sehingga dapat memungkinkan pengguna e-modul melakukan pembelajaran berulang kali, Biaya produksi lebih murah. Jika ingin memperbanyak produk bisa dilakukan dengan mengcopy file antar pengguna atau juga dapat distribusikan melalui e-mail dan Mendorong minat belajar siswa yang menggunakan e-modul menjadi siswa yang aktif serta kekurangannya yaitu Ketergantungan pada perangkat dan koneksi internet karena e-modul membutuhkan perangkat elektronik dan sering kali koneksi internet. Ini bisa menjadi kendala bagi siswa yang tidak memiliki akses ke perangkat atau internet yang stabil, Gangguan eksternal dari perangkat digital, misalnya Penggunaan e-modul di perangkat elektronik bisa menyebabkan gangguan, seperti notifikasi aplikasi atau keinginan untuk membuka situs lain, yang dapat mengurangi fokus siswa, Keterbatasan Interaksi Langsung dikarenakan Pembelajaran mandiri dengan e-modul kurang melibatkan interaksi langsung dengan guru atau teman, yang bisa membatasi diskusi atau klarifikasi jika ada materi yang sulit dipahami dan Potensi Kelelahan Mata sebab menggunakan e-modul dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan kelelahan mata karena membaca dari layar, terutama jika dilakukan terus menerus tanpa istirahat.

Pengembangan E-modul fluida statis yang dikaitkan dengan fenomena banjir bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA serta membuat siswa memahami apa itu mitigasi banjir. Topik fluida statis relevan karena pemahaman tentang prinsip tekanan dan gaya apung dalam cairan dapat membantu siswa mengaitkannya dengan fenomena 1 bencana banjir. E-modul ini memanfaatkan metode pembelajaran berbasis teknologi untuk menarik minat siswa dan menjadikan pembelajaran lebih kontekstual. Dengan mengaitkan konsep fisika dengan masalah nyata seperti banjir, siswa diharapkan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis yang penting dalam pengambilan keputusan di kehidupan sehari-hari.

Perkembangan teknologi pendidikan saat ini mendorong para pendidik untuk terus berinovasi dalam menciptakan sumber belajar yang lebih interaktif dan relevan dengan kebutuhan siswa. Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah penggunaan e-modul, yaitu modul pembelajaran elektronik yang dapat diakses secara fleksibel oleh siswa kapan saja dan di mana saja. E-modul ini menjadi solusi efektif dalam pembelajaran yang adaptif terhadap teknologi dan dapat disesuaikan dengan topik kontekstual yang dekat dengan kehidupan sehari-hari.

Materi fluida statis yang diajarkan di kelas XI SMA memiliki relevansi tinggi dengan fenomena alam yang sering terjadi di Palembang, seperti banjir. Banjir merupakan salah satu bencana alam yang hampir setiap tahun melanda berbagai wilayah di Palembang dan berdampak signifikan pada lingkungan serta kehidupan masyarakat. Hubungan materi fisika dengan fenomena banjir itu dapat kita kaitkan dengan materi fluida statis dimana fluida itu sendiri berhubungan dengan zat alir sehingga materi fluida statis ini dapat menjelaskan bagaimana keterkaitan ilmu fisika dengan fenomena alam yaitu banjir. Materi fluida statis yang berkaitan dengan fenomena banjir berpotensi tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep dasar fisika, tetapi juga menstimulasi kemampuan berpikir kritis mereka.

Dengan e-modul yang dirancang secara khusus untuk mengintegrasikan teori fluida statis dan peristiwa banjir. Diharapkan siswa dapat memahami konsep, melakukan analisis

kritis, serta menerapkan pemikiran mereka untuk mencari solusi berbasis ilmu pengetahuan. Seperti langkah-langkah mengatasi banjir atau cara mengurangi resiko banjir. Adapun maksud dari cara berpikir kritis adalah kemampuan untuk berpendapat dengan cara terorganisasi, dan merupakan kemampuan untuk mengevaluasi secara sistematis bobot pendapat pribadi dan pendapat orang lain (Sulistiani & Masrukan, 2016). Menurut (Herlina, 2025) berpikir kritis merupakan kemampuan yang sangat diperlukan pada zaman sekarang karena bertujuan untuk membuat keputusan yang tepat, menyelesaikan masalah secara efektif, memahami informasi secara mendalam, menghindari bias, dan mengambil tindakan berdasarkan fakta serta logika. Berpikir kritis merupakan suatu proses strategi untuk meminta penjelasan tentang sesuatu hal yang membuat rasa ingin tahu seseorang mengenai hal tersebut sekaligus merupakan cara seseorang dalam melihat suatu pernyataan, masalah ataupun gagasan secara objektif (Rachmayani, Noor, 2015). Indikator berpikir kritis antara lain Recognition of Assumptions, Analyzing Argument, Deduction, Information dan Conclusion (Inference) (Ni'mah, 2022). Adapun menurut (Agustiani et al., 2022) indikator berpikir kritis memiliki kriteria FRISC (Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity).

Hasil wawancara pra penelitian dengan guru fisika kelas XI SMA PGRI 2 Palembang, diperoleh informasi bahwa siswa belum pernah mendapatkan penjelasan mengenai bencana alam banjir pada pelajaran fisika materi fluida statis. Bahkan e-modul yang tersedia juga belum ada yang memuat materi bencana alam banjir. Menyebabkan siswa kurang menarik dengan pelajaran fisika karena hanya mempelajari masalah teori dan rumus saja tanpa adanya praktik. Berikut hasil dari wawancara pra penelitian bersama guru Fisika di SMA PGRI 2 Palembang:

INSTRUMEN WAWANCARA

Nama Sekolah : SMA PGRI 2 Palembang

Nama Guru : Wiwin Sari, S.Pd

Kelas yang diampu : XI. Pl. 2

NO	Pertanyaan	Benar	Salah
1	Apakah di SMA PGRI 2 Palembang mengajar dengan model PBL?	✓	
2	Apakah siswa pernah diberikan modul atau bahan ajar fisika yang terintegrasi kebencanaan?		✓
3	Apakah siswa sering diarahkan praktek setelah diberikan materi di setiap sub bab?		✓
4	Apakah model mengajar guru di kelas selalu memberikan siswa penjelasan mendetail seperti praktek atau menonton video Bersama?	✓	
5	Apakah guru di kelas mengajar dengan model ceramah saja?	✓	
6	Apakah minat siswa terhadap pembelajaran fisika cukup baik?		✓
7	Apakah modul ajar selama ini dapat meningkatkan cara berpikir kritis siswa?		✓
8	Apakah guru sering mengajak siswa untuk menganalisis suatu objek atau soal praktek yang ada di modul ajar?		✓

Gambar 1. Hasil wawancara bersama guru fisika

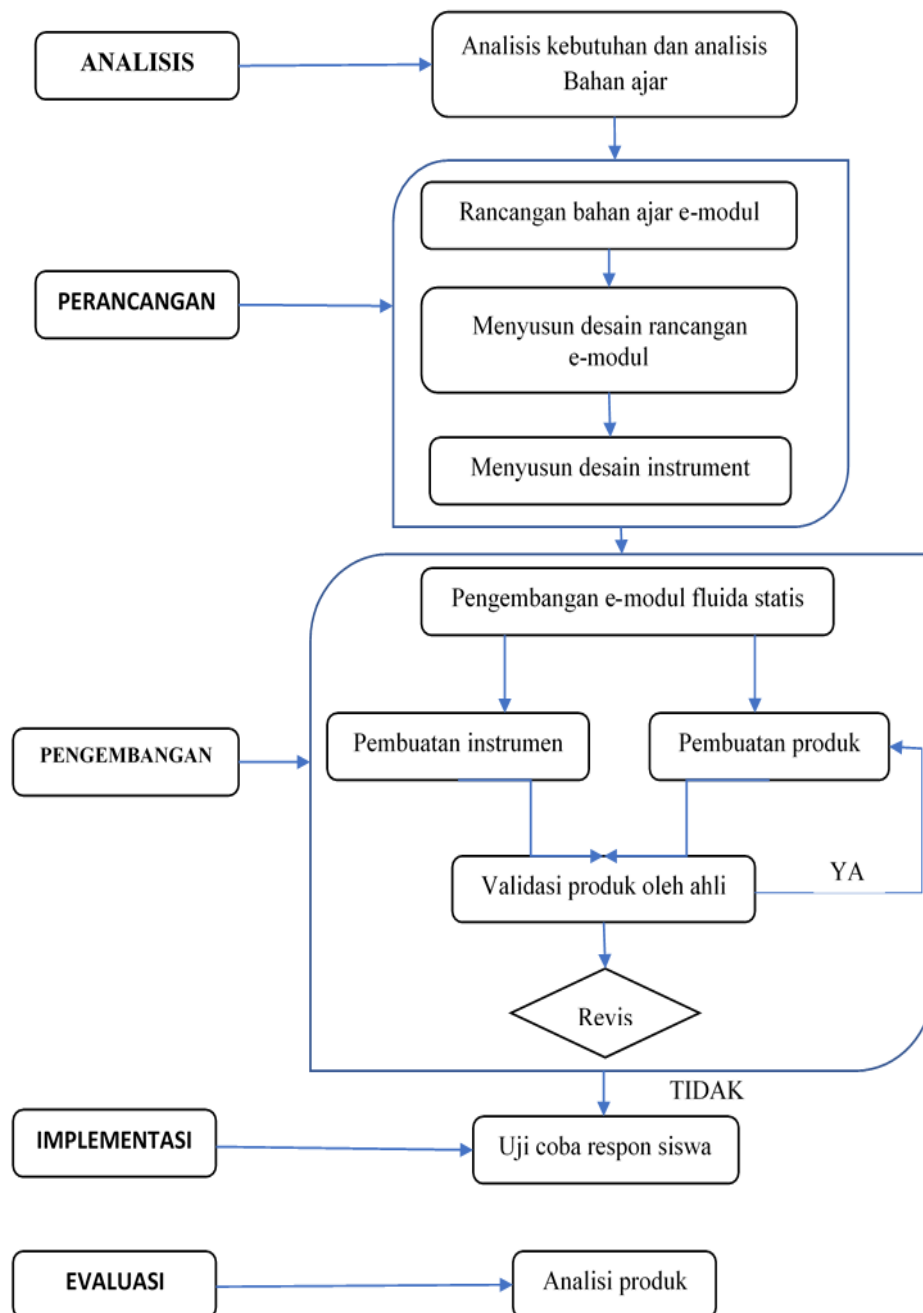
Hasil wawancara menunjukkan bahwa siswa sering merasa jenuh dengan pelajaran fisika dikarenakan model mengajar yang monoton contohnya hanya menjelaskan materi kemudian mencatat, dan latihan soal. Oleh karena itu, peneliti akan melaksanakan penelitian di sekolah ini guna untuk meningkatkan cara berpikir kritis siswa agar siswa lebih tertarik dan penasaran apa saja keterkaitan fisika dengan kehidupan sehari-hari terutama keterkaitan fisika dengan bencana alam. Dari hasil data wawancara peneliti mengambil aspek berpikir kritis sebagai acuan karena di sekolah tersebut siswa belum terlalu banyak diajarkan pembelajaran berbasis kebencanaan, bahkan guru yang mengajarpun masih terlalu monoton dan hanya sering mengajar dalam model ceramah, sehingga peneliti berencana mengembangkan e-modul berbasis kebencanaan dengan isi e-modul yang terdapat banyak praktek disetiap per sub-bab-nya, agar siswa dapat menganalisis serta dapat mengembangkan pemikiran yang lebih luas. E-modul ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama dalam memahami fenomena fisika yang berkaitan dengan lingkungan sekitar.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan untuk pembuatan e-modul ini adalah pengembangan (Research and Development). Metode ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Emzir (2007) bahwa penelitian pengembangan adalah penelitian dengan tujuan menghasilkan produk baru, dalam bidang pendidikan. Selain menggunakan metode penelitian R&D, penelitian ini juga menggunakan metode pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation). ADDIE model merupakan sebuah aktivitas pembelajaran yang memiliki karakter interaktif dengan beberapa langkah dasar pembelajaran yang efisien dinamis dan efektif (Mongi & Hendry, 2021). ADDIE model terdiri dari 5 fase yaitu analysis, design, developmet, implementation, dan evaluation. Secara garis besar tahapan dalam model ADDIE dijabarkan sebagai berikut:

1. Tahap Analisi (analysis)

Tahap analisis ini dilakukan dengan mengkaji aspek yang berguna untuk mengembangkan e-modul. Aspek tersebut meliputi kelayakan isi materi, dan media. Terdapat dua analisis untuk mengembangkan bahan ajar yaitu analisis kurikulum dan analisis pengembangan e-modul. Analisis kurikulum dilakukan dengan mengkaji Kurikulum Merdeka. Kurikulum Merdeka adalah pendekatan pembelajaran di Indonesia yang memberi keleluasaan bagi sekolah dan guru untuk menyesuaikan materi ajar dengan kebutuhan dan potensi siswa. Dalam penelitian ini, aspek kurikulum yang dikaji adalah pendekatan pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka yang berfokus pada pengembangan kompetensi dan karakter peserta didik, terutama kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta kolaborasi. Aspek ini dianalisis untuk memastikan kesesuaian materi dan strategi pembelajaran e-modul dengan tujuan kurikulum tersebut. Hal ini bertujuan agar E-modul yang dikembangkan, dapat digunakan oleh berbagai SMA/MA yang menggunakan Kurikulum Merdeka. Sedangkan, analisis pengembangan e-modul merupakan tahap mengumpulkan dan mengkaji referensi yang membahas mengenai isi e-modul.



Gambar 2. Alur penelitian E-modul model ADDIE

2. Tahap Perancangan (Design)

Tahap perancangan meliputi Penyusunan desain rancangan penelitian pengembangan e-modul fluida statis yang berkaitan dengan bencana alam banjir untuk meningkatkan cara berpikir dan Penyusunan desain instrumen penilaian, bertujuan menilai kelayakan produk yang dikembangkan.

3. Tahap Pengembangan (Development)

Pada bagian ini, e-modul fluida statis yang berkaitan dengan bencana alam banjir

untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa XI SMA akan dikembangkan berdasarkan hasil validasi ahli dan revisi produk.

4. Tahap Implementasi (Implementation)

Tahap selanjutnya adalah e-modul fluida statis yang berkaitan dengan bencana alam banjir yang akan diujikan kepada siswa. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan respon siswa terhadap kualitas e-modul yang dikembangkan. E-modul diujicobakan dalam skala kecil dengan mengambil sampel kelas XI IPA 2 di SMA PGRI 2 Palembang.

5. Tahap Evaluasi (Evaluation)

Evaluasi adalah proses untuk menganalisis produk e-modul yang dikembangkan. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui hasil penelitian terhadap pengembangan produk. Data-data yang diperoleh dianalisis sesuai kriteria yang ditetapkan.

Alur penelitian yang akan dilaksanakan peneliti berdasarkan model ADDIE ditunjukkan pada gambar 2.

Penelitian pengembangan didapatkan 3 macam jenis data yaitu analisis kevalidan, analisis kepraktisan produk, analisis tes.

1) Analisis Kevalidan

Dalam penelitian ini melakukan analisis kevalidan data yang akan digunakan yang diperoleh melalui angket respon ahli. Setelah angket diisi oleh para ahli, selanjutnya peneliti melakukan validasi dengan merekap skor yang didapatkan dari masing-masing para ahli setiap aspek menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Hasil Validasi} = \frac{\text{Jumlah skor validator}}{\text{Jumlah skor tertinggi}} \times 100\%$$

Setelah nilai hasil validasi diperoleh akan disesuaikan dengan kriteria validasi yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria validasi

Persentase (100%)	Kategori
86-100	Sangat Valid
70-86	Valid
56-70	Cukup Valid
0-56	Tidak Valid

Sumber: (Wulandari et al., 2019)

2) Analisis Kepraktisan Produk

Berdasarkan dari tahap one to one dan small group evaluation yang dilakukan pada e-modul berbasis PBL, pada materi fluida statis yang hasilnya akan disajikan sebagai berikut:

$$\text{Hasil Praktikalitas} = \frac{\text{Jumlah skor perolehan angket}}{\text{skor maksimal angket}} \times 100\%$$

Setelah nilai hasil praktikalitas diperoleh akan disesuaikan dengan kriteria validasi yang terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria kepraktisan

Persentase (100%)	Kategori
86-100	Sangat Praktis
70-86	Praktis
56-70	Kurang Praktis
0-56	Tidak Praktis

Sumber: (Wulandari et al., 2019)

3) Teknik Analisis Tes

Pada tahap analisis ini diberikan tes pretest yang diberikan sebelum menggunakan produk, sedangkan posttest diberikan setelah proses pembelajaran menggunakan produk yang dikembangkan. Tes dilakukan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa. Peningkatan hasil belajar siswa dapat dilihat dari nilai N-Gain hasil dari pretest dan posttest dengan rumus berikut:

$$N_{\text{Gain}} = \frac{SP_{\text{Posttest}} - SP_{\text{Pretest}}}{SM_{\text{Maximum}} - SP_{\text{Pretest}}}$$

Kriteria penilaian skor N-Gain dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. *Kategori penilaian N-Gain skor*

Kriteria nilai N-Gain	Kategori
Jika $N_{\text{gain}} \geq 0,7$	Tinggi
Jika $0,7 > N_{\text{gain}} \geq 0,3$	Sedang
Jika $N_{\text{gain}} < 0,3$	Rendah

Sumber: (Nurhayati & , Langlang Handayani, 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakuka di SMA PGRI 2 Palembang. Berdasarkan hasil dari wawancara bersama guru fisika yang menunjukkan bahwa sekolah tersebut belum banyak terdapat modul ajar yang berkaitan dengan kebencanaan. Maka dari itu, peneliti memilih sekolah tersebut sebagai lokasi untuk mengembangkan produk yang dibuat oleh peneliti. Dari penelitian tersebut Peneliti menggunakan penelitian dan pengembangan e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA yang diperoleh melalui beberapa tahap Model penelitian ADDIE (analysis, design, development, implementations, evaluations) yang digunakan pada penelitian ini. Sama halnya dengan penelitian (Vivien Pitriani et al., 2021) yang menyatakan persamaan dimana model ini efektif dalam menghasilkan media yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Sehingga dari kelima tahap itu peneliti dapat mengembangkan produk yang layak untuk dijadikan sarana pembelajaran pada era modern ini. Penelitian ini juga termasuk jenis penelitian dan pengembangan (R&D).

Media yang dikembangkan oleh peneliti berupa E-modul Fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA PGRI 2 Palembang dengan mengambil sampel di kelas XI. PI. 2. Seperti yang diketahui penelitian ini terdiri dari lima tahap, diantaranya:

1) Tahap Analyze

a) Analisis kebutuhan siswa dan wawancara guru

Tahap ini merupakan tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini. Wawancara dilakukan di SMA PGRI 2 Palembang pada tanggal 26 September 2024. Dari hasil wawancara peneliti memperoleh informasi bahwa penggunaan media pembelajaran atau e-modul di sekolah tersebut belum memuat media pembelajaran yang mengkaitkan bencana pada pelajaran fisika. Media yang digunakan selama ini hanya berupa buku cetak dan e-modul yang hanya memuat penjelasan materi fisika secara umum saja.

b) Analisis kurikulum dan Analisis Bahan Ajar

Analisis kurikulum dan bahan ajar dilakukan untuk mengetahui indikator pembelajaran yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka serta kebutuhan siswa dalam menghadapi isu kebencanaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa materi fluida statis relevan untuk dikembangkan dalam e-modul karena sesuai dengan capaian pembelajaran kelas XI semester genap. Selain itu, materi ini mendukung penguatan kompetensi siswa dalam berpikir kritis dan pemecahan masalah, sebagaimana ditekankan dalam Kurikulum Merdeka. Dari hasil analisis juga diketahui bahwa bahan ajar yang tersedia masih bersifat umum, sehingga perlu pengembangan e-modul tematik yang terintegrasi dengan konteks mitigasi bencana banjir agar lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa.

c) Analisis materi

Analisis materi dilakukan untuk mengidentifikasi topik yang sesuai dengan Kurikulum Merdeka, serta mendalami karakteristik isi yang dapat dikembangkan dalam e-modul. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika kelas XI di SMA PGRI 2 Palembang, diketahui bahwa materi fluida statis terdapat pada semester genap dan relevan untuk dimasukkan dalam konteks mitigasi bencana banjir. Materi ini memiliki keluasan cakupan konsep seperti tekanan, gaya apung, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, serta kedalaman analisis fisis yang memungkinkan pembelajaran berbasis pemecahan masalah.

Dari segi relevansi ilmiah, fluida statis merupakan bagian penting dalam fisika terapan yang mendukung pemahaman siswa terhadap fenomena kebencanaan seperti banjir. Aktualitas topik ini juga tinggi karena berkaitan langsung dengan isu lingkungan yang sering terjadi di Indonesia terutama di Palembang. Tingkat kesulitan materi berada pada level menengah, sesuai dengan kemampuan kognitif siswa kelas XI. Oleh karena itu, materi fluida statis memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan dalam e-modul tematik yang interaktif dan kontekstual.

2) Tahap Design

Setelah melakukan analisis, langkah berikutnya adalah pembuatan desain serta rancangan isi e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana banjir yang akan dikembangkan, terdiri dari merancang struktur, alur penggunaan dan isi e-modul.

3) Tahap Development

Tahap selanjutnya yaitu validasi e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana banjir oleh ahli materi, media, dan kebahasaan yang bertujuan untuk mengetahui dan memastikan bahwa media yang dikembangkan oleh peneliti memiliki isi yang sesuai materi dan tujuan pembelajaran.

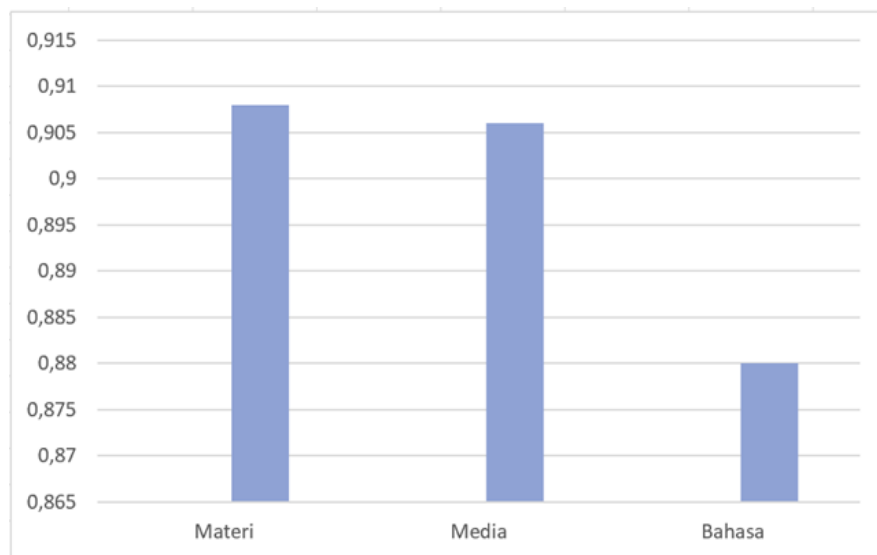
Hasil dari validasi dari tiga validator ahli yang terdiri dari dua dosen dimana masing-masing dosen tersebut dari program studi Pendidikan IPA dan Program studi Pendidikan Fisika dan satu guru pelajaran fisika di SMA PGRI 2 Palembang. Hasil validasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil validasi oleh validator

NO	Aspek Penilaian	Persentase
1	Ahli Materi	90,8%

2	Ahli Media	90,6%
3	Ahli Bahasa	88%
Jumlah		269,4%
Persentase (%)		90%

Berdasarkan penilaian validasi ahli pada materi menunjukkan bahwa hasil presentasi e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yaitu 90,8% dengan kriteria “sangat valid” sehingga e-modul layak digunakan dengan revisi. Berdasarkan penilaian validasi ahli pada media/desain menunjukkan bahwa hasil presentasi e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yaitu 90,6% dengan kriteria “sangat valid” sehingga e-modul layak digunakan dengan revisi. Berdasarkan penilaian validasi ahli pada bahasa menunjukkan bahwa hasil presentasi e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yaitu 88% dengan kriteria “sangat valid”. Hasil validasi ini juga memiliki kesamaan dengan hasil validasi penelitian (Hudha et al., 2017) yang menyatakan bahwa pengembangan bahan ajar atau e-modul sangat membantu dalam peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Pada penilaian validasi ahli pada bahasa menunjukkan bahwa hasil presentasi e-modul yang terintegrasi mitigasi banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yaitu 88% dengan kriteria “sangat valid”. Peneliti juga menyajikan grafik dari hasil penilaian keseluruhan validator terhadap e-modul agar lebih mudah membandingkan tiga aspek yang dinilai oleh para ahli.



Gambar 3. Hasil penilaian aspek ahli

4) Tahap Implementation

Tahap implementation ini dilakukan di SMA PGRI 2 Palembang pada siswa XI.PI.2. Ujicoba e-modul ini dibagi menjadi dua tahap yaitu one to one yang dilakukan sebanyak 3 siswa dan small group evaluation yang dilakukan sebanyak 9 siswa. Uji coba e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana banjir ini dilakukan dengan cara

membagikan angket respon siswa kepada siswa secara acak yang berisi 15 butir pertanyaan dan siswa diminta untuk mengisi angket ini sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan.

1. Tahap One to one

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui hasil respon siswa yang melibatkan tiga siswa kelas XI.PI.2 yang dipilih secara acak oleh peneliti. Hasil uji coba one to one ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil uji coba one to one

NO	Kode Siswa	Total Skor	Presentasi (%)	Kategori
1	Siswa 1	68	90,6%	Sangat Praktis
2	Siswa 2	68	90,6%	Sangat Praktis
3	Siswa 3	72	96%	Sangat Praktis
Persentase Rata-rata			92,4%	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil uji coba one to one diatas menunjukan bahwa hasil respon siswa terhadap e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa rata-rata sebesar 92,4% hasil ini menyatakan bahwa pada tahap one to one terhadap e-modul ini “sangat praktis”.

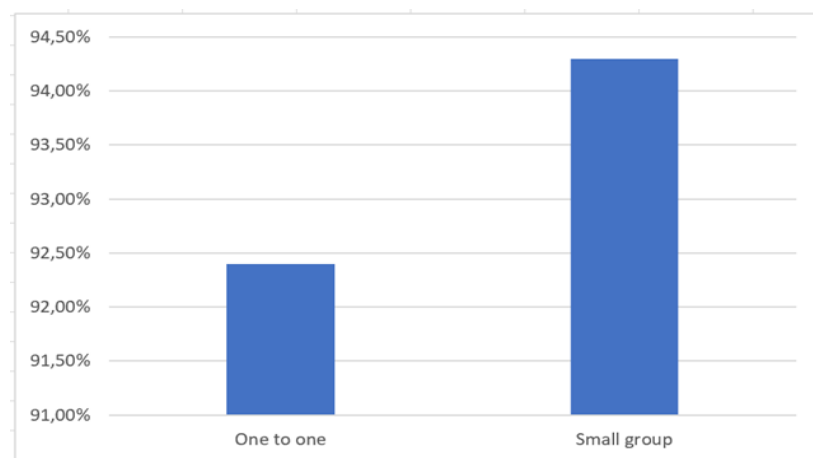
2. Tahap Small Group Evaluation

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap kepraktisan e-modul yang peneliti kembangkan. Pada uji coba ini melibatkan sepuluh siswa di kelas XI.PI.2. Hasil uji coba respons small group evaluation disajikan pada tabel berikut:

Tabel 6. Hasil uji coba small group

NO	Kode Siswa	Total Skor	Persentase (%)	Kategori
1	Siswa 1	69	92%	Sangat Praktis
2	Siswa 2	73	97,3%	Sangat Praktis
3	Siswa 3	74	98,6%	Sangat Praktis
4	Siswa 4	68	90,6%	Sangat Praktis
5	Siswa 5	74	98,6%	Sangat Praktis
6	Siswa 6	66	88%	Sangat Praktis
7	Siswa 7	73	97,3%	Sangat Praktis
8	Siswa 8	70	93,3%	Sangat Praktis
9	Siswa 9	70	93,3%	Sangat Praktis
Persentase Rata-rata			94,3%	Sangat Praktis

Berdasarkan uji coba small group diatas menunjukan bahwa hasil respon siswa terhadap e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA rata-rata sebesar 94,5%. Hasil ini menyatakan bahwa pada tahap small group evaluation terhadap e-modul “sangat praktis”. Hasil angket ini juga didukung oleh penelitian (Latifah et al., 2020) yang memiliki persamaan dengan penelitian ini dimana e-modul yang dikembangkan peneliti dapat membantu siswa sebagai sumber belajar, karena materi yang disajikan mudah dipahami serta dapat digunakan dimana saja dan kapan saja. E-modul ini juga dapat membantu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Peneliti juga menyajikan grafik terhadap hasil penilaian respon peserta didik terhadap e-modul pada tahap one to one dan small group sehingga lebih mudah untuk melihat hasil perbandingan dari masing-masing hasil penelitian.



Gambar 4. Hasil uji coba one to one dan small group

5) Tahap Evaluation

Tahap evaluation ini dilakukan pada uji coba lapangan yang bertujuan untuk melihat perbandingan tingkat pemahaman konsep fisika siswa pada saat menggunakan e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA apakah terdapat perbedaan atau tidak ketika diberikan perlakuan yang berbeda. Instrumen untuk mengukur tingkat pemahaman konsep fisika pada siswa terdiri dari 25 butir soal pilihan ganda dan terbagi menjadi dua tahap yaitu pretest dan post test.

Untuk menguji perbandingan peningkatan pemahaman konsep siswa terhadap e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA peneliti melakukan uji N-Gain melalui Microsoft excel untuk membandingkan rata-rata dari peningkatan pemahaman konsep siswa sebelum dan setelah menggunakan e-modul ini.

Tabel 7. *Peningkatan pemahaman konsep siswa*

PERHITUNGAN N-GAIN SCORE						
NO	Post test	Pre Test	Post-Pre	Skor Ideal (100-Pre)	N Gain Score	N Gain Score (%)
1	88	64	24	36	0,66	66
2	88	64	24	36	0,66	66
3	96	76	20	24	0,83	83
4	80	40	40	60	0,66	66
5	92	80	12	20	0,6	60
6	96	84	12	16	0,75	75
7	84	52	32	48	0,66	66
8	96	76	20	24	0,83	83
9	76	24	52	76	0,68	68
10	88	52	36	48	0,75	75
11	100	84	8	16	0,5	50
12	92	92	0	8	0	0
13	84	40	44	60	0,73	73
14	88	56	32	44	0,72	72
15	88	52	36	48	0,75	75
16	72	16	56	84	0,66	66
17	88	36	52	64	0,81	81
18	84	32	52	68	0,74	74
19	92	48	44	52	0,84	84
Mean	88	56,21053	31,36842	43,78947368	0,675263158	67,52631579

Tabel di atas menunjukkan rata-rata sebelum diberikan e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir adalah 56,21. Sedangkan rata-rata setelah diberikan e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana alam banjir adalah 88, maka terdapat perbedaan nilai rata-rata sebesar 31,36. Dari hasil tersebut terdapat perbedaan pemahaman konsep siswa sebelum dan sesudah diberi e-modul. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai N-Gain yang diperoleh “sedang” karena $0,7 > N_{\text{gain}} \geq 0,3$. Dan untuk hasil presentasi N-Gain score nya mencapai 67,99% yang menunjukkan bahwa penggunaan e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana banjir untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI SMA “cukup efektif”.

Dengan demikian, penelitian yang dilakukan peneliti dari tahap perencanaan, tahap pengembangan, dan tahap evaluasi dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran fisika berbasis problem based learning ini sangat valid, sangat praktis, dan memiliki efek potensial terhadap minat dan hasil belajar peserta didik sehingga layak digunakan dalam proses pembelajaran (Hakim & Lefudin, 2023). Hasil ini juga didukung oleh penelitian (Fitri Yuliana Dewi, Sugiarti, 2017) yang menunjukkan bahwa e-modul fluida statis yang terintegrasi mitigasi bencana banjir yang dikembangkan ini mampu meningkatkan keterampilan siswa dalam pelajaran fisika. Sama hal nya dengan penelitian (Irwan et al., 2022) yang menunjukkan hasil yang hampir sama dalam pengembangan e-modul ini yaitu mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa dalam proses pembelajaran.

SIMPULAN

Berdasarkan proses pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa e-modul fisika dengan materi fluida statis yang diintegrasikan dengan konteks mitigasi bencana banjir menunjukkan kualitas yang baik. Validasi dari para ahli menunjukkan bahwa e-modul ini memenuhi kriteria kelayakan dari segi isi, tampilan visual, dan penggunaan bahasa yang sesuai dengan karakteristik siswa. Selain itu, kepraktisan e-modul ini terbukti melalui hasil

uji coba dalam skala terbatas, di mana siswa dapat menggunakannya secara mandiri dan memberikan tanggapan positif terhadap tampilan serta isi materi yang disajikan. Lebih lanjut, penggunaan e-modul ini juga menunjukkan adanya potensi efek positif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini terlihat dari meningkatnya pemahaman siswa terhadap konsep fisika serta kemampuan mereka dalam mengaitkan materi dengan peristiwa nyata seperti banjir, yang sering terjadi di lingkungan sekitar mereka.

Dari hasil uji coba yang dilakukan, terlihat adanya peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan e-modul tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis digital yang relevan dengan kehidupan sehari-hari dapat mempermudah pemahaman siswa dan mendorong mereka untuk berpikir lebih kritis serta analisis. Dengan adanya pengaitan antara konsep fluida statis dan fenomena banjir yang sering terjadi di sekitar siswa, pembelajaran terasa lebih nyata dan bermakna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dengan caranya masing-masing, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afkar, I. F., & Hartono, R. (2017). Universitas Negeri Malang Universitas Negeri Malang 135. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 3(2), 135–146.
- Agustiani, N., Setiani, A., & Lukman, H. S. (2022). Pengembangan Instrumen Tes PLSV Berdasarkan Indikator Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 3(2), 107–119. <https://doi.org/10.34312/jmathedu.v3i2.15837>
- Ainiyah, R., Putri, R. F., & Sauqina, S. (2023). Pengembangan E-Modul Google Classroom Berbasis Project Based Learning Di Smpn 1 Danau Panggang Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal IPA Terpadu*, 7(2), 198. <https://doi.org/10.35580/ipaterpadu.v7i2.48389>
- Balahanti, R., Mononimbar, W., & Gosal, P. H. (2023). Analisis Tingkat Kerentanan Banjir Di Kecamatan Singkil Kota Manado. *Jurnal Spasial*, 11, 69–79. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/spasial/article/download/51447/44169/121650>
- Fitri Yuliana Dewi, Sugiarti, L. (2017). *Pengembangan Video Pembelajaran Berbantuan Sparkol Videoscribe untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa di SMA*. 6(1), 69–78.
- Hakim, L., & Lefudin, L. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X Di Sma. *Jurnal Kumparan Fisika*, 6(1), 65–74. <https://doi.org/10.33369/jkf.6.1.65-74>
- Haristah, H., Azka, A., Setyawati, R. D., & Albab, I. U. (2019). Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika Pengembangan Modul Pembelajaran. *Jurnal Matematikan Dan Pendidikan Matematika*, 1(5), 224–236.
- Hasanah, I., Wahyuni, S., & Bachtiar, R. W. (2016). Pengembangan Modul Mitigasi Bencana Berbasis Potensi Lokal yang Terintegrasi dalam Pelajaran IPA di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(3), 226–234. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/4064>
- Herlina, D. (2025). *Peran Literasi Digital dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis untuk Mendukung Pengambilan Keputusan yang Efektif*. 12(01), 1501–1505.
- Hudha, M. N., Aji, S., & Rismawati, A. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika

- Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *SEJ (Science Education Journal)*, 1(1), 36–51. <https://doi.org/10.21070/sej.v1i1.830>
- Irwan, A. A., Lubis, P. H. M., & Lefudin, L. (2022). Penerapan Model Discovery Learning Berbantuan Software Tracker Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(1), 27. <https://doi.org/10.31851/luminous.v3i1.7079>
- Latifah, N., Ashari, & Setyadi Kurniawan, E. (2020). Pengembangan e-Modul Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jips: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 01(1), 1–7. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jips>
- Marlina, A. (2023). Analisis Tingkat Kerentanan Banjir Di Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 22–29. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v13i1.961>
- Mongi, N. S., & Hendry, H. (2021). Analisis Pengembangan dan Implementasi System E-learning Untuk Meningkatkan pengetahuan Agent Menggunakan Metode ADDIE Model (Study Kasus: PT.Global Infotech Solution). *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 2(3), 269. <https://doi.org/10.30865/json.v2i3.2920>
- Ni'mah, N. (2022). Analisis Indikator Berpikir Kritis Terhadap Karakter Rasa Ingin Tahu dalam Kurikulum 2013. *Anterior Jurnal*, 22(Special-1), 118–125. <https://doi.org/10.33084/anterior.v22ispecial-1.3220>
- Nurhayati, H., & , Langlang Handayani, N. W. (2020). Jurnal basicedu. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3(2), 524–532. <https://journal.uui.ac.id/ajie/article/view/971>
- Purwaningtyas, W. D. D., & Hariyadi, I. (2017). Pengembangan modul elektronik berbasis online dengan program edmodo. *Jurnal Pendidikan*, 2(1), 123, 121–129. journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/download/8471/4100
- Qurrotaini, L., Amanda Putri, A., Susanto, A., & Sholehuddin, S. (2022). Edukasi Tanggap Bencana Melalui Sosialisasi Kebencanaan Sebagai Pengetahuan Anak Terhadap Mitigasi Bencana Banjir. *AN-NAS: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 35. <https://doi.org/10.24853/an-nas.2.1.35-42>
- Rachmayani, Noor, A. (2015). *Langkah-langkah Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Siswa*. 2(1), 6.
- Ramadhani, Siswanto, A., & Teddy, L. (2020). Analisis Penyebab Terjadinya Banjir Pada Pemukiman Kumuh Di Kecamatan Ilir Barat I Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2019, November*, 52–58.
- Sulistiani, E., & Masrukan. (2016). Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika untuk Menghadapi Tantangan MEA. *Seminar Nasional Matematika X Universitas Semarang*, 605–612.
- Vivien Pitriani, N. R., Wahyuni, I. G. A. D., & Gunawan, I. K. P. (2021). Penerapan Model Addie Dalam Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Lectora Inspire Pada Program Studi Pendidikan Agama Hindu. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 515–532. <https://doi.org/10.37329/cetta.v4i3.1417>
- Wulandari, S., Darma, Y., & Susiaty, U. D. (2019). Pengembangan Modul Berbasis Pendekatan Realistic Mathematics Education (Rme) Terhadap Pemahaman Konsep. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 8(1), 143. <https://doi.org/10.31571/saintek.v8i1.1179>