

Pengembangan E-Modul Berbasis STEM Berbantuan Heyzine Flipbook pada Pembelajaran Fisika Materi Fluida Statis

Gloryana Ro Sondang Lumban Batu ^{1*}, Rahmatsyah²

^{1,2} Universitas Negeri Medan, Indonesia

* gloryanalumbanbatu@gmail.com

Abstrak

Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya pengembangan media pembelajaran digital interaktif berbasis STEM yang inovatif untuk meningkatkan pemahaman konsep fluida statis dan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI di SMA Negeri 17 Medan. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya kebutuhan terhadap bahan ajar berupa *e-modul* yang dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi fisika. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui validitas, praktikalitas, dan efektivitas dari *e-modul* berbasis STEM berbantuan *heyzine flipbook* pada materi fluida statis di SMA Negeri 17 Medan. Metode pengembangan yang digunakan adalah ADDIE yang terdiri dari lima tahapan, yaitu *Analysis, Design, Development, Implemetation, Evaluation*. Instrumen dalam penelitian ini adalah angket validasi ahli materi, angket validasi ahli media, angket respon guru serta angket respon siswa terhadap *e-modul*. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi, wawancara, pengisian angket validasi, serta tes hasil belajar. Hasil validasi ahli media dan ahli materi secara keseluruhan menunjukkan kriteria sangat layak, dimana tingkat kelayakan media 91% dan kelayakan materi 87%. Tingkat kepraktisan dapat dilihat dari respon guru sebesar 93% dan respon peserta didik kelompok besar dan kelompok kecil sebesar 84% dan 83% dengan kategori sangat praktis. Hasil uji efektivitas dengan *n-gain* diperoleh skor 0,71 dengan kategori efektif. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dinyatakan bahwa *e-modul* fisika yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif digunakan pada pembelajaran fisika. *E-modul* yang dikembangkan dapat membantu siswa dalam memahami materi fluida statis.

Kata Kunci: *E-Modul, STEM, Heyzine Flipbook, Fluida Statis*

Pendahuluan

Pendidikan memegang peranan penting dalam upaya mengelola serta melestarikan lingkungan dan sumber daya alam. Melalui pendidikan, diharapkan terjadi perubahan pada cara berpikir, sikap, dan perilaku manusia. Pemerintah terus berusaha mewujudkan pendidikan yang adil sekaligus berkualitas. Suatu pendidikan dapat disebut berkualitas tinggi apabila mencakup mutu dalam proses maupun hasilnya (Piyona et al., 2025). Dengan kata lain, proses pendidikan yang baik akan menghasilkan produk yang baik pula. Oleh sebab itu, pendidikan yang mampu menjawab kebutuhan serta harapan masyarakat dipandang sebagai pendidikan yang berkualitas tinggi (Hadiprayitno et al., 2022; Razi, 2024).

Berdasarkan data Survei Ekonomi Nasional tahun 2023, tingkat kelulusan sekolah dasar di Indonesia mencapai 97,83%, yang menunjukkan bahwa hampir seluruh anak usia 13–15 tahun telah berhasil menuntaskan pendidikan dasar. Pada jenjang pendidikan berikutnya, yaitu sekolah menengah pertama, tingkat kelulusan mengalami penurunan menjadi 90,44%. Meskipun angka tersebut masih tergolong tinggi, penurunan ini mengindikasikan mulai munculnya tantangan dalam mempertahankan keberlanjutan pendidikan peserta didik (Chaeron et al., 2019). Kondisi yang lebih mengkhawatirkan terlihat pada jenjang sekolah menengah atas, di mana tingkat

kelulusan hanya mencapai 66,79%. Pola penurunan ini mencerminkan adanya kecenderungan berkurangnya partisipasi dan keberhasilan siswa dalam menyelesaikan pendidikan seiring dengan meningkatnya jenjang Pendidikan (Lasara et al., 2025). Faktor-faktor seperti rendahnya motivasi belajar, kesulitan akademik, serta persepsi terhadap mata pelajaran yang dianggap sulit diduga turut berkontribusi terhadap rendahnya tingkat kelulusan pada jenjang pendidikan menengah atas, sehingga diperlukan upaya strategis untuk meningkatkan kualitas dan daya tarik pembelajaran di tingkat tersebut (Dirkesra, 2023; Sari et al, 2023).

Data Kementerian Pendidikan Indonesia menunjukkan bahwa kurang dari 50% peserta didik berhasil mencapai tingkat kecakapan numerasi minimum. Tingkat kecakapan ini merujuk pada kemampuan memanfaatkan gagasan, metode, fakta, serta sumber daya matematika untuk menyelesaikan permasalahan nyata dalam berbagai konteks yang relevan. Oleh karena itu, diperlukan upaya berkelanjutan untuk mendorong peserta didik mencapai kompetensi numerasi dasar tersebut (Kemendikbud, 2023; Sinaga et al, 2022).

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti pada tahun 2024 dengan guru fisika kelas XI SMA Negeri 17 Medan, Ibu Riris Eva Solina Barus, diperoleh informasi bahwa minat belajar siswa terhadap mata pelajaran fisika masih tergolong rendah. Kondisi tersebut tercermin dari masih banyaknya siswa yang belum mampu mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada saat pelaksanaan ujian sekolah. Guru menyampaikan bahwa sebagian besar siswa memiliki anggapan awal bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit karena banyak melibatkan konsep abstrak, perhitungan matematis, serta pemahaman konsep yang saling berkaitan (Fajri et al., 2025). Persepsi negatif ini berdampak pada menurunnya motivasi belajar siswa, sehingga mereka cenderung kurang aktif dalam proses pembelajaran dan tidak memiliki dorongan yang kuat untuk memahami materi secara mendalam. Akibatnya, proses pembelajaran belum berjalan secara optimal dan hasil belajar siswa masih belum sesuai dengan harapan yang ditetapkan oleh sekolah (Ramdhani et al., 2024). Penggunaan bahan ajar di sekolah saat ini masih berfokus dengan buku paket (Budianto et al., 2021). Sumber belajar lain yang digunakan adalah video pembelajaran dan PPT (Muslimin et al, 2025).

Selama pembelajaran di kelas, pemanfaatan teknologi cukup terbatas yaitu hanya menggunakan proyektor untuk menampilkan gambar dan video yang berkaitan dengan materi saja. Jika hal ini terus dilakukan secara berulang, maka tidak akan memberikan tambahan pengalaman baru bagi siswa dalam belajar. Pada akhir wawancara, saat ditanyakan mengenai *e-modul*, guru menyatakan bahwa diperlukan pengembangan *e-modul* guna mendukung pemahaman dan meningkatkan hasil belajar didik terhadap materi fisika.

Hasil observasi awal di SMAN Negeri 17 Medan menunjukkan bahwa mayoritas siswa kelas XI mengalami kesulitan dalam memahami fisika, dengan 54,2% siswa menyatakan cukup sulit dan 34,2% menyatakan sulit hingga sangat sulit, serta materi fluida statis termasuk materi yang kurang diminati oleh siswa. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa konsep fluida statis merupakan salah satu materi fisika yang sulit dipahami siswa karena menuntut kemampuan visualisasi dan pemahaman konsep abstrak yang tinggi, sehingga diperlukan dukungan media dan pendekatan pembelajaran yang tepat (Pratama et al., 2022). Selain itu, penelitian terdahulu juga menegaskan bahwa kesulitan belajar fisika, termasuk pada topik fluida, banyak disebabkan oleh miskonsepsi konseptual dan pendekatan pembelajaran yang kurang menekankan pada pemahaman mendalam (*deep conceptual understanding*), sehingga siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna fisisnya secara utuh.

Solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan rendahnya minat dan hasil belajar fisika siswa adalah dengan memilih pendekatan pembelajaran yang tepat, salah satunya melalui penerapan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) (Södervik et al., 2021). Pendekatan STEM memberikan kesempatan kepada guru untuk merancang pembelajaran yang lebih bermakna dengan mengintegrasikan konsep sains dengan teknologi, rekayasa, dan matematika dalam konteks permasalahan nyata (Yohamintin et al, 2022). Melalui pendekatan ini, peserta didik tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep secara teoritis, tetapi juga dilibatkan secara aktif dalam proses berpikir kritis, pemecahan masalah, dan penerapan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari (Yunita et., 2024). Keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran STEM diharapkan mampu meningkatkan motivasi belajar, memperdalam pemahaman konsep fisika, serta mendorong tercapainya hasil belajar yang lebih optimal. Oleh karena itu, penerapan pendekatan STEM menjadi salah satu alternatif strategis yang relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di jenjang sekolah menengah atas (Simanjuntak et al, 2024; Yusuf et al., 2020).

Berdasarkan pemaparan di atas, untuk mengetahui bagaimana perkembangan pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) terhadap hasil belajar fisika pada materi Fluida Statis, serta mencoba memperbaiki masalah-masalah yang sebelumnya dihadapi oleh peneliti mengenai pendekatan pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), maka dengan ini peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul : “Pengembangan *E-modul* Berbasis STEM Berbantuan *Heyzine Flipbook* Pada Materi Fluida Statis di Kelas XI SMA Negeri 17 Medan”.

Novelty penelitian ini terletak pada pengembangan *e-modul* fisika berbasis STEM yang diintegrasikan dengan platform *Heyzine Flipbook* pada materi Fluida Statis untuk siswa kelas XI SMA. Berbeda dari *e-modul* konvensional yang umumnya bersifat statis atau hanya berbasis PDF, *e-modul* ini dirancang interaktif dengan tampilan flipbook digital yang menarik, memuat integrasi unsur *Science, Technology, Engineering*, dan *Mathematics* (STEM) secara kontekstual melalui aktivitas pemecahan masalah, simulasi sederhana, dan proyek mini yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, pemanfaatan *Heyzine Flipbook* sebagai media pembelajaran masih relatif jarang digunakan dalam pembelajaran fisika di tingkat SMA, khususnya pada materi fluida statis, sehingga memberikan kebaruan dari sisi media, pendekatan pembelajaran, dan konten interaktif yang mendukung pembelajaran mandiri siswa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menghasilkan *e-modul* berbasis STEM berbantuan *Heyzine Flipbook* pada materi Fluida Statis yang valid, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran fisika kelas XI SMA Negeri 17 Medan. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep fluida statis, keterampilan berpikir kritis, serta kemampuan pemecahan masalah siswa melalui pembelajaran yang interaktif dan terintegrasi STEM, sekaligus menyediakan bahan ajar digital yang inovatif dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 17 Medan yang beralamat di Jalan Jamin Ginting Km 13, Kota Medan, Sumatera Utara. Pelaksanaan penelitian berlangsung pada bulan Juli hingga Agustus semester genap tahun ajaran 2024/2025. Subjek penelitian adalah seluruh peserta didik kelas XI-G SMA Negeri 17 Medan yang berjumlah 35 orang siswa, yang terdiri atas 17 siswa laki-laki dan 18 siswa perempuan. Pemilihan kelas XI-G sebagai subjek penelitian didasarkan pada pertimbangan kesesuaian materi fluida statis dengan kompetensi dasar yang dipelajari

pada kelas XI serta hasil observasi awal yang menunjukkan masih rendahnya minat dan hasil belajar fisika siswa pada kelas tersebut. Objek penelitian dalam penelitian ini adalah e-modul berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) berbantuan *Heyzine Flipbook* pada materi fluida statis. E-modul yang dikembangkan dirancang untuk membantu peserta didik memahami konsep fluida statis secara lebih kontekstual, interaktif, dan bermakna melalui integrasi unsur sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam proses pembelajaran.

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development/R&D*) dengan menggunakan model ADDIE, yang meliputi lima tahapan, yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (implementasi), dan *Evaluation* (evaluasi). Melalui tahapan tersebut, produk berupa *e-modul* yang dikembangkan akan melalui proses perancangan, pengembangan, serta pengujian secara bertahap. Sebelum disebarluaskan, *e-modul* terlebih dahulu diuji kevalidan dan kelayakannya melalui penilaian para ahli dan pengguna. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi, wawancara, pengisian angket validasi, serta tes hasil belajar. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis data kualitatif dan kuantitatif, di mana analisis kualitatif digunakan untuk mengkaji masukan dan saran, sedangkan analisis kuantitatif digunakan untuk mengolah skor penilaian dan hasil tes guna menentukan kualitas produk yang dikembangkan.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi, wawancara, pengisian angket validasi, serta tes hasil belajar. Observasi dan wawancara digunakan untuk memperoleh data awal terkait kondisi pembelajaran dan kebutuhan peserta didik, sedangkan angket validasi dimanfaatkan untuk menilai kelayakan *e-modul* yang dikembangkan berdasarkan penilaian para ahli. Tes digunakan untuk mengukur pemahaman dan peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan *e-modul*. Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis kualitatif dan kuantitatif, di mana data kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan masukan, kritik, dan saran dari para ahli maupun responden, sementara data kuantitatif digunakan untuk mengolah skor hasil validasi dan tes guna menentukan tingkat kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas *e-modul* yang dikembangkan.

Teknik analisis data kualitatif dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber data nonangka, yaitu hasil wawancara tertulis, serta kritik dan saran yang diberikan oleh ahli materi, ahli media, guru fisika, dan peserta didik kelas XI. Data tersebut dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kebutuhan pembelajaran, mengevaluasi kelebihan dan kekurangan *e-modul* yang dikembangkan, serta menjadi dasar dalam melakukan perbaikan dan penyempurnaan produk agar sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik.

Teknik analisis data kuantitatif dalam penelitian ini diperoleh melalui pengolahan hasil penyebaran angket penilaian yang diberikan kepada ahli materi, ahli media, guru fisika, serta peserta didik terhadap *e-modul* yang dikembangkan menggunakan aplikasi *Heyzine Flipbook*. Data kuantitatif berupa skor penilaian dianalisis secara statistik deskriptif untuk menentukan tingkat kevalidan, kepraktisan, dan kelayakan *e-modul* sebagai bahan ajar digital dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi fluida statis.

Hasil

Hasil dari penelitian pengembangan ini yaitu sebuah *e-modul* berbasis STEM pada materi fluida statis kelas XI SMA yang memenuhi kriteria yakni valid, praktis, dan efektif sehingga *e-modul* layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah.

Validitas E-Modul

Hasil Validasi Oleh Ahli Materi

Tabel 1. Hasil Penilaian Ahli Materi

No.	Aspek	%Skor	Kriteria
1.	Penyajian	87%	Sangat Valid
2.	Isi	83%	Sangat Valid
3.	Bahasa	86%	Sangat Valid
4.	Komponen STEM	87%	Sangat Valid
Rata-Rata Skor		86%	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 1, hasil penilaian ahli materi, diperoleh nilai persentase untuk aspek penyajian adalah 90% dengan kategori sangat valid, aspek isi adalah 86% dengan kategori sangat valid, aspek bahasa adalah 87% dengan kategori sangat valid, dan aspek komponen STEM adalah 87% dengan kategori sangat valid. Dengan demikian, berdasarkan rekapitulasi tersebut diperoleh skor rata-rata yakni 87% dengan kategori sangat valid.

Hasil Validasi Oleh Ahli Media

Tabel 2. Hasil Penilaian Ahli Media

No.	Aspek	%Skor	Kriteria
1.	Penyajian	94%	Sangat Valid
2.	Kualitas teks	100%	Sangat Valid
3.	Navigasi	100%	Sangat Valid
4.	Kualitas audio	60%	Cukup Valid
5.	Kemudahan dalam penggunaan	100%	Sangat Valid
Rata-Rata Skor		91%	Sangat Valid

Aspek penyajian adalah 94% dengan kategori sangat valid, aspek kualitas teks adalah 100% dengan kategori sangat valid, aspek navigasi adalah 100% dengan kategori sangat valid, aspek kualitas audio adalah 60% dengan kategori cukup valid, dan aspek kemudahan dalam penggunaan adalah 100% dengan kategori sangat valid. Dengan demikian, berdasarkan rekapitulasi tersebut diperoleh skor rata-rata yakni 91% dengan kategori sangat valid, sehingga *e-modul* yang dikembangkan oleh peneliti pada materi Fluida dapat diberikan pada kelompok kecil dan kelompok besar.

Praktikalitas E-Modul

Hasil Rekapitulasi Respon Pendidik

Tabel 3. Hasil Respon Pendidik

No.	Aspek	%Skor	Kriteria
1.	Penyajian	95%	Sangat Praktis
2.	Isi	90%	Sangat Praktis
3.	Tampilan	93%	Sangat Praktis
4.	Kualitas audio	100%	Sangat Praktis
5.	Kemudahan dalam penggunaan	100%	Sangat Praktis
Rata-Rata Skor		93%	Sangat Praktis

Berdasarkan hasil penilaian, diperoleh nilai persentase untuk aspek penyajian adalah 95% dengan kategori sangat praktis, aspek isi memperoleh persentase 90% dengan kategori sangat praktis, aspek tampilan memperoleh persentase 93% dengan kategori sangat praktis, aspek kualitas audio memperoleh persentase 100% dengan kategori sangat praktis, dan aspek kemudahan dalam penggunaan memperoleh persentase 100% dengan kategori sangat praktis. Secara keseluruhan, *e-modul* yang dikembangkan telah mendapatkan rata-rata skor persentase 93%, dengan demikian *e-modul* sangat praktis digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

Hasil Respon Uji Kelompok Kecil

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Respon Uji Kelompok Kecil

No	Pernyataan	Persentase
1	<i>E-modul</i> ini membuat saya memiliki minat tinggi untuk mengikuti pelajaran Fisika materi Fluida Statis	90%
2	<i>E-modul</i> ini sangat menarik dan interaktif	84%
3	<i>E-modul</i> ini membuat semangat belajar saya menurun	30%
4	<i>E-modul</i> ini membuat saya bingung untuk memahami materi Fluida Statis	36%
5	<i>E-modul</i> ini membuat saya termotivasi untuk berprestasi	86%
6	Dengan <i>e-modul</i> ini membuat saya mengingat lebih lama materi Fluida Statis	82%
7	<i>E-modul</i> membuat saya merasa kesulitan untuk mengingat konsep pelajaran	32%
8	<i>E Modul</i> membuat saya malas menyimak materi pelajaran	38%
9	<i>E Modul</i> membuat saya lebih berani mengungkapkan pendapat	84%
10	Metode pembelajaran dalam <i>e-modul</i> memudahkan saya dalam memahami pelajaran Fisika	82%
11	<i>E Modul</i> membuat saya takut mengungkapkan pendapat	36%
12	<i>E Modul</i> ini membuat saya merasa tidak paham meskipun sudah membaca materinya berulang	34%
13	<i>E-modul</i> membuat belajar Fisika lebih mudah	80%
14	<i>E-modul</i> dapat menghilangkan kesalahpahaman saya pada materi Fluida Statis	80%
15	<i>E-modul</i> tidak memberikan tantangan untuk berpikir lebih dalam	38%
16	Fitur dalam <i>e-modul</i> tidak membuat saya lebih aktif atau tertarik belajar	36%
17	<i>E-modul</i> dapat digunakan untuk belajar secara mandiri	82%
18	<i>E-modul</i> mendorong saya untuk berpikir kritis dan kreatif	84%
19	<i>E-modul</i> membuat saya kesulitan belajar sendiri tanpa bimbingan guru	32%
20	<i>E-modul</i> membuat saya merasa tidak percaya diri saat berdiskusi	28%

Berdasarkan hasil respon peserta didik, terlihat bahwa *e-modul* berbasis digital memiliki daya tarik bagi peserta didik. Hal ini tampak dari pernyataan positif yang diberikan dengan nilai rata-rata sebesar 83%, yang menunjukkan bahwa *e-modul* mampu meningkatkan motivasi belajar, serta mendukung peserta didik dalam proses pembelajaran. Persentase pernyataan negatif hanya mencapai 34%, yang menunjukkan sebagian besar peserta didik tidak setuju terhadap pernyataan negatif yang diajukan. Dengan demikian, rendahnya persentase pernyataan negatif semakin memperkuat bahwa *e-modul* yang dikembangkan dinilai efektif dan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Hasil Respon Uji Kelompok Besar

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Respon Kelompok Besar

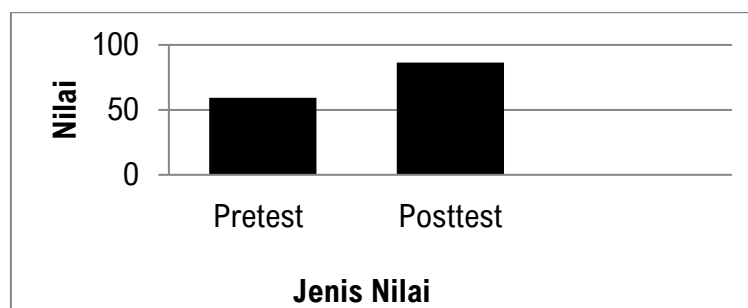
Nomor Item	Pernyataan	Persentase
1	<i>E-modul</i> ini membuat saya memiliki minat tinggi untuk mengikuti pelajaran Fisika materi Fluida Statis	88%
2	<i>E-modul</i> ini sangat menarik dan interaktif	84%
3	<i>E-modul</i> ini membuat semangat belajar saya menurun	26%
4	<i>E-modul</i> ini membuat saya bingung untuk memahami materi Fluida Statis	37%
5	<i>E-modul</i> ini membuat saya termotivasi untuk berprestasi	85%
6	Dengan <i>E Modul</i> ini membuat saya mengingat lebih lama materi Fluida Statis	84%
7	<i>E-modul</i> membuat saya merasa kesulitan untuk mengingat konsep pelajaran	32%
8	<i>E Modul</i> membuat saya malas menyimak materi pelajaran	38%
9	<i>E Modul</i> membuat saya lebih berani mengungkapkan pendapat	85%
10	Metode pembelajaran dalam <i>e modul</i> memudahkan saya dalam memahami pelajaran Fisika	84%
11	<i>E Modul</i> membuat saya takut mengungkapkan pendapat	30%
12	<i>E Modul</i> ini membuat saya merasa tidak paham meskipun sudah membaca materinya berulang	35%
13	<i>E-modul</i> membuat belajar Fisika lebih mudah	84%

Nomor Item	Pernyataan	Persentase
14	<i>E-modul</i> dapat menghilangkan kesalahpahaman saya pada materi Fluida Statis	82%
15	<i>E-modul</i> tidak memberikan tantangan untuk berpikir lebih dalam	33%
16	Fitur dalam <i>e-modul</i> tidak membuat saya lebih aktif atau tertarik belajar	37%
17	<i>E-modul</i> dapat digunakan untuk belajar secara mandiri	84%
18	<i>E-modul</i> mendorong saya untuk berpikir kritis dan kreatif	84%
19	<i>E-modul</i> membuat saya kesulitan belajar sendiri tanpa bimbingan guru	30%
20	<i>E-modul</i> membuat saya merasa tidak percaya diri saat berdiskusi	28%

Berdasarkan hasil respon peserta didik pada Tabel 5. terlihat bahwa *e-modul* fluida statis menarik dan interaktif bagi peserta didik. Hal ini tampak dari pernyataan positif yang diberikan dengan nilai rata-rata sebesar 84%, yang menunjukkan bahwa *e-modul* mampu meningkatkan minat belajar melalui materi dan komponen pembelajaran yang disajikan. Sementara itu, persentase pernyataan negatif hanya mencapai 33%, yang berarti sebagian besar peserta didik tidak setuju terhadap pernyataan negatif yang diajukan. Dengan demikian, rendahnya persentase pernyataan negatif semakin memperkuat bahwa *e-modul* yang dikembangkan dinilai layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Efektivitas E-Modul

Perolehan nilai untuk *pretest* siswa dengan skor terendah adalah 40 dan skor tertinggi adalah 80 dengan nilai rata-rata keseluruhan yaitu 59,4. Setelah nilai *pretest* diperoleh, maka peneliti memberikan *e-modul* materi fluida statis untuk siswa selama kegiatan pembelajaran. *Posttest* diberikan pada siswa di pertemuan akhir dengan soal yang berbeda. Berdasarkan data yang diperoleh, maka nilai *posttest* untuk skor terendah adalah 70 dan skor tertinggi adalah 100 dengan rata-rata skor 87,2. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perubahan hasil belajar siswa menjadi semakin meningkat sebelum dan sesudah menggunakan *e-modul*.



Gambar 1. Nilai Rata-Rata Pretest dan Posttest

Efektivitas *e-modul* terhadap hasil belajar siswa diukur menggunakan standar *N-gain* dengan kriteria yang telah ditetapkan. Perhitungan nilai *gain* diperoleh setelah mencari skor rata-rata dari *pretest* dan *posttest*. Hasil test *pretest* dan *posttest* dimuat pada Tabel 11S berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan *N-Gain*

Kategori	Frekuensi	Rata-Rata
Tinggi	10	0,71
Sedang	14	(Tinggi)
Rendah	1	

Berdasarkan tabel diperoleh nilai *gain* sebesar 0,71 dengan kategori tinggi. Nilai tersebut menunjukkan bahwa produk pengembangan yaitu *e-modul* fluida statis dapat dikategorikan sangat efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa di kelas XI. Efektivitas tersebut tercermin dari peningkatan pada capaian belajar setelah penggunaan *e-modul* dalam pembelajaran.

Pembahasan

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi, *e-modul* berbasis STEM berbantuan *Heyzine Flipbook* yang dikembangkan dinyatakan berada dalam kategori “sangat valid”. Penilaian ahli materi menunjukkan bahwa aspek penyajian memperoleh persentase sebesar 90% dengan kategori sangat layak, yang menandakan bahwa sistematika penyampaian materi, kelengkapan sajian, serta keterpaduan antarbagian dalam *e-modul* telah tersusun dengan baik. Aspek isi memperoleh persentase sebesar 86% dengan kategori sangat layak, yang menunjukkan bahwa materi fluida statis yang disajikan telah sesuai dengan kompetensi pembelajaran, kebenaran konsep, serta kebutuhan peserta didik. Selanjutnya, aspek bahasa memperoleh persentase sebesar 87% dengan kategori sangat layak, yang mengindikasikan bahwa penggunaan bahasa dalam *e-modul* sudah komunikatif, mudah dipahami, dan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik.

Selain itu, aspek komponen STEM juga memperoleh persentase sebesar 87% dengan kategori sangat layak, yang menunjukkan bahwa integrasi unsur Science, Technology, Engineering, dan Mathematics dalam *e-modul* telah diterapkan secara tepat dan mendukung pembelajaran bermakna. Secara keseluruhan, hasil validasi ahli materi menunjukkan persentase rata-rata sebesar 87%, sehingga *e-modul* yang dikembangkan dinilai sangat valid dan layak untuk digunakan pada tahap implementasi pembelajaran.

Hasil validasi dari ahli media menunjukkan nilai persentase untuk aspek penyajian adalah 94% dengan kategori sangat layak, aspek kualitas teks adalah 100% dengan kategori sangat layak, aspek navigasi adalah 100% dengan kategori sangat layak, aspek kualitas audio adalah 60% dengan kategori cukup layak, dan aspek kemudahan dalam penggunaan adalah 100% dengan kategori sangat layak. Persentase rata-rata sebesar 91%, yang memenuhi kategori $81\% \leq X \leq 100$ (sangat valid) dimana produk bahan ajar dapat dimanfaatkan di lapangan untuk kegiatan pembelajaran dengan sedikit revisi atau tidak ada revisi. Berdasarkan kualifikasi standar kelayakan produk pengembangan *e-modul* dapat digunakan dalam pembelajaran (Sugiyono, 2023). Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dilakukan penelitian terdahulu dengan hasil yang diperoleh memiliki kriteria valid/sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Tingkat kelayakan yang diperoleh melalui ahli materi dan ahli media adalah 97% dan 100% dalam kategori sangat valid (Azriyanti et al., 2024). Penelitian ini diperkuat juga oleh studi lainya dimana uji validitas yang diperoleh sebesar 92% dengan kategori “sangat valid” yang menyatakan bahwa pengembangan *e-modul* berhasil (Xue et al., 2023). Sejalan dengan penelitian laiinya dimana hasil validasi modul berdasarkan penilaian ahli materi diperoleh kriteria sangat valid dengan rasio keseluruhan 85,8% (Sinaga et al, 2022).

Kepraktisan *e-modul* diperoleh melalui angket respon pengguna kepada guru dan peserta didik. Berdasarkan respon guru bidang studi diperoleh tingkat kepraktisan dari lima aspek dengan skor rata-rata untuk aspek penyajian sebesar 95% (sangat praktis), aspek isi sebesar 90% (sangat praktis), aspek tampilan sebesar 93% (sangat praktis), aspek kualitas audio sebesar 100% (sangat praktis), dan aspek kemudahan dalam penggunaan sebesar 100% (sangat praktis). Secara keseluruhan, *e-modul* yang dikembangkan rata-rata skor persentase 93% dengan kategori sangat praktis. Pada hasil respon peserta didik diperoleh skor rata-rata 84% untuk pernyataan positif dan 33% untuk pernyataan negatif.

Berdasarkan respon tersebut, dapat dinyatakan bahwa *e-modul* berada pada kriteria sangat praktis dan dapat digunakan dalam pembelajaran. yang memenuhi kategori $81\% \leq X \leq 100$ (sangat praktis) dimana produk bahan ajar dapat dimanfaatkan di lapangan untuk kegiatan

pembelajaran dengan sedikit revisi atau tidak ada revisi. Sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa respon penggunaan *e-modul* pada pembelajaran fisika menggunakan flipbook memperoleh skor 81,15%. Skor tersebut termasuk dalam kategori sangat praktis, yang berarti *e-modul* dapat digunakan secara efektif oleh peserta didik maupun pendidik (Yuliantoro, 2022). Perolehan nilai kelompok kecil sebesar 83% dan kelompok besar 84% Temuan ini didukung oleh penelitian sebelumnya dengan data kepraktisan *e-modul* berdasarkan respons siswa pada uji coba lapangan mendapatkan skor 86% dengan kategori sangat praktis (Karmila et al, 2022).

Berdasarkan hasil kepraktisan, *e-modul* dinyatakan bermanfaat, mudah digunakan, menarik, dan efisien. Penelitian ini diperkuat juga oleh studi lainnya dengan hasil rata-rata respon siswa pada uji kelompok kecil sebesar 80,07% dan uji kelompok besar sebesar 83,28% dengan kriteria sangat baik (Putra, 2021). Efektivitas *e-modul* diperoleh dari hasil pretest dan posttest. Hasil pretest siswa dengan skor terendah adalah 40 dan skor tertinggi adalah 80 dengan nilai rata-rata keseluruhan yaitu 59,4. Setelah proses pembelajaran dilaksanakan, diperoleh hasil posttest untuk skor terendah adalah 70 dan skor tertinggi adalah 100 dengan rata-rata skor 87,2. Setelah diperoleh hasil tersebut, dilakukan uji gain untuk melihat keefektifan produk. Hasil rata-rata N-gain score siswa yaitu 0,71 dengan kategori tinggi. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang diperoleh siswa sebelum dan sesudah penggunaan *e-modul*, sehingga *e-modul* dikategorikan sangat efektif dalam pembelajaran.

Penelitian yang serupa mengemukakan bahwa dengan n-gain 0,71 dimana *e-modul* yang dikembangkan dinyatakan efektif digunakan dalam kegiatan pembelajaran (Sutrisno et al., 2024). Sejalan dengan penelitian lainnya yang menunjukkan bahwa *e-modul* berbasis STEM dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dengan nilai n-gain sebesar 0,74 (kategori tinggi) dan menghasilkan keterampilan proses yang lebih baik (Lestari et al., 2023). Penelitian ini juga didukung dengan hasil n-gain 0,71 yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep setelah penggunaan *e-modul* dalam pembelajaran (Lasala et al., 2025).

Pendekatan STEM dalam pengembangan *e-modul* materi fluida diterapkan melalui integrasi unsur *Science*, *Technology*, *Engineering*, dan *Mathematics* secara terpadu. Unsur *Science* diwujudkan melalui penyajian konsep-konsep fluida. Penyajian materi dilengkapi dengan ilustrasi dan contoh kontekstual sehingga membantu siswa membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam. Unsur *Technology* dilihat dari pemanfaatan *e-modul* berbasis digital yang dilengkapi animasi, video pembelajaran, serta latihan soal

Unsur *Engineering* diintegrasikan melalui kegiatan pemecahan masalah dan tugas berbasis proyek yang menuntut siswa menerapkan konsep fluida untuk merancang solusi sederhana terhadap permasalahan kontekstual. Aktivitas tersebut melatih kemampuan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah siswa. Unsur *Mathematics* diwujudkan melalui penggunaan persamaan matematis dalam perhitungan besaran fluida, seperti tekanan dan gaya apung. Siswa dilatih untuk melakukan analisis kuantitatif serta menghubungkan konsep fisika dengan keterampilan matematis secara terpadu. Pemahaman konsep dasar fisika dan penerapannya menjadikan penguasaan ilmu pengetahuan lebih bermakna, karena siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan yang telah dipelajari (Ramadhani et al., 2025).

Produk *e-modul* yang dirancang oleh peneliti dan terintegrasi dengan aplikasi heyzine flipbook terbukti memberikan dampak yang positif terhadap proses belajar siswa. Integrasi teknologi ini memungkinkan siswa berinteraksi secara langsung dengan konten digital yang menarik dan interaktif. Dengan demikian, penggunaan *e-modul* ini menjadikan proses belajar lebih dinamis dan bermakna, karena siswa dapat memanfaatkan berbagai fitur, seperti animasi,

simulasi, dan tautan interaktif, yang membantu mereka memahami konsep fisika secara lebih mudah dan mendalam (Sari et al, 2023).

E-Modul yang telah dikembangkan peneliti memiliki kelebihan, yakni: 1) Bentuk penyajiannya *e-modul* menarik dan sistematis, 2) Memiliki sifat *user friendly* yang memiliki arti mudah digunakan dilihat dari kemudahan dalam mengakses *e-modul*, 3) Pembelajaran dapat dilakukan secara mandiri. 4) Penggunaan *e-modul* yang dapat diakses kapan saja dan *e-modul* yang diberikan berupa flipbook dalam format html yang dapat dengan mudah diakses dari link yang diberikan, 5) *E-modul* telah divalidasi dan diuji kelayakannya oleh validator ahli yaitu ahli media maupun ahli materi.

Kesimpulan

Pengembangan *e-modul* berbasis STEM berbantuan *Heyzine Flipbook* pada materi Fluida Statis yang telah dikembangkan memenuhi kategori sangat valid. Hal ini diperoleh dari hasil validasi ahli materi dan ahli media, dengan persentase rata-rata oleh ahli materi 86% dan ahli media 91%. Secara keseluruhan, *e-modul* dapat digunakan sebagai bahan ajar materi fluida statis. *E-modul* fisika berbasis STEM mendapatkan respon yang sangat baik berdasarkan penilaian guru dan peserta didik, dengan perolehan persentase peserta didik untuk kelompok kecil dan besar masing-masing 83% dan 84%. Sedangkan, persentase rata-rata respon guru fisika yaitu 93%. Secara keseluruhan, *e-modul* termasuk dalam kategori sangat praktis untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. *E-modul* fisika yang dikembangkan pada materi Fluida Statis dikategorikan efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik yang ditunjukkan dengan meningkatnya hasil belajar setelah menggunakan *e-modul*, yang dilihat melalui perolehan nilai *gain* yaitu 0,71 yang termasuk dalam kategori peningkatan tinggi. Hal ini menunjukkan bahan ajar yang telah dikembangkan efektif dapat membantu peserta didik dalam belajar.

Penelitian yang telah dilaksanakan, masih ditemukan beberapa keterbatasan, di antaranya pembahasan terkait unsur science pada pendekatan STEM yang belum disajikan secara mendalam dalam *e-modul* yang dikembangkan, serta belum tersedianya fitur simulasi interaktif yang dapat membantu peserta didik memvisualisasikan konsep fluida statis secara lebih konkret. Keterbatasan tersebut berpotensi memengaruhi kedalaman pemahaman konsep siswa, khususnya pada materi yang bersifat abstrak. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan *e-modul* dengan memperkaya penjelasan aspek science melalui penyajian konsep, fenomena fisis, dan keterkaitannya dengan kehidupan sehari-hari secara lebih komprehensif. Selain itu, penelitian selanjutnya juga direkomendasikan untuk mengintegrasikan fitur simulasi interaktif, baik berupa simulasi virtual, animasi berbasis komputer, maupun pemanfaatan virtual laboratory, sehingga peserta didik dapat melakukan eksplorasi konsep secara mandiri. Pengembangan tersebut diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga mampu meningkatkan minat belajar, keterampilan berpikir kritis, dan hasil belajar siswa secara lebih optimal.

Acknowledgment

-

Daftar Pustaka

Azriyanti, R., Hendri, M., & Rasmi, D. P. (2024). Development of STEM-Based E-Modules Using Flip PDF Professional on Temperature And Heat Materil. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(1), 23-37. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v9i1.28981>

- Budianto, Y., Syakur, A., & Yunus, N. M. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Biologi Materi Ruang Lingkup Biologi Dengan Model Pembelajaran Flipped Classroom Pada Kelas X SMAN 5 Palopo. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 1(2), 66–73. <https://doi.org/10.54065/pelita.1.2.2021.90>
- Chaeron, Y., Hamdani, N. A., Margana, A., & Rahadian, D. (2019). Penerapan I-Spring Suite 8 Pada Model Pembelajaran Improve Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Dan Pemecahan Masalah Matematis Peserta Didik Pada Pokok Bahasan Program Linear Di Tingkat Sekolah Menengah. *Gunahumas Jurnal Kehumasan*, 2(2), 375 – 286. <https://doi.org/10.17509/ghm.v2i2.23026>
- Fajri, S., Hasratuddin, Kusmawan, U., & Siregar, S. (2025). Peningkatan Kemampuan Penyelesaian Masalah dan Berpikir Kritis melalui Model PjBL Berbasis Pendekatan STEM di SMP Chandra Kumala. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 640–650. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.658>
- Hadiprayitno, G., Lestari, N., Kusmiyati, K., Sukri, A., & Irawan, J. (2022). An analysis on students problem-solving skill and scientific literacy based on higher order thinking skills (HOTS) viewed from gender. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(5), 2508-2512. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i5.2287>
- Karmila, K., & Putra, D. P. (2022). Pengaruh Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) Pada Materi Fluida Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Literasi Digital*, 2(1), 11–20. <https://doi.org/10.54065/jld.2.1.2022.115>
- Lasala Jr, N., Ricafort, J., & Prado, J. (2025). *Effect of E-learning Self-directed Interactive Module (E-SelfIMo) on Students' Understanding of Earth Science Concepts*. <https://doi.org/10.48017/dj.v10i2.3444>
- Muslimin, T. P., & Bahar, B. (2025). Keefektifan Model Project Based Learning Berintegrasi Etno-STEM terhadap Kemampuan Literasi Matematis Siswa. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 383–392. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.879>
- Piyona, P., Maria, H. T., & Hamdani, H. (2025). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbantuan ISpring Suite dengan Model PBL untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik di SMA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 15(1), 241-249. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2431>
- Pratama, A., Putra, R. R., & Lestari, D. (2022). Pengaruh penggunaan media simulasi interaktif terhadap pemahaman konsep fluida statis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(2), 123–131. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v18i2.34567>
- Putra, D. P. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Kartun 3D. *Jurnal Literasi Digital*, 1(2), 88–93. <https://doi.org/10.54065/jld.1.2.2021.17>
- Ramadhani, S., Afza, A., & Susanti, D. (2025). Pengembangan Modul Berbasis STEM Pada Materi Ekosistem Untuk Peserta Didik Fase E Tingkat SMA Sederajat. *Jurnal Pelita: Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu*, 5(2), 446–455. <https://doi.org/10.54065/pelita.5.2.2025.898>
- Razi, P. (2024). Development of e-Module for Independent learning of Physics Material Based on Independent Curriculum. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(5), 761-769. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.5.2100>

- Sari, P. I., & Listiyani, Q. (2023). The Effectiveness of Flipbook-Based E-Modules in Enhancing Conceptual Understanding in High School Physics Education. *ISEJ: Indonesian Science Education Journal*, 4(3), 113-122. <https://doi.org/10.62159/isej.v4i3.1757>
- Simanjuntak, S., & Tarigan, D. (2024). Keefektifan Media Interaktif Berbasis iSpring Suite Dalam Pembelajaran Strategi Belajar Mengajar di PGSD UNIMED. *JGK (Jurnal Guru Kita)*, 8(2), 300–310. <https://doi.org/10.24114/jgk.v8i2.53983>
- Sinaga, N., & Rahmatsyah, R. (2022). Development of Physics Module Based on The Batak Toba Culture on Momentum and Impulse Materials. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 53-60. <https://doi.org/10.31258/jgs.10.1.53%E2%80%9160>
- Södervik, I., Malka, I., Wallin, A., & Järvelä, S. (2021). Fostering Performance in Hands-on Laboratory Work With The Use of Mobile Augmented Reality (AR) Smartglasses. *Education Sciences*, 11(8), 400. <https://doi.org/10.3390/educsci11080400>
- Sutrisno, A. B., & Ramadhany, N. (2024). Urgensi Pengembangan Modul Praktikum Digital Pada Pembelajaran IPA Terpadu di Sekolah Dasar. *Jurnal Literasi Digital*, 4(3), 178–187. <https://doi.org/10.54065/jld.4.3.2024.490>
- Xue, X., Ahmad, N. J., & Liu, X. (2023). The Development and Validation of an EDP-STEM Module--Taking Heat Transfer, Mechanics, and Buoyancy as Examples. *Journal of Turkish Science Education*, 20(4), 649-668. <https://doi.org/10.36681/tused.2023.037>
- Yohamintin, & Huliatusnisa, Y. (2022). Hubungan Kemampuan Literasi Sains Dengan Pemecahan Masalah Ipa Siswa Sekolah Dasar. *Indonesian Journal of Elementary Education*, 4(2), 21 – 30. <https://doi.org/10.31000/ijjee.v4i2.7395>
- Yunita, Y., Diani, R., Noperi, H., & Velina, Y. (2024). Development of Interactive e-modules with STEM Approach Using Canva Application to Improve Students Critical Thinking Ability in Physics Learning. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 10(2), 192-210. <https://doi.org/10.22219/jinop.v10i2.32004>
- Yusuf, N. R., Bektiarso, S., & Sudarti. (2020). Pengaruh Model Pbl Dengan Media Google Classroom Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa. *Orbita: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 230 – 235. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.3043>
- Yuliantoro, S. (2022). Pemanfaatan Media Flashcard Berbarcode Untuk Meningkatkan Aktivitas Literasi IPA Siswa SDN Tileng Dagangan. *Jurnal Literasi Digital*, 2(2), 96–101. <https://doi.org/10.54065/jld.2.2.2022.132>