

Pengembangan Website Media Pembelajaran Berbasis Problem-Based Learning Terintegrasi AI Pada Materi Termodinamika SMA

Muhammad Abrar Asyrafy Yacobi^{1*}, Firmanul Catur Wibowo², Andreas Handjoko Permana³

^{1,2,3}Universitas Negeri Jakarta, Indonesia.

Corresponden e-mail: abraryacob24@gmail.com^{1*}

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *website* media pembelajaran berbasis *Problem-Based Learning* (PBL) terintegrasi *chatbot Artificial Intelligence* (AI) pada materi termodinamika yang valid, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran fisika di SMA. Penelitian ini memakai metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Pada tahap analisis dilakukan identifikasi kebutuhan pembelajaran dan karakteristik siswa, sedangkan tahap desain dan pengembangan difokuskan pada pembuatan *website* yang memuat materi, aktivitas berbasis masalah, serta fitur *chatbot* AI sebagai pendamping belajar. Validitas *website* dilakukan oleh para ahli yang menilai aspek materi, media, dan pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan bahwa *website* yang dikembangkan memperoleh kategori sangat valid dengan persentase sebesar 88,33% berdasarkan rata-rata hasil penilaian para ahli. Penilaian kepraktisan *website* oleh guru menunjukkan respons sangat baik sebesar 97% terhadap aspek tampilan, materi, dan kebermanfaatan *website* dalam pembelajaran. Hasil uji efektivitas menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep siswa pada materi termodinamika setelah menggunakan *website* yang dikembangkan dengan memperoleh *N-Gain* sebesar 0,69. *Website* ini menyajikan pembelajaran yang interaktif melalui fenomena kontekstual, kegiatan pemecahan masalah, serta dukungan *chatbot* AI yang membantu siswa memperoleh umpan balik dan bimbingan secara bertahap. Dengan demikian, *website* media pembelajaran berbasis PBL terintegrasi *chatbot* AI dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk mendukung pembelajaran siswa pada materi termodinamika.

Kata kunci: *Website* Media Pembelajaran; *Problem-Based Learning*; *Chatbot* AI; Termodinamika

Abstract: This study aimed to develop a Problem-Based Learning (PBL)-based learning media website integrated with an Artificial Intelligence (AI) chatbot on thermodynamics topics that is valid, practice, and effective for use in senior high school. The study employed a Research and Development (R&D) method using the ADDIE development model, which consists of the Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. During the analysis stage, learning needs and student characteristics were identified, while the design and development stages focused on creating a website containing learning materials, problem-based activities, and an AI chatbot feature as a learning companion. The validity of the website was evaluated by experts who assessed the material, media, and instructional aspects. The validation results indicated that the developed website achieved a very valid category with a percentage score of 88.3% based on the average ratings provided by the experts. The practicality assessment conducted by teachers showed a highly positive response of 97% regarding the website's appearance, content, and usefulness in learning activities. The effectiveness test results demonstrated an improvement in students' conceptual understanding of thermodynamics after using the developed website, with an N-Gain score of 0.69. The website provides interactive learning through contextual phenomena, problem-solving activities, and AI chatbot support that assists students by providing feedback and guidance in a step-by-step manner. Therefore, the PBL-based learning media website integrated with an AI chatbot is considered valid, practical, and effective in supporting student learning on thermodynamics topics.

Keywords: Educational Learning Website; Problem-Based Learning; AI Chatbot; Thermodynamics

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mendorong transformasi dalam berbagai aspek pendidikan, termasuk melalui pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) sebagai sarana pendukung pembelajaran. AI memungkinkan terciptanya pengalaman belajar yang lebih adaptif dan interaktif sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran sekaligus mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) bidang pendidikan (Milasari & Nugraheni, 2024). Salah satu implementasi AI yang berkembang pesat dalam pendidikan adalah chatbot yang mampu memberikan umpan balik secara cepat, menjawab pertanyaan siswa, serta membantu proses konstruksi pengetahuan secara mandiri (Fajriawati *et al.*, 2024). Kehadiran chatbot AI memberikan peluang untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih fleksibel dan responsif terhadap kebutuhan siswa, sehingga menarik perhatian banyak peneliti dalam bidang teknologi pendidikan (Rochmawati *et al.*, 2023).

Di sisi lain, pembelajaran abad ke-21 menuntut siswa tidak hanya menguasai pengetahuan, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi dalam menghadapi berbagai permasalahan kontekstual. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan tersebut secara terintegrasi (Wulandari, 2021). Salah satu model yang sesuai adalah *problem-based learning* (PBL), yaitu model pembelajaran yang menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran sehingga mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan PBL mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains, meningkatkan hasil belajar, serta mengembangkan kemampuan pemecahan masalah secara signifikan (Vioni *et al.*, 2025). Selain itu, PBL juga dinilai efektif dalam membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam pada pembelajaran fisika (Mulyadi *et al.*, 2025).

Perkembangan penelitian terkini menunjukkan bahwa integrasi AI dengan model pembelajaran memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas proses belajar. Simangunsong *et al.* (2024) melaporkan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran fisika memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir siswa. Penelitian oleh Saifullah *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penggunaan *chatbot* dalam *website* pembelajaran meningkatkan keterlibatan belajar siswa sebesar 87%, efikasi diri sebesar 75%, dan performa akademik sebesar 68%. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa *website* pembelajaran berbantuan *chatbot* efektif meningkatkan hasil belajar fisika (Kusuma *et al.*, 2024). Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa *chatbot* AI berpotensi menjadi pendamping belajar yang dapat membantu siswa memperoleh dukungan belajar secara berkelanjutan.

Meskipun demikian, pembelajaran fisika masih menghadapi berbagai tantangan, khususnya pada materi termodinamika. Materi ini mempelajari hubungan antara kalor, energi, kerja, dan perubahan keadaan sistem yang bersifat abstrak serta memerlukan kemampuan konseptual dan matematis yang baik (Yolanda, 2021). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep termodinamika. Nasution (2024) menemukan bahwa kesulitan terbesar siswa terletak pada penggunaan dan penurunan rumus, pemahaman konsep, serta interpretasi representasi visual. Lutfiani *et al.* (2025) melaporkan bahwa kemampuan pemecahan masalah termodinamika siswa masih tergolong rendah dengan rata-rata capaian sebesar 53,59%. Selain itu, sebagian besar siswa masih mengalami miskonsepsi pada konsep-konsep termodinamika dengan tingkat miskonsepsi tinggi mencapai 75,5% (Hendra *et al.*, 2024), sedangkan hanya sebagian kecil siswa yang benar-benar memahami konsep termodinamika secara utuh (Wulandari *et al.*, 2023).

Temuan tersebut sejalan dengan hasil analisis kebutuhan yang dilakukan melalui wawancara terhadap guru dan siswa di salah satu SMA Negeri di Jakarta. Hasil wawancara menunjukkan bahwa pembelajaran termodinamika masih didominasi penggunaan media presentasi dan video pembelajaran sehingga keterlibatan siswa dalam proses belajar belum optimal. Guru mengungkapkan bahwa siswa sering mengalami kesulitan memahami proses termodinamika dan mesin kalor, sedangkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami diagram termodinamika dan membedakan berbagai jenis mesin kalor. Selain itu, penerapan *problem-based learning* pada materi termodinamika belum terlaksana secara optimal karena belum tersedia media yang mampu memandu siswa mengikuti tahapan pemecahan masalah secara sistematis. Di sisi lain, siswa menunjukkan ketertarikan yang tinggi terhadap pemanfaatan AI sebagai sarana belajar, namun penggunaannya masih terbatas sebagai alat pencari jawaban dan belum diarahkan untuk mendukung proses berpikir dalam pembelajaran.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan *website* pembelajaran berbantuan chatbot AI, menerapkan model *problem-based learning*, maupun mengintegrasikan AI dalam pembelajaran fisika. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada penggunaan *chatbot* sebagai alat tanya jawab atau sumber informasi pembelajaran, sedangkan penelitian mengenai penerapan PBL umumnya belum didukung oleh sistem AI yang mampu memberikan *scaffolding* belajar secara berkelanjutan. Selain itu, penelitian yang mengembangkan *website* pembelajaran fisika berbasis *problem-based learning* terintegrasi chatbot AI pada materi termodinamika SMA masih sangat terbatas. Belum ditemukan penelitian yang secara komprehensif mengintegrasikan sintaks *problem-based learning* ke dalam *website* pembelajaran dan memanfaatkan *chatbot* AI sebagai pendamping belajar yang membimbing siswa pada setiap tahapan pemecahan masalah, mulai dari orientasi masalah, pengorganisasian, penyelidikan, pengembangan solusi, hingga evaluasi hasil. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diatasi melalui pengembangan media pembelajaran yang mampu menggabungkan keunggulan *problem-based learning* dan AI dalam satu sistem pembelajaran yang terintegrasi.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, nilai kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pengembangan *website* media pembelajaran yang mengintegrasikan sintaks *problem-based learning* dengan *chatbot* AI sebagai *scaffolding* digital untuk mendampingi siswa selama proses pemecahan masalah pada materi termodinamika. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya memanfaatkan *chatbot* sebagai sarana konsultasi atau pencarian informasi, chatbot dalam penelitian ini dirancang untuk berperan sebagai asisten belajar yang memberikan arahan konseptual, pertanyaan pemantik, dan umpan balik sesuai tahapan *problem-based learning*. Integrasi tersebut diharapkan mampu membantu siswa membangun pemahaman konsep secara lebih konseptual dan mendalam, selain itu juga dapat mengurangi miskonsepsi siswa dalam pembelajaran fisika.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi AI pada materi termodinamika SMA menggunakan model ADDIE, serta mengukur validitas, praktikalitas, dan efektivitas dari *website* yang dikembangkan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan inovasi pembelajaran fisika dengan teknologi kecerdasan buatan sekaligus menjadi media pembelajaran yang relevan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Siahaan, 2025). Penelitian dilaksanakan pada Januari–Juli

2026 di Gedung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta dan diimplementasikan pada siswa kelas XI di SMA Negeri 37 Jakarta. Produk yang dikembangkan berupa *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI pada materi termodinamika. *Website* memuat konsep materi pembelajaran, video pendalaman konsep, aktivitas diskusi berbasis masalah, *chatbot* AI sebagai asisten belajar, serta fitur *pretest* dan *posttest* untuk mengukur pemahaman konsep siswa.

Tahap *analysis* dilakukan melalui studi literatur, kajian penelitian terdahulu, analisis tren penelitian menggunakan Bibliometrix, dan analisis kebutuhan melalui wawancara dengan satu guru fisika dan tiga siswa SMA. Hasil analisis digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik materi termodinamika, serta spesifikasi produk yang akan dikembangkan. Tahap *design* difokuskan pada perancangan desain *website*, perancangan alur pembelajaran berbasis *problem-based learning*, integrasi *chatbot* AI, dan penyusunan materi dan kebutuhan untuk instrumen penelitian. Tahap *development* dilakukan pengembangan *website* dengan *chatbot* AI, kemudian produk yang dikembangkan akan divalidasi oleh para ahli yang menilai aspek materi, media, dan pembelajaran untuk memperoleh validasi produk dan masukan sebagai dasar perbaikan produk sebelum digunakan dalam pembelajaran, kemudian dinilai oleh guru untuk menilai praktikalitas produk.

Tahap *implementation* dilakukan pada satu kelas XI sebagai kelas pengguna produk. Pembelajaran dilaksanakan menggunakan *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI sesuai alur pembelajaran yang telah disusun. Untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep siswa, diberikan *pretest* sebelum pembelajaran dan *posttest* setelah pembelajaran. Tahap *evaluation* dilakukan secara formatif pada setiap tahapan pengembangan dan secara sumatif pada akhir penelitian untuk menilai kualitas produk berdasarkan hasil validasi ahli, respons pengguna, dan peningkatan pemahaman konsep siswa.

Sumber data penelitian terdiri atas validator ahli, guru fisika, dan siswa kelas XI SMA. Data penelitian meliputi data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara analisis kebutuhan serta saran dan masukan dari validator dan guru. Data kuantitatif diperoleh dari hasil validasi produk, angket respons guru dan siswa, serta skor *pretest* dan *posttest*. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, lembar validasi, angket respons, dan tes pemahaman konsep. Instrumen validasi digunakan untuk menilai aspek materi, media, dan pembelajaran. Instrumen angket digunakan untuk memperoleh respons guru dan siswa terhadap tampilan, materi, dan kebermanfaatan *website*. Instrumen tes soal pemahaman konsep termodinamika disusun berdasarkan indikator materi gas ideal, konsep dasar termodinamika, proses termodinamika, hukum-hukum termodinamika, serta mesin kalor dan pompa kalor.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif hasil validasi ahli dianalisis menggunakan persentase untuk menentukan kategori kevalidan produk sebagai berikut:

$$\text{Persentase Validitas (Is)} = \frac{\Sigma \text{Skor Hasil Penilaian}}{\Sigma \text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Tabel 1. Interpretasi Tingkat Validitas Produk (Verawati *et al.*, 2022).

Jumlah Nilai	Persentase	Tingkat Validitas
$4,20 \leq Is \leq 5,00$	$81\% \leq Is < 100\%$	Sangat Valid
$3,40 \leq Is < 4,20$	$61\% \leq Is < 80\%$	Valid
$2,60 \leq Is < 3,40$	$41\% \leq Is < 60\%$	Cukup Valid
$1,80 \leq Is < 2,60$	$21\% \leq Is < 40\%$	Kurang Valid
$1,00 \leq Is < 1,80$	$Is \leq 20\%$	Tidak Valid

Data kuantitatif hasil respons pengguna oleh guru dan siswa dianalisis menggunakan persentase untuk menentukan kategori kepraktisan produk sebagai berikut:

$$Is = \frac{\sum \text{Skor hasil penilaian setiap butir}}{\sum \text{Skor tertinggi setiap butir}} \times 100\%$$

Tabel 2. Interpretasi Praktikalitas Produk dengan Skala *Likert* (Diraya *et al.*, 2021).

Persentase	Intepretasi
$81\% \leq Is < 100\%$	Sangat Baik
$61\% \leq Is < 80\%$	Baik
$41\% \leq Is < 60\%$	Cukup
$21\% \leq Is < 40\%$	Kurang Baik
$Is \leq 20\%$	Tidak Baik

Untuk mengetahui skor respon dari pengguna, dihitung menggunakan rumus dengan skala *likert* berikut:

Tabel 3. Skor Skala *Likert* (Hardani *et al.*, 2020).

Penilaian	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Ragu-ragu	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Data kualitatif berupa saran dan masukan dianalisis secara deskriptif sebagai revisi dan evaluasi formatif produk. Efektivitas *website* dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa dianalisis menggunakan skor *Normalized Gain* (*N-Gain*) yang dihitung berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*. *N-Gain* kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori tinggi, sedang, rendah, atau gagal untuk menggambarkan tingkat peningkatan pemahaman konsep siswa setelah menggunakan *website* media pembelajaran yang dikembangkan sebagai berikut:

$$< g > = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$

Tabel 4. Interpretasi *N-Gain* (Wahab *et al.*, 2021).

<i>N-Gain</i>	Kategori Pemahaman
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$0 < g < 0,3$	Rendah
$g \leq 0$	Gagal

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI pada materi termodinamika untuk siswa kelas XI SMA. Media ini dikembangkan sebagai alternatif pembelajaran fisika yang lebih interaktif, kolaboratif, kontekstual, dan bermakna. *Website* yang dikembangkan mengintegrasikan tahapan *problem-based learning* dengan fitur *chatbot* AI sebagai asisten belajar yang dapat membantu siswa selama proses pembelajaran. Melalui *website* ini, siswa tidak hanya memperoleh materi dalam bentuk teks, gambar, dan video, tetapi juga diarahkan untuk memahami konsep termodinamika

melalui fenomena kontekstual, kegiatan diskusi pemecahan masalah, serta interaksi dengan *chatbot* AI.

Tahap *analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, kendala yang dihadapi guru dan peserta didik, serta karakteristik materi yang membutuhkan dukungan media pembelajaran. Analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara dengan satu guru fisika dan tiga siswa kelas XII di SMA Negeri 37 Jakarta yang telah berpengalaman dalam mempelajari termodinamika. Hasil wawancara menunjukkan bahwa pembelajaran termodinamika selama ini masih didominasi oleh penggunaan PPT, video dari YouTube, penjelasan guru, dan pencatatan materi di papan tulis. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran masih cenderung berpusat pada guru, sehingga keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran belum optimal. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran termodinamika membutuhkan media pembelajaran yang interaktif, kontekstual, mudah digunakan, dan mampu memfasilitasi aktivitas pemecahan masalah secara kolaboratif. Oleh karena itu, dikembangkan *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI untuk peningkatan siswa dalam memahami konsep materi termodinamika.

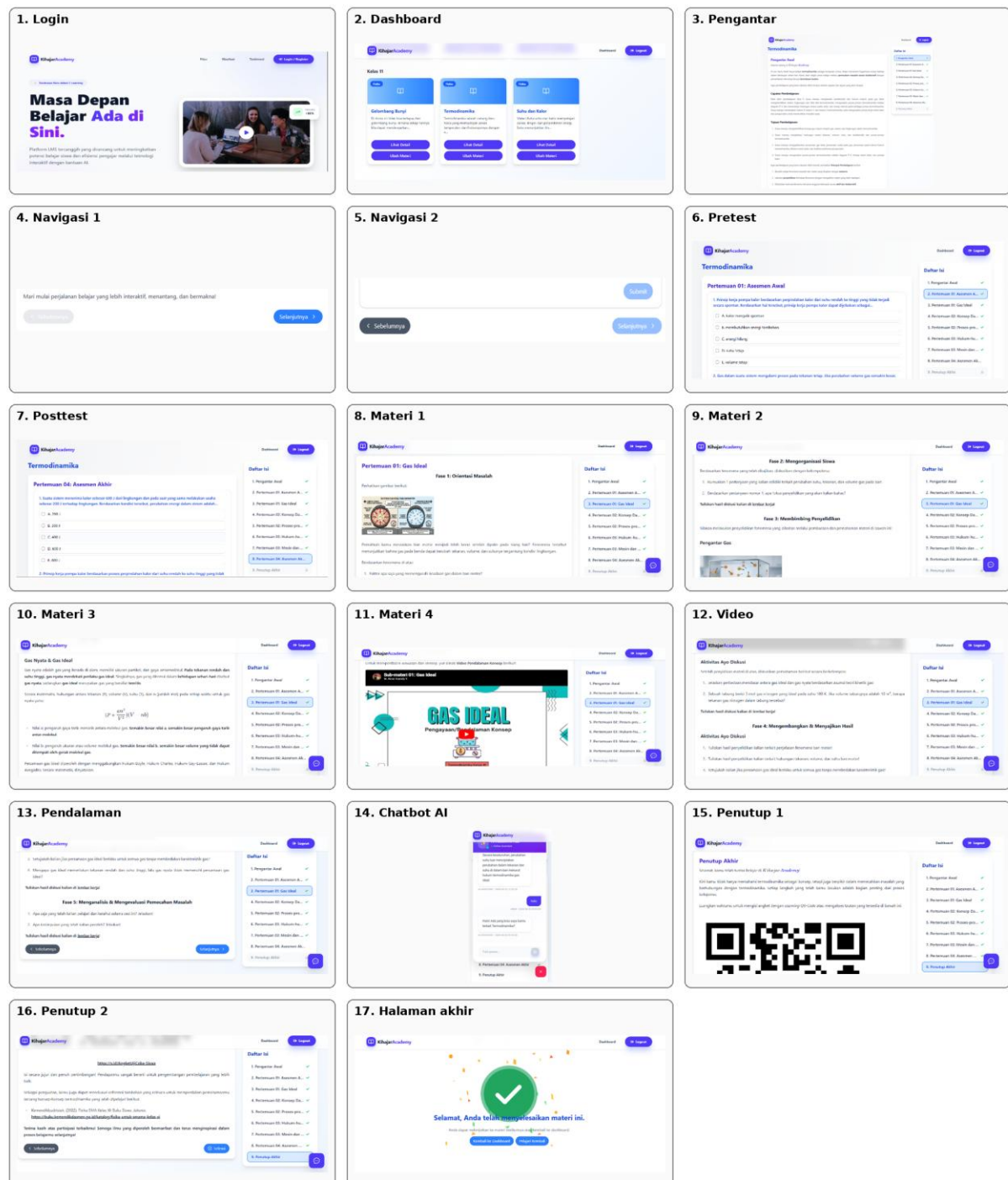
Tahap *design* dilakukan dengan merancang struktur, alur, dan fitur *website* media pembelajaran berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Pada tahap ini, peneliti menyusun rancangan *website* yang disesuaikan dengan karakteristik *website* dan media pembelajaran, karakteristik materi termodinamika, tahapan *problem-based learning*, dan kebutuhan integrasi *chatbot* AI dalam pembelajaran. Desain *website* disusun agar siswa dapat mengikuti pembelajaran secara sistematis dari awal hingga akhir.

Tahap *development* merupakan proses merealisasikan desain yang telah disusun menjadi produk *website* pembelajaran. *Website* dikembangkan melalui platform Kihajar Academy dan dirancang agar dapat diakses melalui perangkat digital seperti laptop, komputer, dan *smartphone*. Hasil model draft final memuat fitur utama yang telah dirancang pada tahap desain, yaitu halaman *login*, *dashboard*, pengantar awal, navigasi antarhalaman, *pretest*, konten materi, video materi, *posttest*, *chatbot* AI, penutup akhir, dan halaman akhir. Hasil model draft tertuai dalam berikut:

Tabel 5. Ringkasan Desain Website

No.	Fitur	Deskripsi hasil rancangan	Nomor tampilan pada panel
1	Halaman login	Tampilan awal untuk masuk ke website dan memastikan pengguna memulai pembelajaran dari sistem yang sama.	1
2	Home atau dashboard	Halaman utama yang memuat akses menuju alur pembelajaran, menu, dan fitur inti website.	2
3	Pengantar awal	Bagian orientasi yang memberi arahan awal tentang tujuan belajar dan cara memulai kegiatan.	3
4	Navigasi antarhalaman	Menu navigasi membantu siswa berpindah dari satu bagian ke bagian lain secara runtut.	4-5
5	Pretest dan posttest	Asesmen awal dan akhir digunakan untuk mengukur perubahan pemahaman konsep siswa.	6-7
6	Konten materi dan video pendalaman konsep	Materi termodinamika disajikan melalui teks, gambar, dan video agar konsep abstrak lebih mudah dipahami.	8-13

7	Chatbot AI	Fitur asisten belajar untuk memberi arahan, pertanyaan pemantik, dan dukungan belajar saat siswa menyelesaikan masalah.	14
8	Penutup akhir	Bagian penutup memandu siswa merangkum pengalaman belajar dan menyelesaikan alur pembelajaran.	15-16
9	Halaman akhir	Halaman akhir menandai selesainya proses pembelajaran berbasis website.	17



Gambar 1. Panel komposit tampilan website media pembelajaran berbasis PBL terintegrasi chatbot AI

Tabel 5 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa desain website telah disusun secara bertahap sesuai kebutuhan pembelajaran. Rancangan dimulai dari halaman login dan dashboard, kemudian dilanjutkan dengan pengantar awal, navigasi, asesmen awal, konten materi, video pendalaman konsep, chatbot AI, asesmen akhir, dan halaman penutup. Susunan ini membuat alur penggunaan website lebih ringkas, mudah diikuti, dan tidak membebani ruang artikel dengan banyak gambar terpisah.

Secara fungsional, tampilan website memperlihatkan keterpaduan antara penyajian materi termodinamika, aktivitas berbasis masalah, asesmen, dan dukungan chatbot AI. Bagian materi dan video pendalaman konsep berperan membantu siswa memahami konsep abstrak, sedangkan fitur diskusi dan chatbot AI dirancang untuk mendampingi siswa ketika mengidentifikasi masalah, mengajukan dugaan, dan menyusun solusi. Dengan demikian, rancangan produk tidak hanya menampilkan media digital, tetapi juga menunjukkan keterkaitan antara fitur website dan tahapan pembelajaran berbasis problem-based learning.

Produk selanjutnya divalidasi oleh tiga orang ahli dari dosen Pendidikan Fisika Universitas Negeri Jakarta. Validasi dilakukan untuk mengetahui kevalidan produk dari aspek materi, media, dan pembelajaran. Hasil validasi sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli

No.	Aspek yang Diamati	Penilaian Ahli (%)			Rata-rata Skor (%)	Interpretasi
		Ahli 1	Ahli 2	Ahli 3		
1	Materi	86%	94%	92%	90,7%	Sangat Valid
2	Media	90%	92%	88%	90,0%	Sangat Valid
3	Pembelajaran	84%	80%	88%	84,0%	Sangat Valid
Rata-rata keseluruhan		86,7%	88,7%	89,3%	88,3%	Sangat Valid

Hasil validasi menunjukkan bahwa aspek materi memperoleh persentase sebesar 90,7%, aspek media sebesar 90%, dan aspek pembelajaran sebesar 84%. Secara keseluruhan, rata-rata validasi produk memperoleh persentase sebesar 88,3% dengan interpretasi “Sangat Valid”. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI dinyatakan valid digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi termodinamika.

Produk kemudian dinilai oleh guru fisika untuk mengetahui praktikalitas *website* dari segi tampilan, materi, dan kebermanfaatannya. Hasil penilaian guru dilakukan sebelum melakukan implementasi produk pada siswa dalam satu kelas. Hasil penilaian guru adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Penilaian Guru

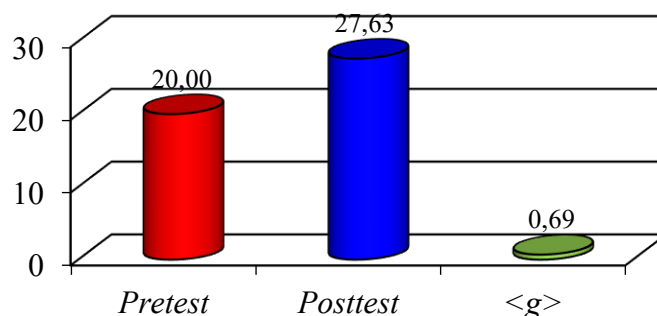
No	Aspek yang Diamati	Penilaian Guru (%)	Interpretasi
1	Tampilan	95%	Sangat Baik
2	Media	98%	Sangat Baik
3	Kebermanfaatan	98%	Sangat Baik
	Rata-Rata	97%	Sangat Baik

Hasil penilaian menunjukkan bahwa aspek tampilan memperoleh persentase sebesar 95%, aspek materi sebesar 98%, dan aspek kebermanfaatan sebesar 98%. Rata-rata keseluruhan penilaian guru sebesar 97% dengan interpretasi “Sangat Baik”. Hasil ini menunjukkan bahwa guru menilai *website* yang dikembangkan praktis digunakan untuk mendukung pembelajaran termodinamika.

Tahap *implementation* dilakukan dengan menggunakan *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI dalam pembelajaran termodinamika

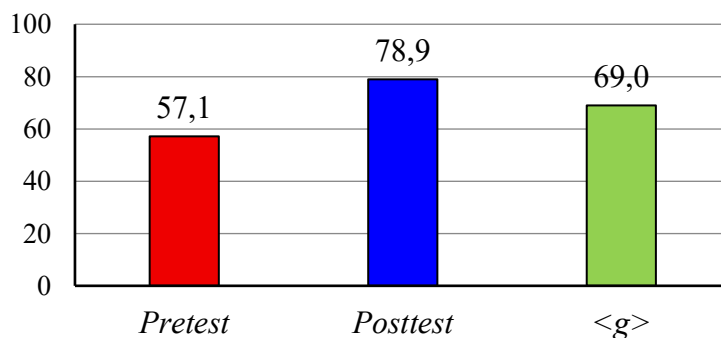
pada kelas untuk mengukur keefektifan *website*. Implementasi dilakukan pada siswa kelas XI-1 SMA Negeri 37 Jakarta yang berjumlah 35 siswa. Pada tahap ini, siswa mengikuti pembelajaran melalui *website* yang telah dikembangkan. Hasil peningkatan siswa dari sebelum dan setelah belajar memakai *website* diukur dalam grafik berikut:

Rata-rata Nilai *Pretest*, *Posttest*, dan *N-Gain* Kelas



Gambar 2. Grafik Rata-rata Nilai Kelas

Persentase Rata-rata Nilai *Pretest*, *Posttest*, dan *N-Gain* Kelas



Gambar 3. Grafik Persentase Rata-rata Nilai Kelas

Berdasarkan hasil pada grafik, nilai rata-rata *pretest* sebesar 20,00 (57,1%). Setelah siswa mengikuti pembelajaran menggunakan produk pengembangan *website*, nilai rata-rata *posttest* meningkat sebesar 27,63 (78,9%). Peningkatan ini menunjukkan adanya perubahan kemampuan siswa setelah mengikuti proses pembelajaran dengan produk pengembangan *website*. Hasil perhitungan *N-Gain* pada kelas menunjukkan nilai rata-rata sebesar 0,69 yang termasuk dalam kategori sedang berdasarkan kriteria *N-Gain* yang telah ditetapkan. Temuan *N-Gain* tersebut menjadi bukti bahwa produk pengembangan *website* memiliki kontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep pada materi termodinamika siswa. Dengan demikian, tahap *implementation* menunjukkan bahwa *website* efektif digunakan dalam pembelajaran termodinamika. Setelah selesai implementasi produk dalam kegiatan pembelajaran, diperoleh hasil respon siswa seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Penilaian Siswa

No	Indikator	Persentase	Interpretasi
Aspek Tampilan			
1	Teks dan tampilan <i>website</i> mudah dibaca dan dipahami selama pembelajaran.	96,00%	Sangat Baik
2	Tampilan <i>chatbot</i> pada <i>website</i> terlihat jelas dan mudah dipahami.	93,71%	Sangat Baik
3	Tata letak menu & navigasi <i>website</i> sesuai dengan alur pembelajaran.	92,57%	Sangat Baik
4	Kualitas gambar dan video yang disajikan <i>website</i> mendukung pemahaman siswa.	94,85%	Sangat Baik
5	<i>Website</i> mudah digunakan oleh siswa dalam kegiatan pembelajaran.	95,42%	Sangat Baik
6	<i>Chatbot</i> mudah digunakan oleh siswa dalam kegiatan pembelajaran.	93,71%	Sangat Baik
7	Integrasi <i>chatbot</i> dalam kegiatan pembelajaran di kelas mudah digunakan dan bermanfaat.	97,14%	Sangat Baik
8	Interaksi dengan <i>chatbot</i> terasa sesuai dan membantu selama pembelajaran.	94,28%	Sangat Baik
Aspek Materi			
9	Materi termodinamika yang disajikan melalui <i>website</i> dan <i>chatbot</i> jelas dan sesuai dengan kurikulum.	98,85%	Sangat Baik
10	Fenomena kontekstual yang diberikan relevan dengan materi termodinamika.	98,85%	Sangat Baik
11	Bagian “Ayo Diskusi” membantu saya dalam aktivitas pemecahan masalah.	98,28%	Sangat Baik
12	Tes pemahaman pada asesmen awal dan akhir yang diberikan sesuai dengan materi yang telah dipelajari.	97,14%	Sangat Baik
Aspek Kebermanfaatan			
13	<i>Website</i> membantu saya memahami penerapan konsep termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.	98,28%	Sangat Baik
14	<i>Chatbot</i> membantu saya dalam memecahkan masalah selama pembelajaran.	96,57%	Sangat Baik
15	Penggunaan <i>website</i> dan <i>chatbot</i> meningkatkan pemahaman konsep saya.	98,28%	Sangat Baik
16	Saya mendapatkan pemahaman baru tentang pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran.	97,14%	Sangat Baik
Hasil		96%	Sangat Baik

Berdasarkan hasil penilaian dari 35 siswa SMA Negeri 37 Jakarta, diperoleh rata-rata persentase sebesar 96% dengan interpretasi "Sangat Baik". Hal ini menunjukkan bahwa

website media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi AI berupa *chatbot* dinilai sangat baik dan praktis digunakan oleh siswa dalam kegiatan pembelajaran.

Tahap *evaluation* secara keseluruhan menunjukkan bahwa *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI valid, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran termodinamika pada kelas eksperimen. Validitas *website* ditunjukkan melalui hasil validasi ahli dengan kategori sangat valid. Kepraktisan *website* ditunjukkan melalui penilaian guru pada kategori sangat baik. Dengan demikian, *website* yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi termodinamika. *Website* ini membantu siswa memahami konsep abstrak melalui penyajian materi yang lebih visual, kontekstual, dan interaktif. Selain itu, media ini juga mendorong siswa untuk lebih aktif dalam kegiatan diskusi, pemecahan masalah, dan eksplorasi konsep, sehingga pembelajaran termodinamika menjadi lebih bermakna.

Pengembangan *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI menunjukkan bahwa model ADDIE dapat digunakan sebagai kerangka kerja yang sistematis dalam menghasilkan produk pembelajaran digital. Tahap *analysis* membantu peneliti mengenali kebutuhan belajar siswa, karakteristik materi termodinamika, dan keterbatasan media yang digunakan guru. Tahap *design* dan *development* kemudian mengubah kebutuhan tersebut menjadi fitur *website* yang terstruktur, mulai dari materi, aktivitas masalah, asesmen, hingga *chatbot* AI. Alur ini sejalan dengan pandangan Branch (2009) bahwa ADDIE menempatkan proses analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi sebagai rangkaian yang saling terhubung dalam pengembangan pembelajaran.

Integrasi *problem-based learning* dalam *website* menjadi kekuatan utama karena pembelajaran dimulai dari masalah kontekstual, bukan dari hafalan rumus. Pada materi termodinamika, pendekatan ini relevan karena siswa perlu memahami hubungan antara kalor, kerja, energi dalam, proses termodinamika, dan mesin kalor melalui situasi nyata. Barrows (1986) menegaskan bahwa PBL menggunakan masalah sebagai titik awal untuk memperoleh pengetahuan baru, sedangkan Hmelo-Silver (2004) menjelaskan bahwa PBL dapat mendukung pengembangan pengetahuan yang fleksibel, keterampilan pemecahan masalah, belajar mandiri, dan kolaborasi. Oleh karena itu, penyajian kegiatan diskusi dan pemecahan masalah dalam *website* dapat memperkuat keterlibatan siswa dalam membangun pemahaman konsep.

Fitur *chatbot* AI berperan sebagai *scaffolding* digital yang membantu siswa ketika mereka membutuhkan arahan selama proses belajar. *Chatbot* tidak hanya ditempatkan sebagai mesin penjawab, tetapi diarahkan untuk memberi pertanyaan pemantik, klarifikasi konsep, dan dukungan bertahap ketika siswa menyelesaikan masalah. Hal ini sejalan dengan kajian Winkler dan Söllner (2018) yang menunjukkan bahwa *chatbot* pendidikan berpotensi mendukung proses belajar apabila dirancang mudah diakses, responsif, dan mampu membantu siswa mengatur proses belajarnya. Temuan ini juga memperkuat hasil penelitian Saifullah et al. (2024) yang menunjukkan bahwa integrasi *chatbot* dalam sistem pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa.

Penyajian materi melalui teks, gambar, video, dan aktivitas interaktif juga penting karena konsep termodinamika bersifat abstrak dan sering menimbulkan kesulitan belajar. Mayer (2009) menjelaskan bahwa pembelajaran multimedia dapat membantu siswa memahami informasi secara lebih mendalam ketika kata-kata dan gambar disusun secara saling mendukung. Dalam konteks artikel ini, penggunaan *website* memberi peluang bagi siswa untuk melihat fenomena termodinamika secara visual dan kontekstual, sehingga materi tidak hanya dipahami sebagai kumpulan persamaan. Hal ini relevan dengan temuan Nasution (2024) dan Yolanda (2021) bahwa materi termodinamika membutuhkan dukungan bahan ajar yang mampu membantu siswa memahami konsep, representasi visual, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Hasil validasi ahli sebesar 88,3%, penilaian guru sebesar 97%, respons siswa sebesar 96%, dan nilai N-Gain sebesar 0,69 menunjukkan bahwa produk memenuhi aspek validitas, praktikalitas, dan efektivitas. Dalam penelitian pengembangan, kualitas produk tidak cukup dilihat dari tampilan akhir, tetapi juga dari bukti bahwa produk tersebut valid secara isi, praktis digunakan, dan memberi dampak terhadap tujuan belajar. Plomp dan Nieveen (2013) menekankan bahwa produk pendidikan yang baik perlu memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Selain itu, nilai N-Gain sebesar 0,69 termasuk kategori sedang dan mendekati kategori tinggi, sehingga dapat dimaknai bahwa website memberi kontribusi nyata terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa. Interpretasi ini sejalan dengan penggunaan *normalized gain* sebagai ukuran peningkatan pemahaman konsep dalam pembelajaran sains (Hake, 1998).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil menghasilkan *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI pada materi termodinamika untuk siswa kelas XI SMA. Pengembangan media ini bertujuan untuk menyediakan media pembelajaran fisika yang lebih interaktif, kontekstual, kolaboratif, dan bermakna, khususnya dalam membantu siswa memahami konsep-konsep termodinamika yang bersifat abstrak dan kompleks. *Website* yang dikembangkan memuat beberapa fitur utama, yaitu halaman *login*, *dashboard*, pengantar awal, navigasi antarhalaman, *pretest*, konten materi, video pembelajaran, *posttest*, *chatbot* AI, penutup akhir, dan halaman akhir. Seluruh fitur dirancang dengan mengikuti tahapan *problem-based learning* sehingga siswa tidak hanya menerima materi, tetapi juga diarahkan untuk mengamati fenomena kontekstual, berdiskusi dalam memecahkan masalah, dan berinteraksi dengan *chatbot* AI sebagai asisten belajar.

Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa *website* media pembelajaran yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang sangat valid. *Website* yang dikembangkan juga dinilai praktis oleh guru dan siswa. Hasil implementasi pada siswa dalam satu kelas di SMA Negeri 37 Jakarta menunjukkan bahwa penggunaan *website* media pembelajaran berbasis *problem-based learning* terintegrasi *chatbot* AI efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi termodinamika. Temuan ini menunjukkan bahwa *website* yang dikembangkan memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa setelah mengikuti pembelajaran. Dengan demikian, *website* yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika untuk membantu siswa dalam memahami materi termodinamika lebih bermakna.

Daftar Pustaka

- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Fajriati, A., Wisroni, W., & Handrianto, C. (2024). Pemanfaatan Teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam Pembelajaran Berbasis Peserta Didik di Era Digital. *WAHANA PEDAGOGIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(2), 71–85. <https://doi.org/10.52166/wp.v6i2.7890>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>

- Hendra, Nasution, E. S., Kasmawati. (2024). Analisis Miskonsepsi Materi Termodinamika Dengan Menggunakan Four Tier Diagnostik Pada Kelas X SMA Negeri 1 Sinunukan Tahun Ajaran 2023/2024. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(1), 20–26. <https://doi.org/10.64168/fisika.v2i1.1519>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Kusuma, A. A. K., Maharani, W. A. D., Wibowo, F. C., Nasbey, H., & Costu, B. (2024). Effectiveness of Artificial Intelligent Independent Learning (AAIL) with Physics Chatbot of Global Warming Concept. *Momentum: Physics Education Journal*, 8(1), 42–54. <https://doi.org/10.21067/mpej.v8i1.8942>
- Lutfiani, S., Liliawati, W., Samsudin, A., & Aviyanti, L. (2025). Analysis of The Thermodynamics Problem-Solving Process Based on Polya's Stages in High School Students. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(1), 1–10. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/download/90339/24398>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Milasari, D., & Nugraheni, N. (2024). Integrasi Pendidikan Konservasi dan Teknologi untuk Mewujudkan Pendidikan Inklusif dan Berkualitas dalam Pencapaian SDGs. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia (JPPI)*, 1(3), 119–125.
- Mulyadi, S. A., Musyarrofah, W., Iban, L. I., Suprianto, S., Indrasari, H., & Rahman, K. (2025). Efektivitas Penerapan Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Materi Termodinamika Kelas XI B1 SMAN 2 Pamekasan. *PeTeKa*, 8(3), 1171–1191. <https://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/ptk/article/view/21137/12394>
- Nasution, S. K. (2024). Analisis Kesulitan Peserta Didik dalam Memahami Konsep Fisika pada Materi Termodinamika di SMA. *Edu Talenta*, 3(1), 7383. <https://ejournal.mtpublisher.co.id/index.php/edutalenta/article/download/59/52>
- Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.). (2013). *Educational Design Research: Part A: An Introduction*. SLO.
- Rochmawati, D. R., Arya, I., & Zakariyya, A. (2023). Manfaat Kecerdasan Buatan untuk Pendidikan. *Jurnal Teknologi Komputer Dan Informatika*, 2(1), 124–134. <https://doi.org/10.59820/tekomin.v2i1.163>
- Saifullah, S., Yawan, H., Syafitri, N., & Nurhaliza, S. (2024). Integrating AI Chatbot into Learning Management System: Enhancing Student Engagement and Learning Outcomes. *Dharmas Education Journal*, 5(2), 1346–1359. <https://doi.org/10.56667/dejournal.v5i2.1605>
- Siahaan, H., L. (2025). R&D DALAM PENDIDIKAN: Implementasi Model ADDIE dan 4D pada Pendidikan Bahasa Inggris dan PG PAUD. Penerbit KBM Indonesia. <https://www.scribd.com/document/935932595/eBook-dr-Leroy-Holman-Siahaan-M-r-d-Dalam-Pendidikan>
- Vioni, H., Kholilah, D., & Piliang, F. A. (2025). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada Materi Usaha dan Energi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika pada Siswa Kelas X-1 SMA Negeri 3 Padangsidimpuan. *Edu Society: Jurnal Pendidikan, Ilmu Sosial dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 520–527. <https://doi.org/10.56832/edu.v5i1.830>
- Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis. *Academy of Management Annual Meeting Proceedings*.

- Wulandari, D., Roza, D., Rangkuti, M. A., Ifda, Y., & Ramadhani, I. (2023). The Level Understanding of Thermodynamic Concept for Physics and Chemistry Undergraduate Students. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.24114/jpf.v12i1.42330>
- Wulandari, R. (2021). Characteristics and Learning Models of The 21st Century. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 4(3), 8–16. <https://doi.org/10.20961/shes.v4i3.49958>
- Yolanda, Y. (2021). Pengembangan Modul Ajar Fisika Termodinamika Berbasis Kontekstual. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 1(03), 80–95. <https://ejournal.jendelaedukasi.id/index.php/JJP/article/view/12>