



# Analisis Kesulitan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember dalam Memahami Konsep Termodinamika

Angel Ika Siswi Handayani<sup>1</sup>, Amalia Rosyida Indriyani<sup>1</sup>, Anisa Suci Galuh Rosida<sup>1</sup>, Sri Astutik<sup>1</sup>, Ike Lusi Meilina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember  
Email: [ikaa8660@gmail.com](mailto:ikaa8660@gmail.com)

## Article History:

Received: April 01, 2025  
Revised: April 23, 2025  
Accepted: Mei 01, 2025  
Published: Juni 03, 2025

**Keywords:** *Conceptual understanding, physics students, learning strategies, learning difficulties, thermodynamics*

**Abstract:** *Students often have difficulty understanding complex and abstract thermodynamic concepts, due to differences in learning styles, low digital literacy, and lack of effective media and learning methods. This study aims to identify the causes of these difficulties, determine the most difficult concepts to understand, and formulate appropriate learning strategies to improve student understanding. The research method used is a descriptive quantitative method that is able to provide an objective picture of the students' level of understanding, the various difficulties they experience, and the aspects that affect their learning process. From this research, the results and conclusions were obtained that students tend to have difficulty in understanding abstract concepts of thermodynamics due to ineffective teaching methods and weak basic understanding so that innovative learning strategies that integrate theory and practice are needed to improve understanding.*

**Abstrak:** Mahasiswa kerap mengalami kesulitan memahami konsep-konsep termodinamika yang kompleks dan abstrak, akibat perbedaan gaya belajar, rendahnya literasi digital, serta kurangnya media dan metode pembelajaran yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab kesulitan tersebut, menentukan konsep yang paling sulit dipahami, dan merumuskan strategi pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif yang mampu memberikan gambaran yang obyektif tentang tingkat pemahaman mahasiswa, berbagai kesulitan yang mereka alami, serta aspek-aspek yang memengaruhi proses belajar mereka. Dari penelitian ini didapatkan hasil dan kesimpulan bahwa mahasiswa cenderung mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak termodinamika akibat metode pengajaran yang kurang efektif dan lemahnya pemahaman dasar sehingga diperlukan strategi pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan teori dan praktik untuk meningkatkan pemahaman.

## PENDAHULUAN

Pendidikan fisika di tingkat universitas, terutama di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember, menghadapi sejumlah tantangan besar dalam menjelaskan materi-materi yang rumit dan abstrak seperti termodinamika. Termodinamika adalah salah satu cabang dari fisika yang mempelajari interaksi antara energi dan materi, serta proses yang melibatkan transfer energi, sehingga pemahaman tentang hal ini sangat penting untuk menguasai fisika secara

keseluruhan. Banyak penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam memahami materi ini. Irvani, et al., (2024) mencatat bahwa banyak mahasiswa berjuang memahami konsep dasar fisika, termasuk fisika kuantum, disebabkan oleh kurangnya pemahaman awal. Ini menunjukkan bahwa kesulitan yang sama mungkin juga akan muncul saat mempelajari termodinamika yang memiliki tingkat kompleksitas yang mirip (Irvani, et al., 2024).

Penelitian oleh Hidayat & Muslimin (2022) secara spesifik menunjukkan bahwa pemahaman calon guru fisika tentang konsep termodinamika masih sangat minim, berisiko menimbulkan miskonsepsi dalam proses pembelajaran ke depan (Hidayat & Muslimin, 2022). Lebih lanjut, studi literatur oleh Andriadi, et al., (2024) mengungkap bahwa Hukum I termodinamika merupakan salah satu konsep yang paling sering salah dipahami oleh mahasiswa (Andriadi et al., 2024). Temuan Nasution (2024) menegaskan bahwa siswa SMA juga menghadapi kesulitan yang serupa dalam mempelajari termodinamika, yang menunjukkan bahwa masalah ini tidak terbatas pada satu tingkat pendidikan saja (Nasution, 2024). Dalam konteks siswa SMA, Sekarani et al., (2021) menemukan bahwa pendekatan *Confidence Rating Index* (CRI) yang didukung oleh *Computer-Based Test* (CBT) dapat membantu mengenali pemahaman dan miskonsepsi siswa terhadap konsep termodinamika (Sekarani et al., 2021).

Tantangan ini semakin rumit dengan adanya variasi gaya belajar di antara mahasiswa. Aisyah & Sudarti (2021) menyoroti bahwa kemampuan multirepresentasi, khususnya dalam bentuk verbal dan visual, sangat berpengaruh pada pemahaman konsep fisika seperti reaksi inti matahari (Aisyah & Sudarti, 2021). Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Amiroh et al., (2021) yang menunjukkan bahwa pendekatan multi-representasi dibutuhkan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam konsep-konsep dan kemampuan mereka dalam menyelesaikan masalah pada materi gelombang (Amiroh et al., 2021). Dalam pembelajaran termodinamika, pendekatan ini bisa diterapkan untuk menjelaskan konsep-konsep seperti entropi, kalor, dan energi dalam berbagai bentuk representasi guna memenuhi kebutuhan belajar mahasiswa dengan lebih baik.

Upaya untuk mengatasi tantangan ini telah dilakukan dengan mengembangkan inovasi dalam metode pembelajaran. Doyan et al., (2020) menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis masalah dapat secara signifikan meningkatkan hasil belajar dalam fisika kuantum (Doyan et al., 2020). Selain itu, Anggraeni dkk. (2023) menegaskan bahwa model *Project-Based Learning* mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dalam konteks termodinamika (Anggraeni et al., 2023). Lebih jauh lagi, Hasanah et al. (2023) menunjukkan bahwa menggabungkan pembelajaran proyek dengan pendekatan STEM dan penilaian formatif dapat efektif dalam meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah terkait topik termodinamika (Hasanah et al., 2023).

Selain strategi, pemanfaatan media pembelajaran yang sesuai juga merupakan kunci keberhasilan dalam proses belajar. Fatimah (2021) menunjukkan bahwa media animasi seperti Sparkol Videoscribe dalam pembelajaran daring dapat secara signifikan membantu mahasiswa dalam memahami konsep (Fatimah, 2021). Penggunaan animasi dan simulasi juga terbukti efektif menurut Purwaningsih et al., (2022) yang mengintegrasikan program Matlab dalam pengajaran fisika kuantum (Purwaningsih et al., 2022). Temuan ini memperkuat pandangan bahwa media yang bersifat visual dan interaktif dapat membantu mengatasi kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak seperti yang ada di dalam termodinamika.

Kemajuan dalam teknologi informasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap proses pembelajaran fisika. Heryanto et al., (2023) menunjukkan bahwa e-learning di madrasah menawarkan fleksibilitas serta kemudahan akses untuk mahasiswa dalam belajar (Heryanto et al., 2023). Meski demikian, keterampilan literasi digital

menjadi faktor penting untuk memaksimalkan penggunaan teknologi ini. Farid (2023) menekankan bahwa literasi digital mencakup bukan hanya aspek teknis, tetapi juga pengembangan karakter serta kemampuan kritis mahasiswa di era Society 5.0 (Farid, 2023). Dalam konteks ini, Alam (2021) menambahkan bahwa munculnya kecerdasan buatan dalam pendidikan menciptakan peluang besar sekaligus tantangan baru dalam pengembangan sistem pembelajaran yang bersifat adaptif dan personal. (Alam, 2021).

Hubungan antara dosen dan mahasiswa juga memainkan peranan penting dalam mengatasi masalah belajar. Bouchée et al., (2023) menemukan bahwa pengalaman pembelajaran yang melibatkan interaksi aktif antara pengajar dan siswa dapat membantu mengatasi kesulitan dalam memahami konsep, khususnya dalam fisika kuantum. Situasi ini bisa dianalogikan dengan pembelajaran termodinamika di mana metode interaktif memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mendiskusikan serta mengkonstruksi ulang konsep yang sulit (Bouchée et al., 2023). Hu et al., (2022) menekankan bahwa tantangan dalam memahami sistem dua keadaan pada fisika kuantum menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih kreatif, yang juga relevan dalam pengajaran termodinamika (Hu et al., 2022).

Aspek psikologis mahasiswa juga menjadi faktor yang tidak kalah penting dalam menentukan keberhasilan proses belajar. Alam (2021) menyatakan bahwa kecemasan terkait belajar dan motivasi adalah dua faktor psikologis utama yang mempengaruhi kemampuan mahasiswa dalam memahami materi yang kompleks (Alam, 2021). Mahasiswa yang mengalami kecemasan tinggi cenderung mengalami kesulitan dalam fokus dan pemahaman informasi, sementara motivasi yang tinggi dapat meningkatkan

partisipasi dalam belajar. Prastowo et al., (2025) juga menemukan bahwa kemampuan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa masih perlu diperkuat melalui strategi pembelajaran yang lebih adaptif (Prastowo et al., 2025).

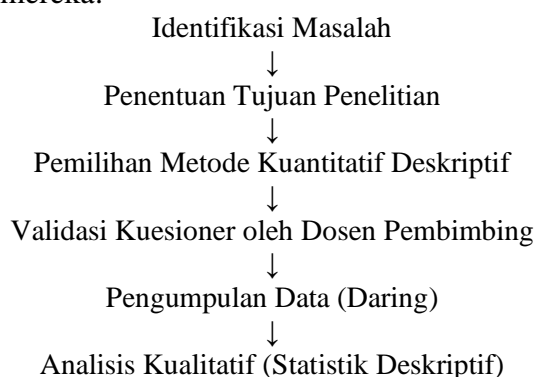
Akhirnya, penelitian oleh Wakhidyah et al., (2025) menunjukkan bahwa siswa SMA juga menghadapi tantangan besar dalam menyelesaikan masalah-masalah kalor dan termodinamika yang memerlukan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) (HOTS) (Wakhidyah et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa kesulitan dalam memahami termodinamika tidak hanya terjadi di tingkat perguruan tinggi, tetapi juga sudah mulai terlihat pada tingkat pendidikan menengah atas.

Dalam usaha untuk mengatasi kesulitan dalam mempelajari termodinamika yang rumit, penelitian terbaru menekankan pentingnya penerapan strategi pembelajaran aktif seperti *Problem-Based Learning* (PBL) dan *Flipped Classroom* yang dapat secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep dibandingkan dengan pendekatan tradisional (Smith et al., 2021). Selain itu, pemanfaatan simulasi komputer dalam proses belajar memungkinkan mahasiswa untuk melihat lebih jelas proses termodinamika yang bersifat abstrak, sehingga memudahkan mereka dalam memahami materi (Johnson & Lee., 2020). Integrasi teknologi informasi melalui aplikasi di perangkat mobile dan platform pembelajaran daring juga terbukti dapat meningkatkan partisipasi serta kemandirian belajar mahasiswa, beriringan dengan peningkatan kemampuan digital di kalangan generasi saat ini (Wang et al., 2022). Interaksi yang erat antara pengajar dan mahasiswa, baik secara langsung maupun melalui internet, dapat meningkatkan semangat dan pemahaman terhadap topik yang kompleks. Akhirnya, kesiapan mental

mahasiswa merupakan aspek penting dalam menghadapi materi yang rumit seperti termodinamika, di mana dukungan emosional dari pengajar dapat membantu mengurangi rasa cemas dan meningkatkan prestasi akademik mahasiswa (Kumar & Singh., 2023). Dengan demikian, inovasi dari penelitian ini terletak pada pengembangan metode pengajaran yang mengkombinasikan teknologi, interaksi aktif, dan dukungan psikologis untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran termodinamika. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk 1) menganalisis faktor-faktor utama yang menyebabkan kesulitan bagi mahasiswa dalam memahami konsep-konsep termodinamika; 2) mengidentifikasi konsep-konsep termodinamika yang paling sulit dihadapi mahasiswa; dan 3) mengembangkan strategi belajar yang efektif untuk membantu mahasiswa mengatasi kesulitan tersebut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif deskriptif, seperti yang ditunjukkan pada skema di bawah ini, untuk mengeksplorasi tantangan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami konsep-konsep termodinamika. Metode ini dipilih karena dapat memberikan gambaran yang obyektif mengenai tingkat pemahaman mahasiswa, berbagai kesulitan yang mereka alami, serta aspek-aspek yang memengaruhi proses belajar mereka.



Tipe penelitian ini adalah survei deskriptif kuantitatif, yang menggunakan kuesioner sebagai alat utama untuk mengumpulkan data dari mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah Termodinamika. Penelitian ini tidak ditujukan untuk menguji hipotesis, melainkan untuk menggambarkan keadaan nyata berdasarkan pandangan dan pengalaman mahasiswa.

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa dari Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jember yang telah menyelesaikan materi Termodinamika. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan purposive sampling, dengan kriteria: 1) telah mengikuti kuliah Termodinamika, dan 2) berada di semester 2 ke atas. Jumlah partisipan ditentukan berdasarkan ketersediaan serta kesediaan mahasiswa untuk mengisi kuesioner.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner yang disebarluaskan melalui tautan G-Form. Kuesioner ini dirancang oleh peneliti berdasarkan indikator pemahaman konsep, jenis kesulitan, faktor penyebab, strategi belajar, dan aspek psikologis mahasiswa. Terdapat enam bagian utama dalam kuesioner ini, yaitu:

1. Pemahaman Konsep Termodinamika mencakup pernyataan mengenai sejauh mana pemahaman mahasiswa terhadap berbagai submateri (Hukum I, Hukum II, entropi, perpindahan kalor, usaha, efisiensi mesin kalor, dan lain-lain)
2. Soal Pilihan Ganda Diagnostik, terdiri dari tiga soal konseptual untuk menilai tingkat pemahaman prinsip-prinsip termodinamika.
3. Identifikasi Kesulitan merupakan sebuah daftar kendala umum yang dialami mahasiswa, seperti dalam memahami konsep abstrak, melakukan perhitungan matematis, atau menyelesaikan soal cerita, serta penyebab kesulitan seperti faktor

- pribadi, pengajar, sarana pembelajaran, atau kurikulum.
4. Strategi Belajar dan Dukungan Pembelajaran menggunakan frekuensi dan jenis strategi belajar yang diterapkan mahasiswa serta penilaian terhadap efektivitas pengajaran dosen.
  5. Aspek Psikologis dan Motivasi mencakup tingkat motivasi belajar dan kecemasan mahasiswa ketika menghadapi soal-soal termodinamika.
  6. Harapan dan Saran pertanyaan terbuka untuk menghimpun masukan dari mahasiswa guna meningkatkan pembelajaran termodinamika di masa depan.

Pada bagian 5 dan 6, kuesioner ini berisi pernyataan untuk mengidentifikasi masalah dengan menggunakan skala Likert 5 poin, yaitu: 1 = sangat tidak setuju; 2 = tidak setuju; 3 = netral; 4 = setuju; dan 5 = sangat setuju.

Kuesioner telah melalui proses validasi konten oleh pakar pendidikan fisika dan praktisi dalam pembelajaran untuk memastikan representasi indikator dalam mengukur tujuan penelitian. Proses pengumpulan data dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada mahasiswa secara daring maupun luring, tergantung pada kondisi dan ketersediaan responden. Partisipasi bersifat sukarela dan anonim untuk menjaga kenyamanan serta keterbukaan responden.

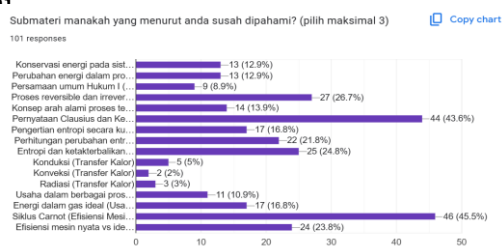
Data diolah menggunakan metode statistik deskriptif, untuk menggambarkan pola kesulitan dan pemahaman mahasiswa. Di sisi lain, data kualitatif dari pertanyaan terbuka dianalisis secara tematis untuk mengidentifikasi kategori masalah serta saran strategis dari mahasiswa. Hasil analisis digunakan untuk mendeteksi subkonsep termodinamika yang paling sulit dipahami, faktor-faktor yang menyebabkan kesulitan dalam belajar, strategi belajar yang banyak diterapkan, penilaian terhadap pengajaran dosen serta kebutuhan untuk sarana pembelajaran

yang lebih efektif. Temuan dari analisis tersebut menjadi dasar untuk merancang strategi pengajaran yang lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep termodinamika.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan survei yang dilakukan kepada 101 mahasiswa tentang submateri termodinamika yang paling sulit dipahami, ditemukan bahwa topik yang paling sering dianggap sulit adalah Siklus Carnot (Efisiensi Mesin Ideal) dengan persentase 45,5%. Hal ini diikuti oleh Pernyataan Clausius dan Kelvin-Planck (43,6%), serta Entropi dan Ketakterbalikan Proses (24,8%). Temuan ini mengindikasikan bahwa mahasiswa menghadapi tantangan dalam memahami konsep-konsep yang terkait dengan hukum kedua termodinamika, terutama yang berkaitan dengan efisiensi dan entropi, baik dari sudut pandang teori maupun aplikasi.

Selain itu, submateri lain seperti Efisiensi mesin nyata vs ideal (23,8%), Perhitungan perubahan entropi (21,8%), serta pengertian entropi secara kualitatif dan Energi dalam gas ideal masing-masing (16,8%) juga dinilai cukup membingungkan oleh beberapa mahasiswa. Di sisi lain, submateri seperti Konduksi, Konveksi, dan Radiasi memiliki tingkat kesulitan terendah, mungkin karena lebih mudah dipahami dengan cara sehari-hari dan visual. Seperti yang ditunjukkan pada diagram dibawah ini:



**Gambar 1.** Hasil diagram submateri yang susah dipahami

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Huang & Liu (2020) yang menunjukkan tantangan yang dihadapi mahasiswa dalam menghubungkan konsep-konsep abstrak termodinamika dengan penerapan nyata, terutama pada hukum kedua dan efisiensi mesin (Huang & Liu., 2020). Selain itu, Wang et al., (2021) menekankan pentingnya pendekatan pembelajaran yang lebih sesuai dengan konteks dan interaktif untuk mengatasi kesulitan dalam memahami konsep termodinamika yang rumit, agar pemahaman mahasiswa dapat berkembang secara signifikan (Wang et al., 2021).

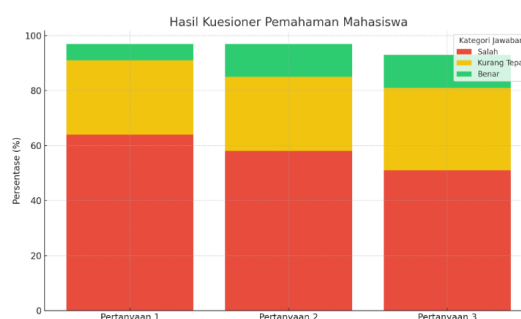
Berdasarkan hasil tersebut, disarankan agar penyampaian materi tentang konsep-konsep abstrak seperti entropi, efisiensi mesin, dan proses reversibel dilakukan dengan pendekatan yang lebih visual dan kontekstual, misalnya dengan menggunakan simulasi, studi kasus, atau analogi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, agar pemahaman mahasiswa dapat ditingkatkan secara keseluruhan.

Kemudian terdapat bagian pertanyaan terbuka tentang kesulitan dalam memahami materi yang anda anggap sulit sebelumnya, hasil analisis jawaban terhadap 101 jawaban, mayoritas mahasiswa menghadapi tantangan dalam memahami isi pelajaran akibat sifat konsep yang abstrak dan sukar untuk divisualisasikan, terutama pada topik entropi, proses reversible-irreversible, serta mesin Carnot. Konsep-konsep ini dinilai tidak mudah dipahami dan membingungkan, terutama jika tidak disertai dengan dukungan visual yang cukup. Beberapa mahasiswa juga merasa kesulitan karena rumus-rumus yang rumit dan tantangan dalam membedakan jenis-jenis proses termodinamika. Selain itu, penyampaian materi yang terlalu cepat, bergantinya dosen, serta minimnya contoh konkret juga semakin memperburuk

kesulitan dalam memahami materi tersebut.

Hal ini sejalan dengan studi oleh Prabowo & Sari (2021) yang menunjukkan bahwa mahasiswa sering kali mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam fisika, terutama jika pengajaran tidak dilengkapi dengan metode visualisasi yang memadai. Penelitian tersebut juga menekankan pentingnya penggunaan contoh nyata dan pendekatan pengajaran yang lebih lambat untuk memperbaiki pemahaman mahasiswa terhadap materi yang rumit (Prabowo & Sari., 2021). Selain itu, Santoso (2022) mencatat bahwa variasi dalam cara mengajar dan konsistensi dari pengajar dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap pemahaman mahasiswa, sehingga penting untuk menciptakan suasana belajar yang mendukung (Santoso, 2022).

Selanjutnya terdapat soal pilihan ganda diagnostik, terdiri dari tiga soal konseptual untuk menilai tingkat pemahaman prinsip-prinsip termodinamika. Hasil dari jawaban responden ditunjukkan pada grafik dibawah ini.



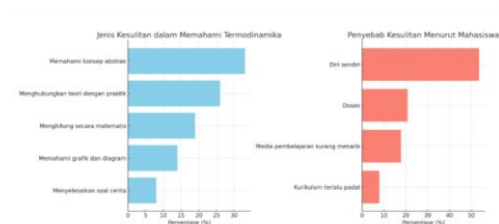
**Gambar 2.** Hasil Grafik Kuesioner Soal Konsep Termodinamika

Berdasarkan hasil survei yang terlihat dalam grafik, terbukti bahwa kebanyakan mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep dasar termodinamika. Untuk pertanyaan pertama terkait hukum konservasi energi dalam suatu sistem

tertutup, hanya 27% mahasiswa yang memberikan jawaban yang akurat, sementara 64% menjawab dengan tidak tepat, yang menunjukkan banyaknya mahasiswa yang belum sepenuhnya mematuhi prinsip kekekalan energi. Pertanyaan kedua yang membahas tentang proses adiabatik menunjukkan pola yang sama, dengan hanya 11,9% memberikan jawaban yang benar dan mayoritas mahasiswa (58,4%) memilih jawaban yang salah. Ini menandakan bahwa gagasan perpindahan energi tanpa adanya panas masih sulit dipahami oleh banyak mahasiswa.

Pada pertanyaan ketiga yang menguji pemahaman mengenai persamaan Clausius dan Kelvin-Planck, hanya 11,9% yang mampu menjawab dengan benar, dan 54,5% memilih jawaban yang tidak tepat, yang menunjukkan bahwa pemahaman terkait hukum kedua termodinamika juga belum sepenuhnya dikuasai. Secara keseluruhan, hasil ini menandakan bahwa pemahaman mengenai konsep-konsep dasar termodinamika masih lemah, sehingga diperlukan pendekatan pendidikan yang lebih kontekstual dan interaktif, seperti simulasi visual, studi kasus, atau penerapan analogi dalam kehidupan sehari-hari untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa.

Setelah dilakukan uji reliabilitas dengan hasil nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,822, instrumen kuesioner dinyatakan reliabel dan layak digunakan untuk mengukur persepsi mahasiswa. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap tanggapan responden. Berikut grafik jawaban dari responden.



**Gambar 3.** Grafik Hasil Tanggapan Responden

Berdasarkan data yang ditampilkan pada grafik batang warna biru, terlihat bahwa mayoritas mahasiswa (33%) mengalami kesulitan dalam memahami konsep abstrak saat mempelajari materi termodinamika. Kesulitan lainnya yang juga banyak dialami adalah dalam menghitung secara matematis (26%), menyelesaikan soal cerita (19%), menghubungkan teori dengan praktik (14%), serta yang paling rendah adalah memahami grafik dan diagram (8%). Grafik ini menunjukkan bahwa hambatan utama dalam pembelajaran termodinamika adalah pada aspek konseptual yang abstrak dan perhitungan matematis.

Selanjutnya, gambar grafik batang warna orange menunjukkan faktor penyebab utama dari kesulitan tersebut, yang paling banyak diakui oleh mahasiswa adalah berasal dari diri sendiri (53,5%), seperti kurangnya belajar atau belum memahami dasar-dasar fisika. Faktor berikutnya adalah penjelasan dari dosen yang dianggap kurang jelas (20,8%), diikuti oleh media pembelajaran yang kurang menarik (17,8%), serta kurikulum yang terlalu padat (7,9%). Dari grafik ini dapat disimpulkan bahwa meskipun kesulitan utama berasal dari faktor internal mahasiswa, dukungan eksternal seperti metode pengajaran dosen dan penyediaan media pembelajaran yang menarik juga memegang peran penting dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep termodinamika.

Hal ini sejalan dengan hasil yang dilaporkan dalam jurnal Pendidikan Fisika Indonesia (Sari & Rahmawati, 2021), yang menunjukkan bahwa mahasiswa sering kali mengalami tantangan dalam memahami konsep dasar termodinamika, khususnya terkait dengan hukum konservasi energi dan proses adiabatik. Dalam penelitian tersebut, ditekankan bahwa pendekatan belajar kontekstual dapat meningkatkan pemahaman

mahasiswa mengenai materi termodinamika secara signifikan (Sari & Rahmawati., 2021). Selain itu, studi nasional dari Jurnal Inovasi Pendidikan Teknik Mesin (Widodo et al., 2020) menekankan pentingnya penggunaan media pembelajaran interaktif dan simulasi untuk mengatasi masalah pemahaman pada hukum kedua termodinamika (Widodo et al., 2022). Dengan demikian, penggabungan metode pengajaran yang lebih inovatif dan relevan menjadi hal yang sangat penting untuk membantu mahasiswa memahami konsep termodinamika dengan lebih baik dalam lima tahun terakhir di tingkat nasional.

Seluruh pertanyaan dalam survei ini telah diuji menggunakan analisis validitas dan reliabilitas untuk memastikan bahwa alat yang digunakan tepat dan konsisten dalam menilai pengenalan masalah. Sebelum dipergunakan, alat kuesioner ini harus melewati pengujian untuk mengecek validitas dan tingkat keandalannya. Pengujian validitas bertujuan untuk memastikan bahwa setiap pernyataan dapat mengukur aspek identifikasi masalah dengan tepat. Hasil dari pengujian validitas menunjukkan bahwa semua pernyataan menunjukkan nilai korelasi yang signifikan, sehingga dinyatakan sebagai valid. Berikut merupakan hasil dari uji validitas.

**Tabel 1.** Hasil Uji Validitas

Skor	r-tabel	r-hitung	Keterangan
Skor 1	0,195	0,816	VALID
Skor 2	0,195	0,782	VALID
Skor 3	0,195	0,806	VALID
Skor 4	0,195	0,826	VALID

Seluruh pertanyaan yang terdapat dalam kuesioner penelitian ini telah diuji untuk validitasnya melalui analisis korelasi antara skor masing-masing pertanyaan dan total skor keseluruhan. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa setiap item memiliki nilai r-hitung yang lebih tinggi dibandingkan dengan r-tabel (0,195), yaitu 0,816 untuk Skor 1 = 0,782 untuk Skor 2 = 0,806 untuk Skor 3

= 0,806, dan untuk skor 4 = 0,826. Karena seluruh nilai r-hitung melebihi nilai r-tabel, maka semua item pertanyaan dinyatakan valid. Hal ini berarti bahwa setiap pertanyaan dalam kuesioner dapat secara akurat mengukur aspek yang dimaksud dan pantas digunakan dalam penelitian ini. Validitas instrumen ini memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan analisis data lebih lanjut, karena telah terbukti bahwa instrumen tersebut sesuai dan relevan dengan tujuan penelitian yang ada.

Setelah instrumen dinyatakan valid, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian reliabilitas agar dapat memastikan bahwa alat tersebut memberikan hasil yang konsisten dan stabil saat mengukur variabel yang sama dalam berbagai situasi. Pengujian reliabilitas ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran dapat diandalkan jika diulang menggunakan instrumen yang sama. Berikut hasil dari uji reliabilitasnya.

**Tabel 2.** Hasil Uji Reabilitas

Kuesioner	Cronbach's Alpha	Keterangan
Analisis Kesulitan Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jember dalam Memahami Konsep Termodinamika	0,822	Reliabel

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai Cronbach's Alpha mencapai 0,822 yang lebih tinggi dari batas minimum yang biasanya diterima, yaitu 0,70. Angka ini menunjukkan bahwa alat ukur memiliki tingkat keandalan yang tinggi. Oleh karena itu, kuesioner yang digunakan dalam riset ini dapat dianggap sebagai alat yang reliabel karena mampu memberikan data yang konsisten dan stabil. Keandalan yang baik melengkapi validitas alat ukur, sehingga keseluruhan instrumen penelitian telah memenuhi kriteria sebagai alat yang sah dan dapat diandalkan untuk mengumpulkan data penelitian.

Dengan demikian, setelah alat ukur terbukti valid dan dapat dipercaya, langkah berikutnya adalah menyajikan data dari pengisian kuesioner oleh partisipan. Data ini akan diperlihatkan dalam bentuk persentase agar dapat menggambarkan sebaran jawaban

terhadap setiap pertanyaan yang diberikan. Penyajian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kecenderungan partisipan dalam memahami dan menanggapi setiap pernyataan yang berhubungan dengan konsep termodinamika.

**Tabel 3.** Hasil Pengisian data Kuesioner Analisis Kesulitan Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jember dalam Memahami Konsep Termodinamika

No	Indikator	Jawaban (%)				
		STS	TS	N	S	SS
1	Saya sering menggunakan media pembelajaran seperti simulasi/animasi untuk belajar.	0,00%	34,65%	52,48%	12,87%	0,00%
2	Metode pengajaran dosen pada kuliah termodinamika menurut pandangan saya sudah berjalan dengan baik.	0,99%	18,81%	66,34%	13,86%	0,00%
3	Saya merasa tenang ketika belajar mengenai materi termodinamika.	1,98%	37,62%	52,48%	7,92%	0,00%
4	Saya merasakan kekhawatiran saat menyelesaikan soal-soal termodinamika.	0,99%	27,72%	56,44%	14,85%	0,00%

Berdasarkan analisis data dari kuesioner yang menggunakan skala Likert (1 = Sangat Tidak Setuju sampai 5 = Sangat Setuju), sebagian besar responden menunjukkan penilaian yang cenderung netral (Skor 3) terhadap semua pernyataan yang diberikan. Untuk pernyataan tentang penggunaan media, 52,48% responden memberikan Skor 3, sementara 34,65% memilih Skor 2, yang menunjukkan pandangan yang tidak terlalu positif maupun negatif. Hal serupa juga tampak pada pernyataan mengenai metode, dengan 66,34% responden memilih Skor 3 dan 18,81% memilih Skor 2. Mengenai pernyataan tentang perasaan, 52,48% responden menjawab netral sementara 37,62% merasa kurang setuju (Skor 2). Pada pernyataan terkait kecemasan, lebih dari setengah responden (56,44%) memberikan Skor 3, dengan 27,72% lainnya memilih Skor 2. Tidak ada responden yang memberikan penilaian sangat setuju (Skor 5) untuk pernyataan mana pun, dan hanya sedikit yang memilih Skor 4 (Setuju). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, para responden memberikan jawaban yang cenderung netral hingga sedikit menolak, yang mengisyaratkan perlunya pemahaman atau pendekatan lebih mendalam mengenai isu yang dibahas.

Temuan ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Prasetyo & Sari (2022) yang diterbitkan dalam Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran, yang mengungkap bahwa mahasiswa cenderung merasa netral terhadap metode pembelajaran yang digunakan, dengan 60% peserta memberikan penilaian netral mengenai efektivitas media pembelajaran. Penelitian tersebut menekankan kebutuhan untuk mengevaluasi dan mengembangkan metode pengajaran yang lebih interaktif agar dapat meningkatkan keterlibatan serta pemahaman mahasiswa (Prasetyo & Sari., 2022). Selain itu, penelitian oleh Hidayati et al., (2021) yang dimuat dalam Jurnal Inovasi Pendidikan juga menunjukkan bahwa kecemasan mahasiswa saat belajar sering kali berkaitan dengan rendahnya rasa percaya diri dan pemahaman tentang materi, yang terlihat dari penilaian netral yang diberikan oleh peserta (Hidayati et al., 2021). Oleh karena itu, hasil dari analisis kuesioner ini menunjukkan pentingnya pendekatan yang lebih inovatif dan mendalam dalam pengajaran untuk meningkatkan pemahaman serta mengurangi kecemasan mahasiswa.

Pada bagian kuesioner terakhir, yaitu berisi pertanyaan terbuka mengenai harapan dan saran terkait pembelajaran

Termodinamika. Berdasarkan hasil dari 101 tanggapan responden mengenai cara membuat pembelajaran termodinamika menjadi lebih sederhana dan menarik, sebagian besar memberikan rekomendasi untuk menggunakan alat bantu visual dan interaktif, seperti animasi, simulasi digital, dan video edukasi.

Banyak dari mereka menyoroti pentingnya menghubungkan konsep-konsep termodinamika dengan situasi sehari-hari, seperti yang ada pada kulkas, mesin kendaraan, atau pendingin udara, agar siswa dapat melihat penerapan nyata dari materi yang diajarkan. Selain itu, ada saran untuk memasukkan eksperimen atau praktik sederhana yang dapat membantu mahasiswa memahami konsep yang abstrak dengan cara yang lebih nyata.

Beberapa responden juga mengusulkan beragam metode pembelajaran, seperti kuis interaktif, diskusi kelompok, permainan pendidikan, hingga aktivitas ice breaking agar suasana belajar menjadi lebih menyenangkan. Penjelasan yang jelas dan bertahap juga dinilai penting, termasuk ketika menjelaskan dasar-dasar konsep sebelum beralih ke rumus. Secara umum, para responden sepakat bahwa pembelajaran termodinamika akan lebih efisien jika dilakukan dengan pendekatan yang interaktif, kontekstual, dan aplikatif, dikombinasikan dengan pemanfaatan alat bantu yang kreatif dan menarik.

Temuan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Setiawan & Lestari (2020) di Jurnal Pendidikan Fisika, yang mengungkapkan bahwa penggunaan media visual dan interaktif dalam pembelajaran fisika, termasuk termodinamika, mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan. Penelitian tersebut menyoroti pentingnya menghubungkan materi dengan situasi sehari-hari, yang dapat memudahkan siswa dalam memahami dan mengingat konsep yang dijelaskan (Setiawan & Lestari., 2020). Selain itu,

penelitian oleh Nuraini et al., (2021) yang dipublikasikan dalam Jurnal Inovasi Pendidikan juga menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang melibatkan kegiatan praktis dan interaksi, seperti eksperimen serta diskusi kelompok, dapat meningkatkan motivasi dan partisipasi siswa dalam belajar (Nuraini et al., 2021). Oleh karena itu, hasil dari kuesioner ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dan relevan, serta penggunaan alat bantu yang menarik, sangat penting untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran termodinamika di kalangan mahasiswa.

Berdasarkan hasil keseluruhan dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam mempelajari konsep-konsep dasar termodinamika, khususnya yang bersifat abstrak seperti entropi, efisiensi mesin ideal, dan proses reversibel-irreversibel. Tantangan ini semakin diperburuk oleh cara pengajaran yang kurang efektif, minimnya penggunaan media pembelajaran yang interaktif, serta faktor internal seperti kurangnya dasar pengetahuan fisika. Meskipun demikian, mahasiswa menunjukkan minat yang tinggi terhadap metode belajar yang lebih kontekstual, visual, dan aplikatif. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih inovatif, baik dari segi bahan ajar, metode, maupun media, agar konsep-konsep termodinamika dapat dipahami dengan cara yang lebih mendalam, menarik, dan bermakna bagi mahasiswa. Pendekatan yang menghubungkan teori dengan praktik yang nyata serta cara penyampaian yang interaktif dan relevan diyakini dapat meningkatkan pemahaman dan ketertarikan mahasiswa terhadap studi termodinamika.

## SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa submateri termodinamika yang

paling sulit dipahami mahasiswa adalah Siklus Carnot (Efisiensi Mesin Ideal) dengan persentase 45,5%, diikuti oleh Pernyataan Clausius dan Kelvin-Planck (43,6%) serta Entropi dan Ketakterbalikan Proses (24,8%), yang mengindikasikan kesulitan mahasiswa dalam memahami hukum kedua termodinamika, baik secara teori maupun aplikasi. Tantangan utama terletak pada pemahaman konsep abstrak, yang disebabkan oleh kurangnya penguasaan dasar fisika.

Penilaian menggunakan skala Likert menunjukkan kecenderungan netral, tanpa responden yang sangat setuju, namun mereka sepakat bahwa pendekatan interaktif dan alat bantu kreatif dapat membantu mereka memahami konsep-konsep termodinamika yang kompleks. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi metode pembelajaran inovatif dan melibatkan mahasiswa dalam proses belajar agar mereka lebih aktif mengkaji ulang konsep yang telah dipelajari. belum dipahami.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, O. N., & Sudarti, S. (2021). Analisis kemampuan multirepresentasi verbal dan gambar pada mahasiswa pendidikan fisika dalam memahami konsep reaksi inti matahari. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 3(1), 29–38.
- Alam, A. (2021). Possibilities and apprehensions in the landscape of artificial intelligence in education. *2021 International Conference on Computational Intelligence and Computing Applications (ICCICA)*, 1–8.
- Amiroh, D., Sibua, S., & Salim, A. (2021). Pendekatan multi representasi untuk meningkatkan penguasaan konsep dan pemecahan masalah mahasiswa pada materi gelombang. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 6(2), 290–302.
- Andriadi, F. M., Alatas, F., & Solehat, D. (2024). Studi literatur miskonsepsi pembelajaran hukum I termodinamika: identifikasi dan solusi. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 1(1), 170–180.
- Anggraeni, P., Suherman, A., & Guntara, Y. (2023). Application of the project-based learning model to improve students' creative thinking skills on thermodynamics material. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 7(2), 254–263.
- Bouchée, T., Thurlings, M., de Putter-Smits, L., & Pepin, B. (2023). Investigating teachers' and students' experiences of quantum physics lessons: opportunities and challenges. *Research in Science & Technological Education*, 41(2), 777–799.
- Doyan, A., Susilawati, S., & Hikmawati, H. (2020). Pengaruh penerapan model pembelajaran berbasis masalah terhadap hasil belajar pada matakuliah fisika kuantum bagi mahasiswa calon guru. *Orbita: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 6(2), 278–283.
- Farid, A. (2023). Literasi digital sebagai jalan penguatan pendidikan karakter di era Society 5.0. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(3), 580–597.
- Fatimah, F. (2021). Pengaruh media animasi sparkol videoscribe dalam pembelajaran daring terhadap penguasaan konsep mahasiswa. *Phydogic: Jurnal Fisika dan Pembelajarannya*, 3(2), 53–60.
- Hasanah, S., Parno, P., Hidayat, A., Supriana, E., Yuliati, L., Latifah, E., & Ali, M. (2023). Building students' creative thinking ability

- through STEM integrated project-based learning with formative assessment on thermodynamics topics. *AIP Conference Proceedings*, 2569(1).
- Heryanto, S. H., Aprianti, S., Pelani, R. R., & Irvani, A. I. (2023). Penggunaan e-learning madrasah dalam proses pembelajaran fisika di MAN 2 Garut. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 3(1), 172–178.
- Hidayat, E. H., & Muslimin, M. (2022). Analisis pemahaman konsep termodinamika bagi calon guru fisika. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 10(1), 39–42.
- Hidayati, N., Sari, D., & Rahmawati, N. (2021). Kecemasan mahasiswa dalam pembelajaran fisika: Hubungan dengan kepercayaan diri dan pemahaman materi. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 5(2), 123-135.
- Hu, P., Li, Y., & Singh, C. (2022). Challenges in addressing student difficulties with time-development of two-state quantum systems using a multiple-choice question sequence in virtual and in-person classes. *European Journal of Physics*, 43(2), 025704.
- Irvani, A. I., Rustaman, N., Kaniawati, I., & Sinaga, P. (2024). Analisis kesulitan belajar mahasiswa pada mata kuliah fisika kuantum. *Diffraction: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 6(1), 30–38.
- Johnson, M., & Lee, K. (2020). Enhancing thermodynamics understanding through computer simulations. *Computers & Education*, 143, 103674.
- Kumar, R., & Singh, P. (2023). Psychological readiness and academic performance in STEM education. *Journal of Educational Psychology*, 115(1), 89-102.
- Nasution, S. K. (2024). Analisis kesulitan peserta didik dalam memahami konsep fisika pada materi termodinamika di SMA. *Jurnal Edu Talenta*, 3(1), 73–83.
- Nuraini, A., Setiawan, B., & Lestari, R. (2021). Pengaruh metode pembelajaran interaktif terhadap motivasi dan hasil belajar siswa pada materi fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 5(1), 45-58.
- Prabowo, A., & Sari, D. (2021). The impact of effective visualization methods on students' understanding of abstract physics concepts. *Indonesian Journal of Physics Education*, 9(2), 75-84.
- Prasetyo, E., & Sari, D. (2022). Evaluasi efektivitas media pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 10(3), 201-210.
- Prastowo, S. H. B., Supriadi, B., Prihandono, T., & Khasanah, R. U. (2025). An analysis identification of physics student critical thinking and creative thinking skill in physics learning. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 14(1), 38–46.
- Purwaningsih, S., Berthalita, P. F., & Lestari, N. (2022). *Integrasi animasi dan simulasi dengan menggunakan Program matlab pada matakuliah fisika Kuantum*.
- Santoso, B. (2022). The influence of teaching method variation and instructor consistency on student understanding in physics. *Journal of Educational Research and Practice*, 10(1), 33-42.
- Sekarani, T. S., Wiyono, K., & Muslim, M. (2021). Analisis pemahaman konsep termodinamika dengan CRI berbantuan CBT siswa SMA negeri 21 Palembang. *Seminar*

- Nasional Pendidikan IPA Tahun 2021*, 1(1).
- Setiawan, B., & Lestari, R. (2020). Penggunaan alat bantu visual dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 67-75.
- Smith, J., Brown, A., & Taylor, R. (2021). Effectiveness of problem-based learning in thermodynamics education. *Journal of Engineering Education*, 110(2), 234-245.
- Wakhidyah, S. H., Mudakir, I., & Wahyuni, S. (2025). Analysis of high order thinking skills of high school students in solving heat and thermodynamics problems. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 11(1), 102–107.
- Wang, Y., Zhou, H., & Chen, L. (2022). Mobile learning applications in engineering education: impact on student engagement. *Education Technology Research and Development*, 70(1), 45-62.
- Widodo, A., Hidayati, N., & Sari, D. (2020). Media pembelajaran interaktif dalam pembelajaran termodinamika: Pengaruh terhadap pemahaman konsep siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Teknik Mesin*, 8(2), 89-97.