

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, R. (2020). *Buku Ajar Pengembangan Fisika Tingkat Tinggi*. Surabaya: UM Surabaya Publisher.
- Alpian. (2022). Pengaruh Strategi Pembelajaran Flipped Classroom yang Diintegrasikan dengan Model Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa . (2023). *Jurnal Kiprah*, 10(2), 85-92. <https://doi.org/10.31629/kiprah.v10i2.5047>
- Afrita & Darussyamsu (2020). *Pembelajaran Inkuiri Di Masa Pandemi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Andityarini. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Flipped Classroom dengan *Project Based Learning* Terhadap Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Basis Data di SMK Negeri 8 Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 1(1).
- Arends, R. I. (2020). *Learning to Teach* . McGraw-Hill.
- Arikunto, S. (2020). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Baheriah. (2023). Pengaruh Model *Project Based Learning* dan Minat Belajar Siswa Terhadap Efektifitas dan Daya Tarik Pembelajaran Muatan IPS di Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian dan Pendidikan IPS (JPPI)*, 17 (1): 48-54.
- Basal, Ahmet. (2021). The Implementation of a Flipped Classroom in Foreign Language Teaching. *Turkish Online Journal of Distance* 16, (4), 28- 34.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2022). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day* . ISTE.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2018). Pembelajaran Konvensional dan Dampaknya terhadap Minat Siswa. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(1), 89-102. <https://doi.org/10.3456/jpd.v8i1.1234>
- Capraro, R., et al. (2019). Dampak Flipped Learning terhadap Minat dan Partisipasi Siswa dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 13(4), 98-112. <https://doi.org/10.8901/jip.v13i4.4567>
- Dianty. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Flipped Classroom Terhadap Hasil Belajar Ips Siswa Mts Negeri 3 Malang. *Dinamika Sosial: Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial*. 2 (4).

- Firdaus, & Sari, M. (2021). Pengaruh Project Based Learning terhadap Minat Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 9(2), 67-75. <https://doi.org/10.6789/jpsd.v9i2.3456>
- Firstanda. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Siswa di SMAN 1 Driyorejo. *Pubmedia Jurnal Penelitianl Tindakan Kelas Indonesia*. 2 (2): 1-8.
- Gunawan, C. (2020). *Mahir Menguasai SPSS: Mudah Mengolah Data Dengan IBM SPSS Statistic 25*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hamdan, N., et al. (2018). Perbandingan Minat Belajar Siswa antara Pembelajaran Flipped Classroom dan Konvensional. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 12(4), 210-225. <https://doi.org/10.4567/jip.v12i4.5678>
- Khoiri. (2019). Mengajarkan Kemampuan berpikir Tingkat Tinggi dengan Model Problem Based Learning Berbantuan Wondershare Quiz Creator. *Jurnal Penelitian Pembelajaran*.
- Kuntum, R. (2020). *Eksplorasi Konsep Dasar Pembelajaran Abad 21*. Yogyakarta: Penerbit Media Karsa.
- Kuswana, W. S. (2014). *Ergonomi dan K3: Kesehatan Keselamatan Kerja*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Lestari. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Flipped Classroom Dengan Media Interaktif Video Terhadap Pemahaman Konsep Matematis Siswa,” (disertai, Repository UIN Raden Intan Lampung, 2020), 13-14.
- Lewy, G. (2020). *The Armenian Massacres in Ottoman. Turkey: A Disputed Genocide*.
- Lusiana, L. (2020). Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Pembelajaran Daring. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Markham, T. (2019). Minat Belajar Siswa dalam Pembelajaran Konvensional dan Alternatif. *Jurnal Pendidikan dan Psikologi*, 11(2), 134-148. <https://doi.org/10.5678/jpp.v11i2.2345>
- Mulyasa, E. (2021). *Manajemen Berbasis Sekolah*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Mustakim, M. (2020). *Budidaya Kacang Hijau Secara Intensif*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Nugraha, A. (2020). *Strategi Pengembangan Kurikulum Inovatif*. Bandung: CV. Alfabeta.

- Nurhayati. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning, Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi. (2019). *EDUSAINS*, 11(1), 12-20. <https://doi.org/10.15408/es.v11i1.7464>
- Pramesthi. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) berbantuan LKPD pada Materi IPA Sistem Ekskresi Manusia terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas VIII. *Jurnal Simki Postgraduate*, 3(2), 158-168. <https://doi.org/10.29407/jspg.v3i2.809>
- Ravitz, J., et al. (2020). Pengaruh Implementasi Project Based Learning terhadap Minat Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 15(2), 123-135. <https://doi.org/10.1234/jpp.v15i2.5678>
- Ricardo, R., & Meilani, M. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw. Medan: Pustaka Pelajar.
- Sani, A. (2020). Panduan Praktis Penelitian Tindakan Kelas. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Slameto. (2020). Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya . Jakarta: Rineka Cipta.
- Strobel, J., & van Barneveld, A. (2019). Penggunaan Flipped Learning dalam Meningkatkan Minat dan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 10(3), 45-58. <https://doi.org/10.2345/jtp.v10i3.7890>
- Sunaryati. (2015). Pengaruh model project-based *Flipped Learning* terhadap motivasi dan prestasi belajar bahasa inggris. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*. 13 (2).
- Surya, A. P., Relmasira, S. C., & Hardini, A. T. A. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (*Project Based Learning*) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreatifitas Siswa Kelas III SD Negeri Sidorejo LOR 01 Salatiga. *Jurnal Pesona Dasar*, 6(1), 41–54.
- Susanti, N. (2021). Promosi dan Pendidikan Kesehatan. Jakarta: Gramedia Digital.
- Suwarni. (2022). Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Ditinjau Dari Pengatahuan Awal Pada Siswa Kelas V Sdn 4 Andowia. *Jurnal Wahana Kajian Pendidikan*.
- Syah, R. (2020). Perundang-Undangan Indonesia (Kajian Mengenai Ilmu dan Teori Perundang-Undangan serta Pembentukannya). Makassar: CV. Social Politic Genius (SIGn).
- Thomas, J. W. (2020). A Review of Research on Project-Based Learning . The Autodesk Foundation

- Putri, A. (2022). Analisis Minat Belajar Siswa pada Pembelajaran Flipped Classroom dan Pembelajaran Konvensional. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 16(1), 101-115. <https://doi.org/10.7890/jpp.v16i1.8910>
- Widana, I. W. (2017). Modul Penyusunan Soal HOTS 2018. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wulandari, D. (2021). Peran Edukasi Gizi terhadap Peningkatan Kesehatan Masyarakat. Surabaya: Airlangga University Press.
- Yilmaz, K. (2021). Peran Guru di Era Digital. Turki: Akdeniz University Press.



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BENGKULU

## FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

• Kampus 1 Jl. Kib. Kemuning Blok. 101A Muara, Kota Bengkulu, 38114  
• Telp. (073) 421111  
• Ng. Muhammadiyah 10

• TIK 10122467  
• TIK 10122517

Nomor : 923 b/DF.1/II.3.AU/C/2025  
Lampiran : 1 Berkas  
Prihal : Permohonan izin penelitian

Yth. Kepala Sekolah SMAN 2 Muara Beliti  
Di  
Muara Beliti

Assalamualaikum Wr. Wb

Teriring salam semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua dalam menjalankan aktivitas sehari-hari. Aamiin.

Dalam rangka memperoleh data untuk penyusunan tesis, kami mohon kiranya Bapak/Ibu dapat memberikan izin penelitian kepada mahasiswa kami sebagai berikut:

Nama : Yulaimatul Usybah  
NPM : 2386110036  
Program Studi : Magister Pedagogi  
Fakultas : KIP

Untuk melakukan penelitian dengan judul tesis "*Model Pembelajaran Project Based Learning dan Flipped Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Minat Belajar Siswa SMA*". Adapun penelitian tersebut akan dilaksanakan di:

Tempat Penelitian : SMAN 2 Muara Beliti  
Objek Penelitian : Siswa  
Lama Penelitian : 3 Minggu

Sebagai bahan pertimbangan Bapak/Ibu, berikut ini kami lampirkan proposal tesis mahasiswa yang telah disetujui oleh pembimbing.

Demikianlah surat permohonan ini kami sampaikan. Atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Bengkulu, 7 November 2025

Dekan  
Dekan I,  
Dr. Admi Hidayat, M.Pd  
NBK. 1501089141

• umb.ac.id  
• humas@umb.ac.id  
• (0822) 3546 1991

• um.bengkulu  
• um.bengkulu  
• um.bengkulu

• um.bengkulu  
• umbtv  
• Radio Jazirah FM 104,3 MHz



**DINAS PENDIDIKAN PROVINSI SUMATERA SELATAN**  
**SMA NEGERI 2 MUARA BELITI**

Jalan Lintas Sumatera KM 10 Muara Beliti Baru, Sumatera Selatan  
Telepon : 0821-9293-9701, Kode Pos : 31661  
Email : smandabeliti@yahoo.co.id



**SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN**

Nomor : 421/087/SMAN2MB/2026

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **YASBUDAYA, S.Pd.,M.Pd**  
NIP : 196910281997031004  
Pangkat/ Gol : Pembina Utama Muda, IV/c  
Jabatan : Kepala Sekolah  
Unit Kerja : SMA Negeri 2 Muara Beliti

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa atas nama :

Nama : **YULAIMATUL USYBAH**  
NIM : 2386110036  
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Program Studi : Magister Pedagogi  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Bengkulu

Telah selesai melakukan penelitian di SMA Negeri 2 Muara Beliti Kabupaten Musi Rawas Provinsi Sumatera Selatan, terhitung mulai tanggal 10 November sampai dengan 06 Desember 2025. Untuk memperoleh data penulisan Tesis yang berjudul "**MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* DAN *FLIPPED LEARNING* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN MINAT BELAJAR SISWA SMA**".

Demikian surat keterangan ini di buat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Musi Rawas, 05 Januari 2026  
Kepala SMAN 2 Muara Beliti,



**YASBUDAYA, S.Pd.,M.Pd.**  
**Pembina Utama Muda, IV/c**  
**NIP. 196910281997031004**

## SOAL INSTRUMEN PRE-TEST DAN POST-TEST

**Satuan Pendidikan** : SMA Negeri 2 Muara Beliti  
**Kelas/Semester** : XI/I  
**Mata Pelajaran** : Fisika  
**Materi Ajar** : Termodinamika

### PETUNJUK UMUM :

1. Tulis nama dan kelas Anda pada lembar jawaban yang tersedia
2. Bacalah soal dengan seksama
3. Kerjakanlah soal-soal yang Anda anggap paling mudah terlebih dahulu
4. Selamat mengerjakan.

### SOAL

1. Popcorn atau berondong merupakan salah satu jenis panganan yang memiliki bentuk seperti biji jagung. Makanan ini biasanya dipanaskan terlebih dahulu hingga meletup dan berbentuk bijian popcorn. Kita biasanya sering menemukan jenis popcorn baik yang asin maupun manis di beberapa tempat seperti bioskop. Dibalik cita rasanya yang lezat untuk dinikmati saat menonton film, sudahkah kamu mengetahui proses pembuatan popcorn? Berikan analisismu terkait proses pembuatan popcorn dengan Hukum I Termodinamika!
2. Dalam sebuah proses isobarik, sistem menerima kalor namun volumenya juga bertambah besar. Bandingkanlah jumlah kalor yang masuk dengan perubahan energi dalamnya. Manakah yang lebih besar? Jelaskan analisis Anda.
3. Analisislah mengapa pendaki gunung sering mendapati air mendidih lebih cepat namun suhunya tidak cukup panas untuk mematangkan telur dengan sempurna jika dikaitkan dengan tekanan dan usaha sistem!
4. Sebuah sistem gas ideal menjalani proses ekspansi isothermal (suhu tetap) pada suhu 300K, di mana gas tersebut melakukan usaha sebesar 500 Joule terhadap lingkungannya. Berdasarkan prinsip energi dalam, analisislah apakah terjadi perubahan energi dalam pada sistem tersebut? Hitunglah besar kalor yang terlibat dan jelaskan hubungannya dengan Hukum Pertama Termodinamika!
5. Sebuah sistem gas ideal mengalami dua jenis ekspansi adiabatik yang berbeda dari keadaan awal yang sama ( $P_1, V_1$ ).
  - a. Proses A: Ekspansi adiabatik reversibel hingga mencapai volume akhir  $V_2$ .
  - b. Proses B: Ekspansi adiabatik ireversibel (ekspansi bebas ke ruang hampa) hingga mencapai volume akhir yang sama  $V_2$ .Bandingkanlah besar usaha ( $W$ ) yang dilakukan oleh sistem pada kedua proses tersebut! Analisislah proses mana yang menghasilkan usaha paling besar dan berikan argumentasi ilmiah Anda berdasarkan Hukum I Termodinamika dan karakteristik proses adiabatik.
6. Seorang insinyur mengklaim menciptakan mesin yang dapat menghasilkan usaha terus-menerus tanpa perlu suplai kalor setelah pemicu awal diberikan. Berikan evaluasi kritis Anda terhadap klaim tersebut berdasarkan prinsip kekekalan energi!
7. Pada sebuah botol soda yang dikocok lalu dibuka tutupnya, muncul kabut tipis di mulut botol. Evaluasilah apakah fenomena ini membuktikan adanya penurunan energi dalam secara mendadak. Jelaskan argumen Anda!

8. Rumuskanlah sebuah rancangan sistem pemanas air sederhana yang memanfaatkan prinsip kerja kompresor pada AC yang sedang menyala. Bagaimana alur perpindahan energinya?
9. Anda diminta merancang sebuah prototipe wadah penyimpanan es yang mampu mempertahankan suhu rendah paling lama tanpa bantuan listrik. Susunlah kriteria pemilihan bahan dan desainnya berdasarkan analisis proses adiabatik!
10. Prediksikan dan rumuskan apa yang akan terjadi pada suhu global bumi jika atmosfer kehilangan kemampuan untuk melakukan pertukaran kalor secara radiasi, namun aktivitas industri tetap menghasilkan usaha dan panas secara kuat!

**KUNCI JAWABAN DAN PENSKORAN**  
**SOAL PRE-TEST DAN POST-TEST**

No.	Jawaban	Skor
1	<p>Biasanya, ketika kita membuat popcorn, maka biji jagung popcorn dimasukkan ke dalam wadah tertutup (panci atau alat masak lainnya). Selanjutnya, wadah tertutup tersebut dipanasi dengan api kompor. Adanya tambahan kalor dari nyala api membuat biji popcorn dalam panci kepanasan dan meletup. Ketika meletup, biasanya biji popcorn berloncat-loncat dalam panci dan mendorong penutup panci. Untuk kasus ini, kita bisa menganggap <i>popcorn sebagai sistem, panci sebagai pembatas serta udara luar dan api sebagai lingkungan</i>. Karena terdapat perbedaan suhu, maka kalor mengalir dari lingkungan (api) menuju sistem (biji popcorn). Adanya tambahan kalor menyebabkan sistem (biji popcorn) memuai dan meletup sehingga mendorong penutup panci (si biji popcorn tadi melakukan usaha terhadap lingkungan). Meletupnya popcorn hanya merupakan salah satu contoh perubahan keadaan sistem akibat adanya perpindahan energi antara sistem dan lingkungan. Perubahan keadaan sistem akibat adanya perpindahan energi antara sistem dan lingkungan yang melibatkan Kalor dan Usaha, disebut sebagai proses termodinamika.</p>	10
2	<p><b>Hukum Pertama Termodinamika</b>, yang menyatakan bahwa energi itu kekal. Secara matematis, persamaannya adalah:</p> $\Delta U = Q - W$ <p>Dimana:  <math>\Delta U</math> = perubahan energi dalam sistem  <math>Q</math> = kalor yang diterima/dilepaskan  <math>W</math> = usaha (kerja) yang dilakukan sistem</p> <p><b>Proses Isobarik:</b> Proses terjadi pada tekanan (<math>P</math>) tetap.  <b>Ekspansi (Volume Bertambah):</b> Karena volume (<math>V</math>) bertambah, maka sistem melakukan usaha ke lingkungan</p> <p>Dalam proses isobarik, usaha dihitung dengan rumus:</p> $W = P \cdot \Delta V$ <p>Karena volume bertambah (<math>\Delta V</math>) maka nilai <math>W</math> adalah <b>positif</b>. Artinya, sistem menggunakan sebagian energi yang masuk untuk mendorong batas-batas sistem (melakukan kerja mekanik).</p> <p>Hubungan <math>Q</math> dan <math>\Delta U</math></p> $Q = \Delta U + W$ <p>Dari persamaan di atas, kita bisa melihat bahwa kalor (<math>Q</math>) yang masuk ke dalam sistem tidak semuanya disimpan sebagai energi dalam. Kalor tersebut "dipecah" menjadi dua jalur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagian digunakan untuk meningkatkan <b>energi dalam</b> (<math>\Delta U</math>), yang biasanya ditandai dengan kenaikan suhu.</li> <li>• Sebagian lagi digunakan untuk melakukan <b>usaha</b> (<math>W</math>) karena gas memuai</li> </ul> <p>Berdasarkan analisis di atas, jumlah <b>kalor yang masuk</b> (<math>Q</math>) <b>lebih besar</b> daripada perubahan energi dalamnya (<math>\Delta U</math>)</p>	10

3	<p>Jika kita tinjau dari sisi termodinamika sistem, ada alasan mengapa suhu tersebut "terkunci" dan tidak bisa naik lagi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Proses Perubahan Fase</b> Saat air mendidih, energi kalor yang diberikan oleh api tidak lagi digunakan untuk menaikkan suhu (energi kinetik molekul), melainkan digunakan untuk melakukan usaha (W) melawan tekanan atmosfer guna mengubah wujud menjadi uap.</li> <li>• <b>Usaha Ekspansi</b> Sistem (uap air) melakukan usaha ekspansi ke lingkungan. Karena tekanan di gunung rendah, air lebih "mudah" melakukan usaha ini pada suhu yang lebih rendah.</li> <li>• <b>Energi untuk Memasak</b> Proses mematangkan telur adalah proses denaturasi protein, yang merupakan reaksi kimia yang membutuhkan ambang suhu tertentu (energi aktivasi). Jika air sudah mendidih pada suhu 80<sup>0</sup> C, maka suhu air tersebut akan konstan di angka 80<sup>0</sup> C selama proses penguapan.</li> <li>• Suhu 80<sup>0</sup> C seringkali tidak cukup untuk memutus ikatan protein dalam telur seefektif suhu 100<sup>0</sup> C, sehingga telur membutuhkan waktu yang sangat lama atau bahkan tidak akan pernah matang sempurna.</li> </ul> <p>Jadi, pendaki mendapati air mendidih lebih cepat karena tekanan atmosfer yang rendah menurunkan titik didih air. Namun, karena air yang mendidih suhunya sudah tetap (isothermal dalam perubahan fase) dan berada di bawah standar suhu denaturasi protein yang optimal, maka telur tidak mendapatkan cukup energi panas untuk matang dengan sempurna.</p>	10
4	<p>Analisis Konsep: Energi dalam (<math>\Delta U</math>) pada gas ideal hanya bergantung pada suhu (T). Karena proses berlangsung secara isothermal (T konstan), maka perubahan suhu (<math>\Delta T</math>) adalah nol.</p> <p>Menentukan Perubahan Energi Dalam:</p> $\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$ <p>Karena <math>\Delta T = 0</math>, maka <math>\Delta U = 0</math>. Artinya, tidak ada perubahan energi dalam pada sistem ini.</p> <p>Menghitung Kalor (Q): Menggunakan Hukum Pertama Termodinamika:</p> $Q = \Delta U + W$ $Q = 0 + 500 \text{ Joule}$ $Q = 500 \text{ Joule}$ <p>Kesimpulan Kalor sebesar 500 Joule diserap oleh sistem dari lingkungan. Seluruh kalor ini digunakan sepenuhnya untuk melakukan usaha luar (W), sehingga energi dalam sistem tetap stabil (tidak berubah).</p>	10
5	<p>Penghitungan Volume Akhir (<math>V_2</math>): Diketahui: Tekanan awal (<math>P_1</math>) = 4 atm Volume awal (<math>V_1</math>) = 2 liter Tekanan akhir target (<math>P_2</math>) = 1,6 atm Suhu (T) = Konstan (300 K)</p>	10

	<p>Langkah Penyelesaian (Hukum Boyle):          Karena suhu konstan, berlaku:  <math>P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2</math>  <math>4 \text{ atm} \cdot 2 \text{ liter} = 1,6 \text{ atm} \cdot V_2</math>  <math>8 = 1,6 \cdot V_2</math>  <math>V_2 = \frac{8}{1,6}</math>  <math>V_2 = 5 \text{ liter}</math>          Volume akhir yang dibutuhkan adalah 5 liter.</p> <p><b>Analisis:</b>          Target tekanan 1,6 atm dalam kondisi isothermal tidak dapat dicapai menggunakan tabung tersebut.</p> <p><b>Argumentasi/Alasan:</b>          Berdasarkan perhitungan pada poin pertama, untuk mencapai tekanan 1,6 atm pada suhu tetap, gas memerlukan ruang (volume) sebesar 5 liter. Karena kapasitas maksimal tabung yang tersedia hanya 4 liter, maka volume tidak bisa bertambah hingga 5 liter. Jika gas dipaksa masuk ke volume maksimal tabung (4 liter) dengan tekanan 1,6 atm, maka berdasarkan persamaan gas ideal (<math>PV=nRT</math>), suhu sistem pasti akan berubah (menurun), sehingga syarat isothermal tidak lagi terpenuhi. Untuk mempertahankan kondisi isothermal pada volume 4 liter, tekanan seharusnya berada pada 2 atm (<math>P = \frac{8}{4}</math>).</p>	
6	<p>Hukum I Termodinamika pada dasarnya adalah Hukum Kekekalan Energi. Secara matematis persamaannya ditulis:</p> $\Delta U = Q - W$ <p>Dalam klaim insinyur tersebut, setelah pemicu awal diberikan, sistem tidak lagi menerima suplai kalor (<math>Q = 0</math>). Jika mesin tersebut terus menghasilkan usaha (<math>W &gt; 0</math>), maka persamaannya menjadi:</p> $\Delta U = 0 - W \rightarrow \Delta U = -W$ <p>Artinya, setiap usaha yang dihasilkan harus diambil dari energi dalam (<math>\Delta U</math>) mesin itu sendiri. Karena energi dalam sistem bersifat terbatas, maka suhu dan energi internal mesin akan terus turun hingga mencapai titik nol, dan mesin tersebut pasti akan berhenti.</p> <p>Mesin yang diklaim ini mencoba menciptakan energi dari ketiadaan. Evaluasi saya adalah sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Efisiensi yang Tidak Logis.</b> Mesin ini mengklaim memiliki efisiensi tak terhingga (<math>\eta = \infty</math>) karena menghasilkan output tanpa input berkelanjutan.</li> <li>• <b>Ketiadaan Disipasi.</b> Dalam dunia nyata, selalu ada gaya gesek, hambatan udara, dan disipasi panas. Tanpa suplai energi luar, energi internal mesin akan terkuras lebih cepat hanya untuk mengatasi gaya hambat ini, apalagi untuk menghasilkan usaha luar.</li> </ul> <p>Sebuah mesin kalor harus bekerja dalam suatu siklus untuk menghasilkan usaha secara kontinu. Agar kembali ke titik awal siklus (<math>\Delta U = 0</math>) mesin wajib menyerap kalor (<math>Q_{in}</math>) dan membuang sebagian kalor ke lingkungan (<math>Q_{out}</math>)</p>	10
7	<p>Ketika Anda membuka tutup botol, gas CO<sub>2</sub> dan uap air yang terperangkap di ruang antara cairan dan tutup botol keluar dengan sangat cepat ke atmosfer. Proses ini terjadi begitu cepat sehingga hampir tidak ada waktu bagi sistem untuk bertukar kalor dengan lingkungan sekitarnya. Dalam termodinamika, kondisi di mana tidak ada perpindahan kalor (<math>Q = 0</math>) disebut sebagai <b>proses adiabatik</b>.</p> <p>Saat tutup dibuka, gas di dalam botol yang bertekanan tinggi tiba-tiba memuai (ekspansi) keluar untuk menyamai tekanan atmosfer yang lebih rendah.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gas melakukan usaha (<math>W</math>) untuk mendorong udara di luar agar ia bisa keluar.</li> </ul>	10

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karena <math>W</math> bernilai positif (sistem melakukan usaha) dan <math>Q = 0</math>, maka nilai <math>\Delta U</math> (perubahan energi dalam) harus negatif.</li> <li>• Ketika energi dalam turun secara mendadak (<math>\Delta U &lt; 0</math>), maka suhu gas juga turun drastis secara mendadak.</li> </ul> <p><b>Mengapa Muncul Kabut?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penurunan energi dalam menyebabkan suhu gas di mulut botol jatuh di bawah titik embun (<i>dew point</i>) udara sekitar.</li> <li>2. Uap air yang ada di udara sekitar (atau uap air yang ikut keluar dari botol) kehilangan energi kinetiknya dan mengalami kondensasi menjadi tetesan air mikro.</li> <li>3. Tetesan air mikro inilah yang kita lihat sebagai kabut tipis.</li> </ol> <p><b>Evaluasi Kritis</b></p> <p>Jika energi dalam tidak turun, suhu tidak akan berubah, dan kondensasi tidak akan terjadi. Jadi, kabut tersebut adalah "jejak visual" dari hilangnya energi kinetik molekul gas karena dipaksa melakukan usaha mekanik secara instan.</p> <p><b>Kesimpulan:</b> Fenomena kabut pada botol soda adalah bukti empiris dari pendinginan adiabatik, dimana usaha yang dilakukan oleh gas dibayar dengan mengorbankan energi dalam sistem itu sendiri.</p>	
8	<p><b>Rancangan Sistem: Heat Recovery Water Heater (HRWH)</b></p> <p>Konsep utamanya adalah mengganti atau menambahkan komponen penukar panas pada jalur gas bertekanan tinggi tepat setelah keluar dari kompresor.</p> <p><b>Komponen Utama Rancangan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompresor AC. Sebagai pemompa refrigeran dan peningkat tekanan.</li> <li>• Heat Exchanger (Penukar Panas). Biasanya berupa pipa tembaga ganda (<i>coaxial</i>) atau tangki dengan koil di dalamnya.</li> <li>• Tangki Penyimpanan Air. Wadah untuk menampung air yang akan dipanaskan.</li> <li>• Katup Ekspansi dan Evaporator. Komponen standar AC untuk tetap menjalankan fungsi pendinginan ruangan.</li> </ul> <p><b>Alur Perpindahan Energi</b></p> <p>Untuk memahami sistem ini, kita harus mengikuti perjalanan refrigeran dalam siklus termodinamika:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tahap Kompresi (Input Usaha) Kompresor melakukan usaha (<math>W</math>) pada gas refrigeran. Proses ini meningkatkan tekanan dan suhu refrigeran secara drastis (menjadi gas panas jenuh). Di sini, energi listrik diubah menjadi energi kinetik dan termal pada gas.</li> <li>2. Tahap Perpindahan Panas (Heat Recovery) Gas panas dari kompresor dialirkan menuju <i>Heat Exchanger</i> yang terhubung dengan tangki air. Di sinilah terjadi perpindahan kalor (<math>Q</math>) dari refrigeran yang sangat panas ke air yang lebih dingin. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prinsip. Kalor berpindah secara spontan dari suhu tinggi ke suhu rendah.</li> <li>○ Hasil. Air menyerap panas dan suhunya meningkat, sementara refrigeran mulai kehilangan panas namun tetap bertekanan tinggi.</li> </ul> </li> <li>3. Tahap Kondensasi Lanjutan Refrigeran kemudian diteruskan ke kondensor luar (kipas AC) untuk membuang sisa panas yang tidak terserap oleh air, hingga refrigeran berubah fase menjadi cair.</li> <li>4. Tahap Ekspansi dan Evaporasi</li> </ol>	10

Refrigeran cair melewati katup ekspansi (tekanan turun) dan masuk ke evaporator di dalam ruangan untuk menyerap panas ruangan. Proses ini memastikan ruangan tetap dingin sementara air Anda tetap panas.

**Analisis Efisiensi: Konsep Total Heat of Rejection**

Dalam termodinamika, panas yang dibuang di kondensor ( $Q_{out}$ ) adalah jumlah dari panas yang diserap dari ruangan ( $Q_{in}$ ) ditambah usaha dari kompresor ( $W$ ):

$$Q_{out} = Q_{in} + W$$

Dengan rancangan ini, Anda mendapatkan dua manfaat dari satu input energi ( $W$ ):

1. Pendinginan Ruangan ( $Q_{in}$ ).
2. Pemanasan Air (Memanfaatkan sebagian besar  $Q_{out}$ ).

Sistem ini sangat efisien karena kita tidak "menciptakan" panas dari elemen pemanas listrik (yang boros energi), melainkan hanya "memindahkan" panas yang memang harus dibuang oleh sistem AC.

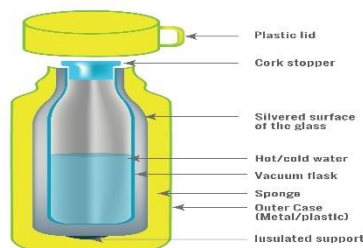
9 Dalam termodinamika, proses adiabatik adalah proses di mana tidak ada kalor yang masuk atau keluar dari sistem ( $Q = 0$ ). Untuk mempertahankan es selama mungkin, kita harus meminimalkan nilai  $Q$  mendekati nol menggunakan manipulasi material dan desain geometris.

10

**Kriteria Prototipe**

Komponen	Bahan/Desain	Alasan Termodinamika
Dinding Utama	Vakum atau Aerogel	Meminimalkan konduksi ( $k \approx 0$ )
Lapisan Luar	Putih mengkilap / Krom	Reflektivitas tinggi terhadap radiasi matahari.
Bentuk	Silinder atau Kubus	Rasio A/V rendah untuk menekan fluks kalor.
Sistem Segel	Gasket Kedap Udara	Mencegah kebocoran massa (sistem terisolasi).

VACUUM FLASK DIAGRAM



Secara teoretis, untuk mencapai proses adiabatik sempurna, kita harus menciptakan penghalang di mana kerja ( $W$ ) dan kalor ( $Q$ ) benar-benar terputus dari lingkungan. Dalam prototipe ini, kita fokus pada meminimalkan  $Q$  secara ekstrem sehingga perubahan energi dalam ( $\Delta U$ ) di dalam wadah hanya bergantung pada panas laten es itu sendiri, bukan dari gangguan lingkungan.

10 Secara alami, Bumi adalah sistem terbuka secara energi yang mencapai kesetimbangan melalui radiasi. Panas matahari masuk (radiasi gelombang pendek), dan Bumi membuang kelebihan panas ke ruang angkasa (radiasi inframerah gelombang panjang). Jika kemampuan radiasi ini hilang, Bumi secara

10

	<p>efektif menjadi sebuah sistem terisolasi (secara termal) di mana kalor tidak bisa keluar (<math>Q_{out} = 0</math>).</p> <p>Dalam sistem ini, perubahan energi dalam Bumi (<math>\Delta U</math>) akan ditentukan oleh total input energi.</p> $\Delta U = Q_{in} + W_{ind} + Q_{ind}$ <p>Karena tidak ada jalan keluar bagi energi ini (<math>Q_{out} = 0</math>), maka nilai (<math>\Delta U</math>) akan selalu positif dan terakumulasi secara progresif.</p> <p>Energi dalam suatu sistem berkaitan langsung dengan suhu kinetik molekulnya. Kita dapat merumuskan kenaikan suhu tersebut sebagai:</p> $\Delta T = \frac{\Delta U}{C_{Bumi}}$ <p>Dimana <math>C_{Bumi}</math> adalah kapasitas panas total planet (termasuk atmosfer, lautan, dan daratan).</p> <p>Yang akan terjadi adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Akumulasi Energi Tanpa Batas. Suhu global tidak akan lagi mencapai titik kesetimbangan. Setiap detik aktivitas industri dan setiap detik sinar matahari menyentuh Bumi, energi tersebut akan terperangkap selamanya.</li> <li>• Efek Rumah Kaca Ekstrem. Tanpa radiasi keluar, atmosfer akan bertindak seperti botol termos yang terus dipanaskan dari dalam.</li> <li>• Laju Pemanasan. Jika biasanya kenaikan suhu global diukur dalam pecahan derajat per dekade, dalam skenario tanpa radiasi ini, kenaikan suhu akan terjadi secara eksponensial dan destruktif dalam waktu yang sangat singkat.</li> </ul> <p>Tanpa pertukaran radiasi, atmosfer akan mengalami fenomena yang disebut Pemanasan Adiabatik Internal secara masif.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ekspansi Termal. Karena suhu gas meningkat drastis, volume atmosfer akan memuai secara besar-besaran (berdasarkan hukum gas ideal <math>PV = nRT</math>). Hal ini akan meningkatkan tekanan di permukaan dan memperluas batas atmosfer ke ruang angkasa.</li> <li>2. Kematian Siklus Hidrologi. Lautan akan menguap dengan cepat, namun uap air (yang merupakan gas rumah kaca alami) justru akan semakin memerangkap panas karena ia tidak bisa meradiasikan energi ke luar.</li> </ol> <p>Jika Bumi kehilangan kemampuan radiasi termal namun terus menghasilkan panas melalui industri, planet ini akan berubah menjadi tungku raksasa. Suhu akan terus naik hingga melampaui titik didih air, dan pada akhirnya, melampaui batas ketahanan hayati. Dalam istilah termodinamika, Bumi akan mengalami <i>Heat Death</i> lokal di mana entropi meningkat secara maksimal namun tidak ada pembuangan energi yang memungkinkan sistem untuk tetap stabil.</p>	
	<b>Jumlah Skor</b>	<b>100</b>

## KUISIONER ANGKET MINAT BELAJAR SISWA

### A. Petunjuk Pengisian

1. Baca dengan cermat sebelum menjawab pertanyaan di bawah ini
2. Isi dan beri tanda (√) di kolom jawaban pertanyaan yang dianggap tepat
3. Mohon pernyataan dijawab dengan jujur dan objektif serta jangan sampai ada yang ketinggalan

### Keterangan dan Skor

1. Sangat Setuju (SS) : Skor 5
2. Setuju (S) : Skor 4
3. Netral (N) : Skor 3
4. Tidak Setuju (TS) : Skor 2
5. Sangat Tidak Setuju (STS) : Skor 1

### B. Instrumen Kuesioner

No	Pernyataan	Sangat Setuju (SS)	Setuju (S)	Netral (N)	Tidak Setuju (TS)	Sangat Tidak Setuju (STS)
		5	4	3	2	1
1	Materi pelajaran yang disampaikan guru sangat menarik untuk dipelajari lebih dalam.					
2	Saya merasa rugi jika tidak mengikuti pelajaran karena materi yang diajarkan bermanfaat					
3	Cara guru mengajar di kelas membuat saya tidak bersemangat untuk memahami materi.					
4	Saya merasa senang dan antusias setiap kali jadwal pelajaran Fisika tiba.					
5	Saya merasa biasa saja ketika berhasil memecahkan persoalan Fisika yang sulit.					
6	Guru Fisika selalu memberikan penjelasan yang jelas dan mudah dipahami dalam setiap materi yang diajarkan					
7	Guru Fisika menciptakan suasana belajar di kelas yang menyenangkan dan tidak menegangkan.					
8	Saya berusaha menjawab pertanyaan yang dilemparkan oleh guru di kelas, meskipun saya belum yakin jawaban saya sepenuhnya benar					
9	Saya berinisiatif membantu teman sekelompok yang mengalami kesulitan saat mengerjakan tugas atau praktikum Fisika					
10	Saya malas mencatat poin-poin penting atau penjelasan tambahan dari guru yang tidak ada di dalam buku paket.					
11	Tanpa diminta oleh orang tua atau guru, saya menyisihkan waktu di rumah untuk mengulang					

No	Pernyataan	Sangat Setuju (SS)	Setuju (S)	Netral (N)	Tidak Setuju (TS)	Sangat Tidak Setuju (STS)
		5	4	3	2	1
	kembali materi Fisika yang telah diajarkan di sekolah.					
12	Saya mencari sumber belajar tambahan (seperti video pembelajaran atau buku referensi lain) di rumah untuk memperdalam pemahaman saya tentang konsep Fisika.					
13	Saya segera mengerjakan tugas Fisika yang diberikan guru agar tidak menumpuk dengan tugas mata pelajaran lain.					
14	Meskipun tugas Fisika tersebut dikumpulkan, saya tetap malas mengerjakannya untuk melatih pemahaman saya					
15	Saya sering mencari tahu penerapan konsep Fisika yang saya pelajari di kelas dalam kehidupan sehari-hari (misalnya cara kerja mesin atau fenomena alam).					
16	Ketika guru menjelaskan suatu fenomena Fisika, saya merasa terdorong untuk mengajukan pertanyaan "mengapa" dan "bagaimana" hal itu bisa terjadi.					
17	Saya malas mencoba-coba sendiri (bereksperimen sederhana) di rumah untuk membuktikan hukum-hukum Fisika yang baru saja saya pelajari.					
18	Saya menyimak dengan saksama setiap penjelasan yang diberikan guru agar tidak tertinggal pemahaman materi.					
19	Saya tidak melakukan aktivitas lain (seperti mengobrol atau bermain HP) saat guru sedang menjelaskan materi Fisika.					
20	Pandangan saya selalu tertuju pada papan tulis atau media presentasi yang sedang digunakan guru untuk menjelaskan konsep.					
21	Saya merasa puas dan bangga ketika berhasil menyelesaikan tugas Fisika yang sulit dengan usaha saya sendiri					

**LEMBAR CEKLIST VALIDASI  
INSTRUMEN PRE-TEST DAN POST-TEST**

Judul Penelitian: Model Pembelajaran *Project Based Learning* dan *Flipped Learning* Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Minat Belajar Siswa SMA

Nama Validator : Dr. Rizki Pratama, M.Pd  
NIP/NIDN : 0209128902  
Instansi : Universitas Muhammadiyah Bengkulu  
Tanggal : 04 November 2025

**A. Tujuan Validasi**

Lembar ini digunakan untuk menilai kelayakan instrumen angket minat belajar siswa berdasarkan aspek isi, konstruksi, dan bahasa.

**B. Validator diminta memberikan penilaian terhadap setiap aspek dengan memberi angka pada kolom yang sesuai dan memberikan komentar/saran pada kolom terakhir**

**C. Petunjuk**

Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom skor yang tersedia. Adapun deskripsi skala penilaian adalah sebagai berikut:

- 1 = Tidak Layak
- 2 = Kurang Layak
- 3 = Layak dengan Revisi Kecil
- 4 = Sangat Layak/Tidak Perlu Revisi

No	Aspek yang Ditelaah	Skala			
		1	2	3	4
<b>A. Materi atau Isi</b>					
1	Soal sesuai kompetensi dasar yang dicapai				✓
2	Soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diukur			✓	
3	Soal sesuai dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diukur				✓
<b>B. Konstruksi</b>					
4	Adanya petunjuk yang jelas tentang cara pengerjaan soal				✓
5	Soal tidak membuat peserta didik bingung dalam memahami soal				✓
6	Gambar yang digunakan dalam soal disajikan dengan jelas			✓	
7	Soal tidak diulang-ulang				✓
<b>C. Bahasa</b>					
8	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia				✓
9	Menggunakan bahasa yang komunikatif				✓
10	Menggunakan kalimat yang jelas dan mudah dimengerti				✓

D. Komentar dan Saran Validator

Sesuaikan lagi tingkat kognitif soal antara kisi kisi soal dengan soal pretest dan postest yang dirancang

E. Kesimpulan Validasi

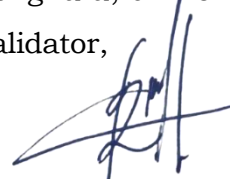
Instrumen penelitian ini dinyatakan \*) :

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/>            | Layak digunakan tanpa revisi               |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Layak digunakan dengan revisi sesuai saran |
| <input type="checkbox"/>            | Tidak layak digunakan                      |

\*)pilih salah satu

Bengkulu, 04 November 2025

Validator,



Dr. Rizki Pratama, M.Pd

NIDN. 0209128902

**LEMBAR CEKLIST VALIDASI  
INSTRUMEN ANGGKET MINAT BELAJAR SISWA**

Judul Penelitian: Model Pembelajaran *Project Based Learning* dan *Flipped Learning*  
Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Minat Belajar  
Siswa SMA

Nama Validator : Dr. Rizki Pratama, M.Pd  
NIP/NIDN : 0209128902  
Instansi : Universitas Muhammadiyah Bengkulu  
Tanggal : 07 November 2025

**A. Tujuan Validasi**

Lembar ini digunakan untuk menilai kelayakan instrumen angket minat belajar siswa berdasarkan aspek isi, konstruksi, dan bahasa.

**B. Validator diminta memberikan penilaian terhadap setiap aspek dengan memberi angka pada kolom yang sesuai dan memberikan komentar/saran pada kolom terakhir**

**C. Petunjuk**

Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom skor yang tersedia. Adapun deskripsi skala penilaian adalah sebagai berikut:

- 1 = Tidak Layak
- 2 = Kurang Layak
- 3 = Layak dengan Revisi Kecil
- 4 = Sangat Layak/Tidak Perlu Revisi

No	Aspek yang Ditelaah	Skala			
		1	2	3	4
<b>A. Aspek Materi</b>					
1	Butir pernyataan sesuai dengan indikator minat belajar			✓	
2	Isi pernyataan sesuai dengan tujuan pengukuran				✓
<b>B. Aspek Konstruksi</b>					
3	Butir pernyataan diurutkan secara jelas			✓	
4	Ada petunjuk yang jelas cara menjawab angket				✓
<b>C. Aspek Bahasa</b>					
5	Kalimat bahasa pernyataan jelas				✓
6	Kalimat menggunakan bahasa yang baik dan benar				✓
7	Rumusan kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda				✓
8	Rumusan pernyataan tidak mengandung kata-kata yang dapat membingungkan siswa				✓

D. Komentar dan Saran Validator

Cek lagi terkait pernyataan negatif dari angket yang disebar, setelah direvisi angket sudah bisa digunakan untuk kegiatan penelitian.

E. Kesimpulan Validasi

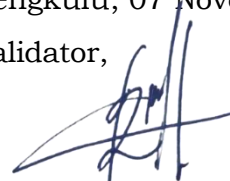
Instrumen penelitian ini dinyatakan \*) :

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/>            | Layak digunakan tanpa revisi               |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Layak digunakan dengan revisi sesuai saran |
| <input type="checkbox"/>            | Tidak layak digunakan                      |

\*)pilih salah satu

Bengkulu, 07 November 2025

Validator,



Dr. Rizki Pratama, M.Pd

NIDN. 0209128902

**LEMBAR CEKLIST VALIDASI  
INSTRUMEN PRE-TEST DAN POST-TEST**

Judul Penelitian: Model Pembelajaran *Project Based Learning* dan *Flipped Learning* Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Minat Belajar Siswa SMA

Nama Validator : Dr. Mariana Ade, M.Pd  
NIP/NIDN : 0210038903  
Instansi : Universitas Muhammadiyah Bengkulu  
Tanggal : 7 November 2025

**A. Tujuan Validasi**

Lembar ini digunakan untuk menilai kelayakan instrumen angket minat belajar siswa berdasarkan aspek isi, konstruksi, dan bahasa.

**B. Validator diminta memberikan penilaian terhadap setiap aspek dengan memberi angka pada kolom yang sesuai dan memberikan komentar/saran pada kolom terakhir**

**C. Petunjuk**

Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom skor yang tersedia. Adapun deskripsi skala penilaian adalah sebagai berikut:

- 1 = Tidak Layak
- 2 = Kurang Layak
- 3 = Layak dengan Revisi Kecil
- 4 = Sangat Layak/Tidak Perlu Revisi

No	Aspek yang Ditelaah	Skala			
		1	2	3	4
<b>A. Materi atau Isi</b>					
1	Soal sesuai kompetensi dasar yang dicapai				✓
2	Soal sesuai dengan indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diukur			✓	
3	Soal sesuai dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diukur			✓	
<b>B. Konstruksi</b>					
4	Adanya petunjuk yang jelas tentang cara pengerjaan soal				✓
5	Soal tidak membuat peserta didik bingung dalam memahami soal				✓
6	Gambar yang digunakan dalam soal disajikan dengan jelas				✓
7	Soal tidak diulang-ulang				✓
<b>C. Bahasa</b>					
8	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia				✓
9	Menggunakan bahasa yang komunikatif				✓
10	Menggunakan kalimat yang jelas dan mudah dimengerti				✓

D. Komentar dan Saran Validator

*Perbaiki semua soal baik pretest dan posttest untuk level kognitif C6, soal yang dibuat berada pada level C4.*

E. Kesimpulan Validasi

Instrumen penelitian ini dinyatakan \*) :

<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Layak digunakan tanpa revisi

Layak digunakan dengan revisi sesuai saran

Tidak layak digunakan

\*)pilih salah satu

Bengkulu, 7 November 2025

Validator,



Dr. Mariana Ade, M.Pd

NIDN. 0210038903

**LEMBAR CEKLIST VALIDASI  
INSTRUMEN ANKET MINAT BELAJAR SISWA**

Judul Penelitian: Model Pembelajaran *Project Based Learning* dan *Flipped Learning*  
Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Minat Belajar  
Siswa SMA

Nama Validator : Dr. Mariana Ade, M.Pd  
NIP/NIDN : 0210038903  
Instansi : Universitas Muhammadiyah Bengkulu  
Tanggal : 7 November 2025

**A. Tujuan Validasi**

Lembar ini digunakan untuk menilai kelayakan instrumen angket minat belajar siswa berdasarkan aspek isi, konstruksi, dan bahasa.

**B. Validator diminta memberikan penilaian terhadap setiap aspek dengan memberi angka pada kolom yang sesuai dan memberikan komentar/saran pada kolom terakhir**

**C. Petunjuk**

Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom skor yang tersedia. Adapun deskripsi skala penilaian adalah sebagai berikut:

- 1 = Tidak Layak
- 2 = Kurang Layak
- 3 = Layak dengan Revisi Kecil
- 4 = Sangat Layak/Tidak Perlu Revisi

No	Aspek yang Ditelaah	Skala			
		1	2	3	4
A. Aspek Materi					
1	Butir pernyataan sesuai dengan indikator minat belajar				✓
2	Isi pernyataan sesuai dengan tujuan pengukuran				✓
B. Aspek Konstruksi					
3	Butir pernyataan diurutkan secara jelas				✓
4	Ada petunjuk yang jelas cara menjawab angket				✓
C. Aspek Bahasa					
5	Kalimat bahasa pernyataan jelas				✓
6	Kalimat menggunakan bahasa yang baik dan benar				✓
7	Rumusan kalimat tidak menimbulkan penafsiran ganda			✓	
8	Rumusan pernyataan tidak mengandung kata-kata yang dapat membingungkan siswa			✓	

D. Komentar dan Saran Validator

1. Perbaiki pernyataan no 1, menggunakan kata model
2. Perbaiki pernyataan untuk no 3, agar tidak terlalu jelas tampak sebagai pernyataan negatif. tidak menyudutkan guru atau menunjukkan ketidaksukaan secara eksplisit.
3. Tambahkan kata saya diawal pernyataan no 8
4. Cek kembali tabel kisi-kisi angket, no 11 merupakan pernyataan negatif.
5. No 15 Perbaiki kata berfikir, menjadi berpikir.

E. Kesimpulan Validasi

Instrumen penelitian ini dinyatakan \*) :

<input type="checkbox"/>	Layak digunakan tanpa revisi
<input type="checkbox"/>	Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
<input checked="" type="checkbox"/>	Tidak layak digunakan
<input type="checkbox"/>	*)pilih salah satu

Bengkulu, 7 November 2025

Validator,



Dr. Mariana Ade, M.Pd

NIDN. 0210038903

# MODUL AJAR

## KELAS EKSPERIMEN 1

### A. Informasi Umum

#### 1. Identitas

Instansi : SMA Negeri 2 Muara Beliti  
Fase : F  
Kelas/Semester : XI/Ganjil  
Sub Materi : Hukum I Termodinamika  
Alokasi Waktu : 6 x 45 Menit

#### 2. Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya; hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi; penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari; konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor; konsep osilasi, gelombang, dan karakteristiknya untuk menjelaskan fenomena bunyi dan cahaya; sifat dan pengaruh muatan listrik serta pemanfaatannya dalam komponen listrik; sifat arus listrik dan hubungan antar besaran fisis pada rangkaian listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari; elektromagnetisme serta penerapannya dalam teknologi; teori relativitas khusus dan pengaruhnya terhadap pemahaman atas ruang dan waktu; teori kuantum dan pengaruhnya dalam perkembangan elektronika; pemanfaatan teknologi pemrosesan data digital untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari; model inti atom untuk menjelaskan fenomena radioaktivitas, pemanfaatan, dan proteksi dari risiko bahayanya.

Elemen Pemahaman	Elemen Keterampilan
Peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya; hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi; penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari; konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mengamati,</li><li>2. Mempertanyakan dan memprediksi</li><li>3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan</li><li>4. Memproses, menganalisis data dan informasi</li><li>5. Mengevaluasi dan refleksi</li><li>6. Mengomunikasikan hasil</li></ol>

#### 3. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila yang memiliki kaitan erat dengan pembelajaran materi usaha dan energi adalah sebagai berikut :

- Bergotong-royong
- Bernalar kritis
- Kreatif

#### 4. Sarana dan Prasarana

##### 1) Sarana:

- Alat : Laptop, LCD proyektor, dan smartphone
- Bahan : buku, alat tulis, spidol, papan tulis

##### 2) Prasarana:

- Sumber belajar : *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*, Erlangga, Jakarta. dan LKPD.
- Media ajar : PPT, LKPD, Video Pembelajaran, dan Bahan Ajar

#### 5. Target Peserta Didik

Peserta didik regular/tipikal : umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar

#### 6. Model dan Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran : *Project Based Learning* (PjBL)

Metode Pembelajaran : Diskusi, tanya jawab, dan eksperimen

### B. Komponen Umum

#### 1. Tujuan Pembelajaran

Pemahaman Sains	Keterampilan Proses
1. Merumuskan Hukum 1 Termodinamika yang merupakan prinsip hukum kekekalan energi dalam sistem termodinamika 2. Menganalisis hubungan antara kalor, usaha, dan perubahan energi dalam 3. Menerapkan Hukum 1 Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	1. Merancang dan membuat alat sederhana dengan konsep Hukum 1 Termodinamika 2. Mempresentasikan hasil karya alat sederhana yang merupakan penerapan Hukum 1 Termodinamika

#### 2. Kompetensi Awal

Peserta didik sudah memahami konsep kalor dan perpindahannya

#### 3. Pertanyaan Pemantik

- Dalam mendidihkan air di dalam panci lebih cepat ditutup atau dibiarkan terbuka?
- Mengapa termos air lebih lama menahan dingin dibanding menahan panas?

#### 4. Pemahaman Bermakna

- Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan
- Terdapat banyak bentuk energi dan semuanya dapat saling berubah bentuk
- Keberadaan kalor yang diberikan kepada sistem dapat menyebabkan sistem melakukan usaha dan mengalami perubahan energi dalam

#### 5. Kegiatan Pembelajaran

##### Pertemuan Pertama (3 x 45 Menit)

Sintaks Model Project Based Learning	Kegiatan		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
	<b>Kegiatan Pendahuluan</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Memberi salam dan memeriksa kehadiran siswa</li><li>• Mengarahkan salah satu siswa</li></ul>	<b>Kegiatan Pendahuluan</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Menjawab salam dan mendengarkan</li></ul>	15 Menit

	<p>untuk memimpin doa sebelum belajar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan apersepsi dengan menanyakan materi pertemuan sebelumnya: “siapa yang masih ingat apa itu sistem dan lingkungan?”</li> <li>• Memberikan motivasi dengan menayangkan video “memanaskan air” kemudian memberi pertanyaan yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, yaitu: “ketika air mendidih mengapa tutup tekonya bergerak-gerak?”</li> <li>• Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>• Menyampaikan sistem penilaian dalam proses pembelajaran</li> </ul>	<p>absensi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berdoa sebelum belajar dengan dipimpin oleh salah seorang temannya</li> <li>• Memperhatikan dan menjawab pertanyaan dari guru</li> <li>• Mendengarkan tujuan pembelajaran</li> <li>• Mendengarkan penjelasan dari guru tentang sistem penilaian</li> </ul>	
Penentuan Pertanyaan Mendasar	<p><b>Kegiatan Inti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menayangkan gambar kereta api uap dan video simulasi bagaimana cara kerja mesin uap <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ckkaVmXgCIE">https://www.youtube.com/watch?v=ckkaVmXgCIE</a></li> <li>• Guru mengajukan pertanyaan: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah yang dapat kalian amati dari gambar dan tayangan video tadi?</li> <li>2. Dapatkah kalian membuat alat sederhana dengan konsep kerja seperti pada video?</li> <li>3. Alat bahan apa saja yang diperlukan?</li> </ol> </li> <li>• Berdasarkan pertanyaan dan jawaban dari siswa, guru mengarahkan siswa dalam pembuatan proyek dengan menayangkan video tentang mainan kapal-kapalan (perahu otok-otok) <a href="https://www.youtube.com/watch?v=iuP1ehiGWGA">https://www.youtube.com/watch?v=iuP1ehiGWGA</a></li> </ul>	<p><b>Kegiatan Inti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengamati video yang ditampilkan guru</li> <li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diajukan guru</li> <li>• Siswa memperhatikan arahan yang disampaikan guru</li> </ul>	105 Menit
Mendesain Perencanaan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membagi siswa kedalam 5 kelompok secara heterogen</li> <li>• Guru menjelaskan mengenai ketentuan yang berkaitan dengan proyek “Hukum 1 Termodinamika”, yaitu dilakukan secara berkelompok, waktu pengerjaan dan penyelesaian proyek serta jenis-jenis penilaian yang akan dilakukan</li> <li>• Guru membagikan LKPD</li> <li>• Guru membimbing siswa mengumpulkan informasi mengenai konsep, prinsip dan prosedur yang mendukung masing-masing tugasnya ke berbagai sumber (buku teks, internet)</li> <li>• Guru membimbing peserta didik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa membentuk kelompok dengan tertib sesuai dengan petunjuk guru</li> <li>• Siswa secara kolaboratif bersama kelompoknya merancang desain proyek alat yang akan dibuat dimana prinsip kerjanya berdasarkan Hukum 1 Termodinamika</li> <li>• Siswa mengisi LKPD dari perencanaan alat bahan yang dibutuhkan sampai langkah kerja</li> </ul>	

	membuat rancangan proyek sesuai dengan langkah pada LKPD	pembuatan alat	
Menyusun Jadwal Pembuatan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa menyusun jadwal rencana kerja penyelesaian proyek. Rencana kerja pada tahap ini antara lain:               <ol style="list-style-type: none"> <li>Membuat timeline untuk menyelesaikan proyek</li> <li>Membuat dateline penyelesaian proyek</li> <li>Membimbing peserta didik ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik berdiskusi dengan kelompoknya dalam menyusun jadwal rencana kerja penyelesaian proyek</li> <li>Tiap- tiap kelompok secara bergantian mempresentasikan rancangan proyek dari perencanaan sampai penyusunan jadwal pembuatan proyek</li> </ul>	
	<b>Kegiatan Penutup</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru dan peserta didik melakukan refleksi kegiatan yang telah dilakukan</li> <li>Guru menyampaikan rencana pembelajaran berikutnya</li> <li>Menutup pembelajaran dengan mempersilahkan salah satu peserta didik untuk memimpin do'a</li> <li>Mengucapkan salam penutup</li> </ul>	<b>Kegiatan Penutup</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mendengarkan informasi dari guru</li> <li>Menutup pembelajaran dengan do'a</li> <li>Menjawab salam</li> </ul>	15 Menit

### Pertemuan Kedua (3 x 45 Menit)

Sintaks Model Project Based Learning	Kegiatan		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
	<b>Kegiatan Pendahuluan</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memberi salam dan memeriksa kehadiran siswa</li> <li>Guru mengarahkan salah satu siswa untuk memimpin doa sebelum belajar</li> <li>Guru mengulas kembali tentang kegiatan proyek yang telah dilakukan pada pertemuan sebelumnya</li> <li>Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai</li> <li>Guru menginformasikan tentang proses pembelajaran yang akan dilakukan termasuk aspek-aspek yang dinilai selama proses pembelajaran berlangsung sebagai kelanjutan dari kegiatan proyek sebelumnya</li> </ul>	<b>Kegiatan Pendahuluan</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Menjawab salam dan mendengarkan absensi</li> <li>Berdoa sebelum belajar dengan dipimpin oleh salah seorang temannya.</li> <li>Menyimak penjelasan yang disampaikan oleh guru</li> </ul>	10 Menit
Penyelesaian Proyek	<b>Kegiatan Inti</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing peserta didik</li> </ul>	<b>Kegiatan Inti</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik</li> </ul>	

dengan Fasilitasi dan Monitoring Guru	<p>pada setiap kelompok untuk mencoba/menguji proyek yang sudah dibuat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru melakukan pengamatan aktivitas peserta didik dalam penyelesaian dan pengujian proyek</li> </ul>	<p>mencoba menguji hasil proyek yang sudah dibuat</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik menyelesaikan proyek</li> </ul>	
Menguji Hasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberikan kesempatan kepada setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil proyek</li> <li>• Guru meminta peserta didik untuk menanggapi proyek masing-masing kelompok</li> <li>• Guru memberikan penilaian terhadap presentasi kelompok</li> <li>• Guru memberi masukan terhadap hasil proyek dan presentasi masing-masing kelompok</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mempresentasikan hasil proyek di depan kelas <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Menyampaikan desain/rancangan proyek masing-masing kelompok.</li> </ul> </li> <li>• Peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan guru dan rekan peserta didik lainnya berkaitan dengan produk dari proyek yang telah mereka buat.</li> </ul>	100 Menit
Mengevaluasi Pengalaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru meminta peserta didik mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek</li> <li>• Guru memberikan penguatan terhadap hasil proyek dan konsep yang belum tepat</li> <li>• Guru menyuruh peserta didik untuk menyimpulkan hasil proyeknya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik menyampaikan pengalaman mereka seperti apa kesulitan-kesulitan yang mereka alami pada saat pembuatan proyek</li> <li>• Peserta didik memperhatikan penjelasan dari guru</li> <li>• Peserta didik memberikan kesimpulan</li> </ul>	
	<p><b>Kegiatan Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberikan soal (tes formatif)</li> <li>• Guru dan peserta didik melakukan refleksi kegiatan yang telah dilakukan</li> <li>• Guru menyampaikan rencana pembelajaran berikutnya</li> <li>• Menutup pembelajaran dengan do'a dan salam penutup</li> </ul>	<p><b>Kegiatan Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mengerjakan soal yang diberikan</li> <li>• Siswa mendengarkan informasi dari guru</li> <li>• Menutup pembelajaran dengan do'a</li> <li>• Menjawab salam</li> </ul>	25 Menit

## 6. Penilaian

- a. Teknik : Tes Tertulis  
b. Instrumen : 10 Soal Essai

## 7. Refleksi

Refleksi Guru	Refleksi Peserta Didik
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apakah media pembelajaran yang digunakan sudah sesuai, atau ada yang perlu diperbaiki?</li><li>2. Apakah materi yang diajarkan hari ini dipahami dengan baik oleh siswa?</li><li>3. Dari materi tersebut, apakah siswa memperoleh pengalaman baru?</li><li>4. Apakah metode pengajaran yang digunakan efektif dalam memfasilitasi pemahaman materi?</li><li>5. Apakah siswa dapat mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari di lingkungan mereka?</li><li>6. Bagaimana cara mendorong partisipasi penuh semua siswa dalam proses pembelajaran?</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apa yang sudah kalian pelajari hari ini?</li><li>2. Apa ada kendala pada kegiatan pembelajaran hari ini? Kalau ada, apa saja kendalanya ?</li><li>3. Apakah dengan penggunaan model pembelajaran project based learning hari ini, kalian termotivasi?</li><li>4. Manfaat apa yang sudah kamu peroleh dari pembelajaran hari ini?</li><li>5. Apa yang akan kamu lakukan agar dapat lebih memahami/menguasai materi pembelajaran ini?</li></ol>

## 8. Pengayaan dan Remedial

### • Pengayaan

- ✓ Pengayaan diberikan untuk menambah wawasan peserta didik mengenai materi pembelajaran yang dapat diberikan kepada peserta didik yang telah tuntas mencapai capaian pembelajaran
- ✓ Pengayaan dapat ditagihkan atau tidak ditagihkan, sesuai kesepakatan dengan peserta didik
- ✓ Berdasarkan hasil analisis penilaian, peserta didik yang sudah mencapai ketuntasan belajar diberi kegiatan pembelajaran pengayaan untuk perluasan atau pendalaman materi

### • Remedial

- ✓ Remedial dapat diberikan kepada peserta didik yang capaian pembelajarannya belum tuntas
- ✓ Guru akan memberikan tugas bagi peserta didik yang belum tuntas dalam bentuk pembelajaran ulang, bimbingan perorangan, belajar kelompok, pemanfaatan tutor sebaya bagi peserta didik yang belum mencapai ketuntasan belajar sesuai hasil analisis penilaian.

## Lampiran-Lampiran

Lampiran 1 : Materi Pembelajaran

Lampiran 2 : LKPD

## Referensi Bacaan

Palupi, Dwi Satya, dkk. 2009. *Fisika untuk Kelas XI SMA dan MA (bse)*. Jakarta: CV.

Sahabat

Saripudin, Arip, dkk. 2009. *Praktis Belajar Fisika 2 untuk SMA/MA Kelas XI Program Ilmu Pengetahuan Alam (bse)*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional

## Glosarium

Energi Dalam	: adalah energi entalpi internal yang terkandung dalam suatu zat
Hukum I Termodinamika	: merupakan hukum konservasi energi, yang menyatakan energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan dan dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk energi lain
Isobarik	: adalah proses yang berlangsung pada kondisi tekanan tetap
Isokhorik	: adalah proses yang berlangsung pada volume tetap
Isotermal	: adalah proses yang berlangsung pada kondisi suhu tetap
Kalor	: adalah bentuk energi yang ditransfer diantara sistem dan lingkungan
Kalor Jenis	: adalah kapasitas kalor per gram
Kalorimeter	: adalah alat untuk mengukur perubahan kalor pada suatu proses melalui pengukuran perubahan suhu
Kapasitas Kalor	: adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk meningkatkan suhu zat sebesar 1 K
Kerja	: adalah bentuk energi selain kalor
Lingkungan	: adalah bagian dari semesta di luar sistem
Sistem	: adalah bagian dari semesta yang dipelajari sifat-sifatnya
Sistem Terbuka	: adalah sistem yang dapat mempertukarkan baik kalor maupun materi di antara sistem dan lingkungan.
Sistem Terisolasi	: adalah suatu sistem yang tidak dapat mempertukarkan kalor atau materi ke lingkungan atau sebaliknya.
Sistem Tertutup	: adalah sistem yang hanya mempertukarkan kalor antara sistem dan lingkungan

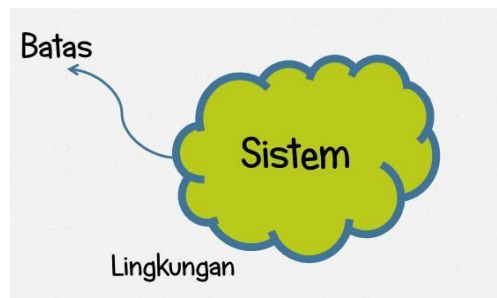
## LAMPIRAN 1

### MATERI PEMBELAJARAN HUKUM I TERMODINAMIKA

Termodinamika adalah cabang fisika yang mempelajari hukum-hukum dasar dan membahas konversi energi termal menjadi usaha yang bermanfaat. Dalam termodinamika, kumpulan benda-benda yang diperhatikan disebut sistem, sedangkan semua yang ada disekitar sistem disebut lingkungan. Termodinamika membahas tentang sistem kesetimbangan (equilibrium), yang dapat digunakan untuk mengetahui besarnya energi yang diperlukan untuk mengubah suatu sistem dari keadaan kesetimbangan. Namun demikian, termodinamika tidak dapat digunakan untuk menentukan kecepatan perubahan yang terjadi selama proses saat sistem tidak berada dalam kesetimbangan. Sistem tersebut dapat berubah sebagai akibat dari keadaan lingkungan di sekitarnya. Materi sistem dalam termodinamika dapat menerima energi panas atau energi dalam bentuk yang berbeda-beda

#### A. Sistem dan Lingkungan

Sistem didefinisikan sebagai sejumlah zat dalam suatu wadah yang menjadi pusat perhatian kita untuk dianalisis. Segala sesuatu di luar sistem disebut sebagai lingkungan. Sistem dipisahkan dari lingkungan oleh suatu batas sistem. Batas ini bisa tetap atau bergerak.



Dikenal 3 bentuk sistem yang umum dijumpai, yaitu:

##### 1. Sistem Terbuka

Pada sistem ini, baik untuk energi maupun materi, dapat terjadi pertukaran antara sistem dengan lingkungan. Seperti minuman berupa air teh manis panas. Air (materi) akan mengalir dalam bentuk uap ke lingkungan demikian juga panas (energi) yang ada dalam teh dapat berpindah ke lingkungan sampai terjadi kesetimbangan uap dan suhu antara air teh dan lingkungannya

##### 2. Sistem Tertutup

Suatu sistem yang dibatasi dengan dinding *impermeable* yang memungkinkan pertukaran energi, tapi tidak dengan pertukaran materi sistem. Sebagaimana air panas dalam alat kompres tertutup rapat. Air dalam alat kompres tidak dapat keluar dalam bentuk uap ke lingkungan, sementara panas dari air dapat menembus dinding kompres

##### 3. Sistem Terisolasi

Suatu keadaan sistem di mana baik energi maupun materi sistem tidak dapat bertukar antara sistem dengan lingkungan. Sebagaimana air dalam termos yang tertutup rapat. Baik air maupun panas dari air yang berada dalam termos tidak dapat berpindah ke lingkungan

#### B. Energi Dalam

Ketika suatu benda sedang bergerak, benda tersebut memiliki energi kinetik dan berdasarkan energi kinetik ini benda dapat melakukan usaha. Serupa dengan itu, benda yang berada pada ketinggian tertentu dari suatu acuan memiliki energi potensial dan berdasarkan energi potensial ini, benda juga dapat melakukan

usaha. Kedua macam energi ini disebut *energi luar (external energy)*.

Sebagai tambahan terhadap energi luar ini, setiap benda memiliki energi yang tidak tampak dari luar. Energi ini disebut *energi dalam*. Energi dalam berhubungan dengan aspek mikroskopik zat. Kita ketahui setiap zat terdiri atas atom-atom atau molekul- molekul yang bergerak terus – menerus. Dari gerakan ini zat memiliki energi kinetik. Antara molekul- molekul zat juga ada yang disebut gaya antar molekul. Karena gaya antar molekul ini, molekul- molekul memiliki energi potensial. Jumlah energi kinetik dan energi potensial yang berhubungan dengan atom-atom atau molekul- molekul zat disebut energi dalam. Untuk gas ideal, gaya antar molekul dapat diabaikan. Dengan demikian, energi dalam hanyalah total energi kinetik dari seluruh molekul. Energi dalam berupa gerakan-gerakan antara molekul-molekul gas yang dipanaskan menjadi lebih cepat. Energi dalam suatu gas ideal adalah:

$$U = \frac{3}{2} n R T$$

Energi dalam tidak dapat diukur secara langsung. Yang dapat diukur adalah perubahan energi dalam.

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

### C. Hukum I Termodinamika

Hukum I Termodinamika menjelaskan tentang energi yang ada dalam suatu sistem dan dikenal sebagai hukum Kekekalan Energi. Dalam Hukum Kekekalan Energi, energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya dapat berubah bentuk, dari bentuk satu ke bentuk lainnya. Oleh karena itu, Hukum I Termodinamika sering disebut Hukum Kekekalan Energi.

Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa kalor dan kerja mekanik dapat saling tukar antara sistem/zat dengan lingkungannya, maka sejumlah kerja mekanik dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kalor, dan sebaliknya. Dengan demikian, energi panas/kalor (Q) yang diberikan oleh lingkungan ke sistem sama dengan kerja eksternal (W) yang dilakukan sistem ditambah dengan perolehan energi dalam sistem ( $\Delta U$ ) karena kenaikan suhu

Jika kalor diberikan kepada sistem, volume dan suhu sistem akan bertambah (sistem akan terlihat mengembang dan bertambah panas). Sebaliknya, jika kalor diambil dari sistem, volume dan suhu sistem akan berkurang (sistem tampak mengerut dan terasa lebih dingin). Prinsip ini merupakan hukum alam yang penting dan salah satu bentuk dari hukum kekekalan energi.

Sistem yang mengalami perubahan volume akan melakukan usaha dan sistem yang mengalami perubahan suhu akan mengalami perubahan energi dalam. Dengan demikian kalor yang diberikan kepada sistem akan menyebabkan sistem melakukan usaha dan mengalami perubahan energi dalam. Prinsip ini dikenal sebagai hukum kekekalan energi dalam termodinamika atau disebut Hukum I Termodinamika. Sehubungan dengan energi dalam (U) sistem, untuk suatu proses dengan keadaan akhir (2) dan keadaan awal (1), maka secara umum perubahan energi dalam dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

Jika sistem menyerap kalor Q dari lingkungannya dan melakukan kerja W pada lingkungannya, maka secara matematis, Hukum I Termodinamika adalah hukum umum konservasi energi yang diterapkan pada sistem apa pun di mana transfer energi dari atau ke lingkungan (melalui panas dan kerja) diperhitungkan sebagai persamaan berikut:

$$Q = W + \Delta U$$

Keterangan:

$Q$  = kalor/panas yang diterima/dilepas (J)

$W$  = energi/usaha (J)

$\Delta U$  = perubahan energi (J)

Aturan tanda untuk Kalor dan Usaha disesuaikan dengan persamaan Hukum Pertama Termodinamika. Kalor ( $Q$ ) dalam persamaan di atas merupakan kalor yang ditambahkan pada sistem ( $Q$  positif), sedangkan Usaha ( $W$ ) pada persamaan di atas merupakan usaha yang dilakukan oleh sistem ( $W$  positif). Karenanya, jika kalor meninggalkan sistem, maka  $Q$  bernilai negatif. Sebaliknya, jika usaha dilakukan pada sistem, maka  $W$  bernilai negatif.

Ada berbagai implementasi yang menggunakan prinsip hukum termodinamika I, alat tersebut ada yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari yaitu:

### 1. Mesin kendaraan bermotor

Pada mesin kendaraan bermotor terdapat aplikasi termodinamika dengan sistem terbuka. Dimana ruang didalam silinder mesin merupakan sistem, kemudian campuran bahan bakar dan udara masuk kedalam silinder dan gas buangan keluar sistem melalui kenalpot.

### 2. Kereta api dengan tenaga uap

Pada kereta uap terdapat prinsip hukum termodinamika I, karena kereta uap bergerak dengan prinsip perubahan energi dari energi panas yang dihasilkan oleh batu bara/kayu bakar menjadi energi gerak (kinetik) yang menyebabkan kereta api bergerak.

### 3. Termos

Pada alat rumah tangga tersebut terdapat aplikasi hukum termodinamika I dengan sistem terisolasi. Dimana tabung bagian dalam termos yang digunakan sebagai wadah air, terisolasi dari lingkungan luar karena adanya ruang hampa udara diantara tabung bagian dalam dan luar

## Contoh soal:

1. Jika kalor sebanyak 2000 Joule ditambahkan pada sistem, sedangkan sistem melakukan usaha 1000 Joule, berapakah perubahan energi dalam sistem?

Diket:

$$Q = 2000 \text{ J}$$

$$W = 1000 \text{ J}$$

Dit:  $\Delta U$  ?

*Penyelesaian :*

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 2000 \text{ joule} - 1000 \text{ joule}$$

$$\Delta U = 1000 \text{ joule}$$

Sistem mendapat tambahan kalor (sistem menerima energi) sebanyak 2000 joule. Sistem juga melakukan usaha (sistem melepaskan energi) 1000 joule. Dengan demikian, perubahan energi sistem sebesar 1000 joule.

2. Jika kalor sebanyak 2000 Joule meninggalkan sistem dan sistem melakukan usaha 1000 Joule, berapakah perubahan energi dalam sistem ?

Diket:

$$Q = - 2000 \text{ J}$$

$$W = 1000 \text{ J}$$

Dit:  $\Delta U$  ?

*Penyelesaian :*

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = -2000 \text{ joule} - 1000 \text{ joule}$$

$$\Delta U = -3000 \text{ joule}$$

Jika kalor meninggalkan sistem, berarti  $Q$  bernilai negatif. Kalor meninggalkan sistem (sistem melepaskan energi) sebanyak 2000 joule. Sistem juga melakukan usaha (sistem melepaskan energi) sebesar 1000 joule. Dengan demikian, energi dalam sistem berkurang sebanyak 3000 joule

**Nama Sekolah : SMA Negeri 2 Muara Beliti**  
**Mata Pelajaran : Termodinamika**  
**Sub Materi : Hukum I Termodinamika**

**KELompok :**.....  
**KELAS :**.....  
**ANGGOTA :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



1

## Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu menerapkan prinsip Hukum 1 Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari
2. Peserta didik mampu merancang dan membuat alat sederhana dengan konsep Hukum 1 Termodinamika serta mempresentasikannya

2

## KERJAMelalui kegiatan proyek ini, peserta didik diharapkan

1. Peserta didik dapat membuat proyek penerapan hukum I termodinamika
2. Melalui kegiatan literasi dan eksperimen, peserta didik dapat mendiskusikan hasil ujicoba tentang Hukum I Termodinamika
3. Melalui kegiatan presentasi, peserta didik dapat memaparkan hasil proyek pembuatan prototipe kapal uap sederhana

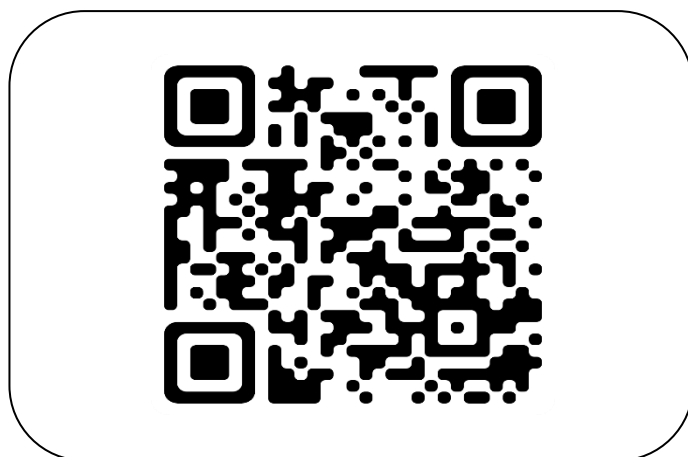


### Petunjuk:

- ✓ Isilah nama kelompok dan nama anggota kelompok pada kolom yang disediakan
- ✓ Bacalah dengan seksama kegiatan yang diberikan dan jawablah pertanyaan yang diberikan bersama dengan anggota kelompokmu
- ✓ Lakukanlah diskusi dengan teman kelompokmu terhadap jawaban yang kalian peroleh berdasarkan pertanyaan yang dijawab
- ✓ Apabila terdapat kendala/kesulitan dalam menyelesaikan LKPD tanyakanlah pada guru



2. Buatlah gambar sketsa/desain rancangan produk! Kemudian kirim rancangan sketsa/desain tersebut dengan menscan barcode di bawah ini!



**Scan Me!!!**

3. Susunlah jadwal pelaksanaan proyek dimulai dari tahapan perencanaan, pelaksanaan sampai dengan pengumpulan hasil proyek sesuai dengan rincian kegiatan yang telah disepakati!

<b>Kegiatan</b>	<b>Rincian Kegiatan</b>	<b>Hari dan Tanggal</b>
Perancangan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mencari ide pembuatan proyek dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber baik buku maupun internet untuk menemukan contoh penerapan hukum I termodinamika pada kehidupan sehari-hari</li> <li>▪ Berdiskusi untuk menentukan ide terbaik yang akan dilaksanakan sebagai proyek kelompok. Kemudian menggambar sketsa/desain proyek yang akan dibuat</li> <li>▪ Merancang pembuatan proyek sederhana prinsip hukum I termodinamika</li> <li>▪ Melaporkan hasil rancangan</li> </ul>	
Pengerjaan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengumpulkan dan mencari alat bahan yang diperlukan untuk tahap penyelesaian proyek</li> <li>▪ Mendiskusikan teknis pelaksanaan proyek dan membuat proyek sederhana berdasarkan rancangan</li> <li>▪ Mempersiapkan pelaksanaan pembuatan proyek dengan mencatat dan mendokumentasikan proses pembuatan dalam bentuk foto dan video sederhana yang dilengkapi dengan keterangan masing-masing proses kegiatan</li> <li>▪ Berkonsultasi dengan guru tentang kegiatan yang sudah dilakukan dan yang akan dilakukan</li> </ul>	

Kegiatan	Rincian Kegiatan	Hari dan Tanggal
Pelaporan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melakukan uji coba produk hasil proyek</li> <li>▪ Membuat laporan pembuatan proyek dan menyiapkannya dalam bentuk bahan presentasi dan video</li> <li>▪ Memaparkan hasil proyek di depan kelas</li> <li>▪ Mengumpulkan produk hasil proyek</li> </ul>	

## BAGIAN 2 PEMBUATAN PROYEK

### LANGKAH

1. Lakukan kegiatan sesuai dengan jadwal kegiatan proyek yang telah disepakati!
2. Buatlah laporan hasil kegiatan proyek yang dikerjakan berkelompok dengan ketentuan:
  - a. Laporan ditulis pada kertas HVS A4, boleh diketik maupun tulis tangan
  - b. Format laporan:
    - 1) Cover : Nama kelompok, kelas (boleh di desain semenarik mungkin)
    - 2) Judul
    - 3) Tujuan
    - 4) Landasan Teori
    - 5) Alat dan Bahan
    - 6) Langkah Kerja
    - 7) Analisis dan Pembahasan
    - 8) Kesimpulan
    - 9) Daftar Pustaka
    - 10) Dokumentasi pada saat pengerjaan proyek (1 lembar berisi 6 foto)
    - 11) Dokumentasi produk yang dihasilkan
3. Temukan kajian literatur baik melalui buku yang anda miliki maupun internet untuk mendukung hasil pengamatan dan laporan kegiatan yang kalian lakukan!

# MODUL AJAR

## KELAS EKSPERIMEN 2

### A. Informasi Umum

#### 1. Identitas

Instansi : SMA Negeri 2 Muara Beliti  
Fase : F  
Kelas/Semester : XI/Ganjil  
Sub Materi : Hukum I Termodinamika  
Alokasi Waktu : 3 x 45 Menit

#### 2. Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya; hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi; penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari; konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor; konsep osilasi, gelombang, dan karakteristiknya untuk menjelaskan fenomena bunyi dan cahaya; sifat dan pengaruh muatan listrik serta pemanfaatannya dalam komponen listrik; sifat arus listrik dan hubungan antar besaran fisis pada rangkaian listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari; elektromagnetisme serta penerapannya dalam teknologi; teori relativitas khusus dan pengaruhnya terhadap pemahaman atas ruang dan waktu; teori kuantum dan pengaruhnya dalam perkembangan elektronika; pemanfaatan teknologi pemrosesan data digital untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari; model inti atom untuk menjelaskan fenomena radioaktivitas, pemanfaatan, dan proteksi dari risiko bahayanya.

Elemen Pemahaman	Elemen Keterampilan
Peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya; hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi; penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari; konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mengamati,</li><li>2. Mempertanyakan dan memprediksi</li><li>3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan</li><li>4. Memproses, menganalisis data dan informasi</li><li>5. Mengevaluasi dan refleksi</li><li>6. Mengomunikasikan hasil</li></ol>

#### 3. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila yang memiliki kaitan erat dengan pembelajaran materi usaha dan energi adalah sebagai berikut :

- Bergotong-royong
- Bernalar kritis
- Kreatif

#### 4. Sarana dan Prasarana

##### 1) Sarana:

- Alat : Laptop, LCD proyektor, dan smartphone
- Bahan : buku, alat tulis, spidol, papan tulis

##### 2) Prasarana:

- Sumber belajar : *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*, Erlangga, Jakarta. dan LKPD.
- Media ajar : PPT, LKPD, Video Pembelajaran, dan Bahan Ajar

#### 5. Target Peserta Didik

Peserta didik regular/tipikal : umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar

#### 6. Model dan Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran : *Flipped Learning*

Metode Pembelajaran : Diskusi dan tanya jawab

### B. Komponen Umum

#### 1. Tujuan Pembelajaran

- a. Merumuskan Hukum 1 Termodinamika yang merupakan prinsip hukum kekekalan energi dalam sistem termodinamika
- b. Menganalisis hubungan antara kalor, usaha, dan perubahan energi dalam
- c. Menerapkan Hukum 1 Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari

#### 2. Kompetensi Awal

Peserta didik sudah memahami konsep kalor dan perpindahannya

#### 3. Pertanyaan Pemantik

- Dalam mendidihkan air di dalam panci lebih cepat ditutup atau dibiarkan terbuka?
- Mengapa termos air lebih lama menahan dingin dibanding menahan panas?

#### 4. Pemahaman Bermakna

- Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan
- Terdapat banyak bentuk energi dan semuanya dapat saling berubah bentuk
- Keberadaan kalor yang diberikan kepada sistem dapat menyebabkan sistem melakukan usaha dan mengalami perubahan energi dalam

#### 5. Kegiatan Pembelajaran

Sintaks Model Flipped Learning	Kegiatan		Alokasi Waktu
	Guru	Siswa	
	<p><b>Before Class (at home)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guru menayangkan gambar kereta api uap dan video simulasi bagaimana cara kerja mesin uap <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ckkaVmXgCIE">https://www.youtube.com/watch?v=ckkaVmXgCIE</a> melalui google meet</li><li>• Guru mengarahkan siswa untuk membuat ringkasan mengenai materi yang terdapat dalam video pembelajaran</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menonton dan mempelajari video yang telah diberikan</li><li>• Membaca materi mengenai sistem (terbuka, tertutup, terisolasi) dan aturan tanda (+/-) untuk Q dan W</li><li>• Mencatat pertanyaan atau</li></ul>	

		konsep yang sulit dipahami untuk didiskusikan di kelas	
	<p><b><i>During Class</i></b></p> <p><b>Kegiatan Pendahuluan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberi salam dan memeriksa kehadiran siswa</li> <li>• Mengarahkan salah satu siswa untuk memimpin doa sebelum belajar</li> <li>• Memberikan apersepsi dengan menanyakan materi pertemuan sebelumnya: “siapa yang masih ingat apa itu sistem dan lingkungan?”</li> <li>• Memberikan motivasi dengan menayangkan video “memanaskan air” kemudian memberi pertanyaan yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, yaitu: “ketika air mendidih mengapa tutup tekonya bergerak-gerak?”</li> <li>• Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>• Menyampaikan sistem penilaian dalam proses pembelajaran</li> </ul>	<p><b>Kegiatan Pendahuluan</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab salam dan mendengarkan absensi</li> <li>• Berdoa sebelum belajar dengan dipimpin oleh salah seorang temannya</li> <li>• Memperhatikan dan menjawab pertanyaan dari guru</li> <li>• Mendengarkan tujuan pembelajaran</li> <li>• Mendengarkan penjelasan dari guru tentang sistem penilaian</li> </ul>	15 Menit
<i>Clarification</i>	<p><b>Kegiatan Inti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menjelaskan poin-poin penting yang belum dipahami peserta didik dari materi mandiri, terutama aturan tanda pada persamaan <math>\Delta U = Q - W</math></li> <li>• Berdasarkan pertanyaan dan jawaban dari siswa, guru menayangkan video tentang mainan kapal-kapalan (perahu otok-otok) untuk memperdalam materi <a href="https://www.youtube.com/watch?v=iuP1ehiGWGA">https://www.youtube.com/watch?v=iuP1ehiGWGA</a></li> </ul>	<p><b>Kegiatan Inti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa memperhatikan penjelasan yang disampaikan guru</li> <li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diajukan guru dan mengamati video yang ditampilkan</li> </ul>	
<i>Collaboration dan Inquiry</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membagi siswa kedalam kelompok secara heterogen</li> <li>• Guru membagikan LKPD</li> <li>• Guru membimbing siswa dalam mengerjakan LKPD dengan mengumpulkan informasi mengenai konsep, prinsip dan prosedur yang mendukung masing-masing tugasnya dari berbagai sumber (buku teks, internet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa membentuk kelompok dengan tertib sesuai dengan petunjuk guru</li> <li>• Siswa secara kolaboratif bersama kelompoknya mengisi LKPD yang berfokus pada analisis data dan pemecahan masalah (Problem Solving)</li> <li>• Menganalisis implementasi Hukum I Termodinamika pada alat seperti</li> </ul>	105 Menit

		termos (sistem terisolasi) dan mesin kendaraan (sistem terbuka)	
<i>Communication</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membimbing siswa dalam mempresentasikan hasil diskusi mereka</li> <li>Guru memberikan penguatan terhadap hasil diskusi</li> <li>Guru menyuruh siswa untuk menyimpulkan hasil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiap- tiap kelompok secara bergantian mempresentasikan hasil diskusi LKPD dan ditanggapi oleh kelompok lain</li> <li>Memperhatikan penguatan yang diberikan guru</li> <li>Memberikan kesimpulan</li> </ul>	
	<p><b>Kegiatan Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru dan peserta didik melakukan refleksi kegiatan yang telah dilakukan</li> <li>Guru menyampaikan rencana pembelajaran berikutnya</li> <li>Menutup pembelajaran dengan mempersilahkan salah satu peserta didik untuk memimpin do'a</li> <li>Mengucapkan salam penutup</li> </ul>	<p><b>Kegiatan Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mendengarkan informasi dari guru</li> <li>Menutup pembelajaran dengan do'a</li> <li>Menjawab salam</li> </ul>	15 Menit

## 6. Penilaian

- Teknik : Tes Tertulis
- Instrumen : 10 Soal Essai

## 7. Refleksi

Refleksi Guru	Refleksi Peserta Didik
<ol style="list-style-type: none"> <li>Apakah media pembelajaran yang digunakan sudah sesuai, atau ada yang perlu diperbaiki?</li> <li>Apakah materi yang diajarkan hari ini dipahami dengan baik oleh siswa?</li> <li>Dari materi tersebut, apakah siswa memperoleh pengalaman baru?</li> <li>Apakah metode pengajaran yang digunakan efektif dalam memfasilitasi pemahaman materi?</li> <li>Apakah siswa dapat mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari di lingkungan mereka?</li> <li>Bagaimana cara mendorong partisipasi penuh semua siswa dalam proses pembelajaran?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Apa yang sudah kalian pelajari hari ini?</li> <li>Apa ada kendala pada kegiatan pembelajaran hari ini? Kalau ada, apa saja kendalanya ?</li> <li>Apakah dengan penggunaan model pembelajaran flipped learning hari ini, kalian termotivasi?</li> <li>Manfaat apa yang sudah kamu peroleh dari pembelajaran hari ini?</li> <li>Apa yang akan kamu lakukan agar dapat lebih memahami/menguasai materi pembelajaran ini?</li> </ol>

## **8. Pengayaan dan Remedial**

- **Pengayaan**

- ✓ Pengayaan diberikan untuk menambah wawasan peserta didik mengenai materi pembelajaran yang dapat diberikan kepada peserta didik yang telah tuntas mencapai capaian pembelajaran
- ✓ Pengayaan dapat ditagihkan atau tidak ditagihkan, sesuai kesepakatan dengan peserta didik
- ✓ Berdasarkan hasil analisis penilaian, peserta didik yang sudah mencapai ketuntasan belajar diberi kegiatan pembelajaran pengayaan untuk perluasan atau pendalaman materi

- **Remedial**

- ✓ Remedial dapat diberikan kepada peserta didik yang capaian pembelajarannya belum tuntas
- ✓ Guru akan memberikan tugas bagi peserta didik yang belum tuntas dalam bentuk pembelajaran ulang, bimbingan perorangan, belajar kelompok, pemanfaatan tutor sebaya bagi peserta didik yang belum mencapai ketuntasan belajar sesuai hasil analisis penilaian.

**Nama Sekolah : SMA Negeri 2 Muara Beliti**  
**Mata Pelajaran : Termodinamika**  
**Sub Materi : Hukum I Termodinamika**

**KELOMPOK :**.....  
**KELAS :**.....  
**ANGGOTA :**  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



1. Peserta didik mampu merumuskan Hukum 1 Termodinamika yang merupakan prinsip hukum kekekalan energi
2. Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara kalor, usaha, dan perubahan energi dalam
3. Peserta didik mampu menerapkan prinsip Hukum 1 Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari

**Petunjuk:**

- ✓ Isilah nama kelompok dan nama anggota kelompok pada kolom yang disediakan
- ✓ Bacalah dengan seksama kegiatan yang diberikan dan jawablah pertanyaan yang diberikan bersama dengan anggota kelompokmu
- ✓ Lakukanlah diskusi dengan teman kelompokmu terhadap jawaban yang kalian peroleh berdasarkan pertanyaan yang dijawab
- ✓ Apabila terdapat kendala/kesulitan dalam menyelesaikan LKPD tanyakanlah pada guru







# MODUL AJAR

## KELAS KONTROL

### A. Informasi Umum

#### 1. Identitas

Instansi : SMA Negeri 2 Muara Beliti  
Fase : F  
Kelas/Semester : XI/Ganjil  
Sub Materi : Hukum I Termodinamika  
Alokasi Waktu : 3 x 45 Menit

#### 2. Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya; hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi; penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari; konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor; konsep osilasi, gelombang, dan karakteristiknya untuk menjelaskan fenomena bunyi dan cahaya; sifat dan pengaruh muatan listrik serta pemanfaatannya dalam komponen listrik; sifat arus listrik dan hubungan antar besaran fisis pada rangkaian listrik serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari; elektromagnetisme serta penerapannya dalam teknologi; teori relativitas khusus dan pengaruhnya terhadap pemahaman atas ruang dan waktu; teori kuantum dan pengaruhnya dalam perkembangan elektronika; pemanfaatan teknologi pemrosesan data digital untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari; model inti atom untuk menjelaskan fenomena radioaktivitas, pemanfaatan, dan proteksi dari risiko bahayanya.

Elemen Pemahaman	Elemen Keterampilan
Peserta didik mampu memahami konsep gerak satu dan dua dimensi beserta penggunaan vektor untuk analisisnya; hubungan gaya dan gerak serta pemanfaatannya untuk menjelaskan fenomena alam, desain, atau rekayasa struktur; hubungan usaha dan energi, momentum dan impuls, serta penerapannya dalam analisis gerak benda dan desain teknologi; penerapan hukum fluida dalam kehidupan sehari-hari; konsep kalor dan termodinamika serta penerapannya dalam meninjau efisiensi mesin kalor	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mengamati,</li><li>2. Mempertanyakan dan memprediksi</li><li>3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan</li><li>4. Memproses, menganalisis data dan informasi</li><li>5. Mengevaluasi dan refleksi</li><li>6. Mengomunikasikan hasil</li></ol>

#### 3. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila yang memiliki kaitan erat dengan pembelajaran materi usaha dan energi adalah sebagai berikut :

- Bergotong-royong
- Bernalar kritis
- Kreatif

#### 4. Sarana dan Prasarana

##### 1) Sarana:

- Alat : Laptop, LCD proyektor, dan smartphone
- Bahan : buku, alat tulis, spidol, papan tulis

##### 2) Prasarana:

- Sumber belajar : *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI*, Erlangga, Jakarta. dan LKPD.
- Media ajar : PPT, LKPD, Video Pembelajaran, dan Bahan Ajar

#### 5. Target Peserta Didik

Peserta didik regular/tipikal : umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar

#### 6. Model dan Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran : Pembelajaran Konvensional (*Direct Instruction*)

Metode Pembelajaran : Ceramah, tanya jawab, dan latihan terbimbing

### B. Komponen Umum

#### 1. Tujuan Pembelajaran

- a. Merumuskan Hukum 1 Termodinamika yang merupakan prinsip hukum kekekalan energi dalam sistem termodinamika
- b. Menganalisis hubungan antara kalor, usaha, dan perubahan energi dalam
- c. Menerapkan Hukum 1 Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari

#### 2. Kompetensi Awal

Peserta didik sudah memahami konsep kalor dan perpindahannya

#### 3. Pertanyaan Pemantik

- Dalam mendidihkan air di dalam panci lebih cepat ditutup atau dibiarkan terbuka?
- Mengapa termos air lebih lama menahan dingin dibanding menahan panas?

#### 4. Pemahaman Bermakna

- Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan
- Terdapat banyak bentuk energi dan semuanya dapat saling berubah bentuk
- Keberadaan kalor yang diberikan kepada sistem dapat menyebabkan sistem melakukan usaha dan mengalami perubahan energi dalam

#### 5. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan		Alokasi Waktu
Guru	Siswa	
<b>Kegiatan Pendahuluan</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Memberi salam dan memeriksa kehadiran siswa</li><li>• Mengarahkan salah satu siswa untuk memimpin doa sebelum belajar</li><li>• Memberikan apersepsi dengan menanyakan materi pertemuan sebelumnya: "siapa yang masih ingat apa itu sistem dan lingkungan?"</li><li>• Memberikan motivasi dengan menayangkan video "memanaskan air" kemudian</li></ul>	<b>Kegiatan Pendahuluan</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Menjawab salam dan mendengarkan absensi</li><li>• Berdoa sebelum belajar dengan dipimpin oleh salah seorang temannya</li><li>• Memperhatikan dan menjawab pertanyaan dari guru</li><li>• Mendengarkan tujuan pembelajaran</li><li>• Mendengarkan penjelasan dari guru tentang sistem penilaian</li></ul>	15 Menit

<p>memberi pertanyaan yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari, yaitu: “ketika air mendidih mengapa tutup tekonya bergerak-gerak?”</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> <li>• Menyampaikan sistem penilaian dalam proses pembelajaran</li> </ul>		
<p><b>Kegiatan Inti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menjelaskan materi ajar secara terstruktur dan mendetail seperti konsep energi dalam, kalor, dan usaha</li> <li>• Guru memberikan satu contoh soal hitungan di papan tulis dan cara menyelesaikannya</li> <li>• Guru memberikan kesempatan siswa bertanya, atau guru melempar pertanyaan kepada siswa untuk mengecek pemahaman, dan kemudian guru mengkonfirmasi jawaban</li> <li>• Guru memberikan tugas atau latihan terbimbing kepada siswa untuk dikerjakan secara berkelompok berupa LKPD</li> <li>• Guru memantau pengerjaan tugas siswa dan memberikan umpan balik</li> <li>• Guru bersama siswa membuat rangkuman/kesimpulan inti dari materi yang telah dipelajari</li> </ul>	<p><b>Kegiatan Inti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa memperhatikan penjelasan yang disampaikan guru</li> <li>• Siswa bertanya setelah diberi kesempatan</li> <li>• Siswa menjawab pertanyaan yang diajukan guru</li> <li>• Siswa berdiskusi dengan kelompoknya dalam mengerjakan LKPD</li> <li>• Siswa membuat kesimpulan dari materi yang telah dipelajari</li> </ul>	105 Menit
<p><b>Kegiatan Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru dan peserta didik melakukan refleksi kegiatan yang telah dilakukan</li> <li>• Guru menyampaikan rencana pembelajaran berikutnya</li> <li>• Menutup pembelajaran dengan mempersilahkan salah satu peserta didik untuk memimpin do'a</li> <li>• Mengucapkan salam penutup</li> </ul>	<p><b>Kegiatan Penutup</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mendengarkan informasi dari guru</li> <li>• Menutup pembelajaran dengan do'a</li> <li>• Menjawab salam</li> </ul>	15 Menit

## 6. Penilaian

- Teknik : Tes Tertulis
- Instrumen : 10 Soal Essai

## 7. Refleksi

Refleksi Guru	Refleksi Peserta Didik
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah media pembelajaran yang digunakan sudah sesuai, atau ada yang perlu diperbaiki?</li> <li>2. Apakah materi yang diajarkan hari ini dipahami dengan baik oleh siswa?</li> <li>3. Dari materi tersebut, apakah siswa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apa yang sudah kalian pelajari hari ini?</li> <li>2. Apa ada kendala pada kegiatan pembelajaran hari ini? Kalau ada, apa saja kendalanya ?</li> <li>3. Manfaat apa yang sudah kamu peroleh</li> </ol>

<p>memperoleh pengalaman baru?</p> <p>4. Apakah metode pengajaran yang digunakan efektif dalam memfasilitasi pemahaman materi?</p> <p>5. Apakah siswa dapat mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari di lingkungan mereka?</p> <p>6. Bagaimana cara mendorong partisipasi penuh semua siswa dalam proses pembelajaran?</p>	<p>dari pembelajaran hari ini?</p> <p>4. Apa yang akan kamu lakukan agar dapat lebih memahami/menguasai materi pembelajaran ini?</p>
--	--

## 8. Pengayaan dan Remedial

- **Pengayaan**

- ✓ Pengayaan diberikan untuk menambah wawasan peserta didik mengenai materi pembelajaran yang dapat diberikan kepada peserta didik yang telah tuntas mencapai capaian pembelajaran
- ✓ Pengayaan dapat ditagihkan atau tidak ditagihkan, sesuai kesepakatan dengan peserta didik
- ✓ Berdasarkan hasil analisis penilaian, peserta didik yang sudah mencapai ketuntasan belajar diberi kegiatan pembelajaran pengayaan untuk perluasan atau pendalaman materi

- **Remedial**

- ✓ Remedial dapat diberikan kepada peserta didik yang capaian pembelajarannya belum tuntas
- ✓ Guru akan memberikan tugas bagi peserta didik yang belum tuntas dalam bentuk pembelajaran ulang, bimbingan perorangan, belajar kelompok, pemanfaatan tutor sebaya bagi peserta didik yang belum mencapai ketuntasan belajar sesuai hasil analisis penilaian.

**Nama Sekolah : SMA Negeri 2 Muara Beliti**  
**Mata Pelajaran : Termodinamika**  
**Sub Materi : Hukum I Termodinamika**

**KELOMPOK : .....**  
**KELAS : .....**  
**ANGGOTA :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



1. Peserta didik mampu merumuskan Hukum 1 Termodinamika yang merupakan prinsip hukum kekekalan energi
2. Peserta didik mampu menganalisis hubungan antara kalor, usaha, dan perubahan energi dalam
3. Peserta didik mampu menerapkan prinsip Hukum 1 Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari

**Petunjuk:**

- ✓ Isilah nama kelompok dan nama anggota kelompok pada kolom yang disediakan
- ✓ Bacalah dengan seksama kegiatan yang diberikan dan jawablah pertanyaan yang diberikan bersama dengan anggota kelompokmu
- ✓ Lakukanlah diskusi dengan teman kelompokmu terhadap jawaban yang kalian peroleh berdasarkan pertanyaan yang dijawab
- ✓ Apabila terdapat kendala/kesulitan dalam menyelesaikan LKPD tanyakanlah pada guru





**REKAPITULASI NILAI PRETEST  
KELAS EKSPERIMEN 1 (KELAS XI.IPA.1)**

No	Nama Siswa	Nomor Soal/ Skor Butir Soal										Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
1	ASN	10	9	9	9	8	6	7	5	5	8	76
2	ASA	6	7	7	6	8	3	6	5	6	2	56
3	ACI	7	5	5	5	4	3	5	6	5	6	51
4	AKA	6	7	6	6	2	3	8	5	7	5	55
5	AWN	8	5	6	8	8	5	4	5	7	5	61
6	CLA	9	8	8	8	9	4	8	8	8	5	75
7	CSB	8	10	4	3	3	3	3	2	9	10	55
8	DAI	8	3	4	6	5	3	6	6	6	10	57
9	HGN	9	6	8	8	8	3	6	9	10	4	71
10	JAI	8	8	8	8	6	5	8	6	8	4	69
11	LCB	10	10	10	9	8	4	8	8	8	3	78
12	MRY	7	4	5	6	6	4	6	6	6	8	58
13	MFL	8	6	8	6	8	3	10	10	6	3	68
14	MSP	6	6	8	8	8	2	8	6	8	2	62
15	MSA	8	6	9	5	6	3	9	6	8	3	63
16	MAR	8	6	9	8	8	3	9	6	7	2	66
17	MSA	6	4	6	8	8	3	7	6	8	2	58
18	NBA	8	10	9	6	6	3	6	6	5	2	61
19	NAR	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5	77
20	PFY	8	6	9	8	6	3	8	6	6	2	62
21	RZA	8	9	8	8	6	5	8	6	5	4	67
22	RAR	6	4	5	6	3	4	8	8	8	2	54
23	RHP	5	8	3	4	6	10	4	10	10	10	70
24	RAH	8	6	6	8	8	6	8	8	8	6	72
25	RUI	8	4	6	8	6	3	8	8	6	2	59
26	RAA	7	5	6	7	8	3	7	6	6	2	57
27	RDE	6	6	6	8	4	2	5	6	7	3	53
28	SRP	8	8	6	9	6	3	8	8	8	6	70
29	SZU	8	6	9	5	6	3	9	6	8	4	64
30	SAI	8	8	9	5	8	3	9	6	6	3	65
31	THH	8	8	4	8	6	3	5	6	4	5	57
32	UKN	6	6	6	8	8	3	5	8	6	2	58
33	VTI	6	5	5	6	8	4	8	8	8	2	60
34	WAY	6	6	8	6	7	2	6	5	8	2	56
35	SPI	6	8	6	8	6	3	7	3	3	2	52
<b>JUMLAH</b>											<b>2193</b>	

**REKAPITULASI NILAI POSTTEST  
KELAS EKSPERIMEN 1 (KELAS XLIPA.1)**

No	Nama Siswa	Nomor Soal/ Skor Butir Soal										Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
1	ASN	10	10	10	10	10	9	10	10	10	6	95
2	ASA	10	10	10	10	10	8	10	9	8	7	92
3	ACI	10	10	10	10	10	5	10	10	8	8	91
4	AKA	8	6	8	7	8	6	10	10	10	10	83
5	AWN	10	10	10	8	6	8	9	9	10	6	86
6	CLA	9	8	9	8	8	3	8	10	10	8	81
7	CSB	8	10	6	9	8	8	9	8	8	6	80
8	DAI	8	8	8	8	8	6	8	8	8	7	77
9	HGN	10	10	10	10	10	9	8	10	8	8	93
10	JAI	10	8	8	10	10	8	9	8	8	7	86
11	LCB	8	9	8	9	6	8	8	10	8	8	82
12	MRY	10	10	8	8	9	8	9	9	10	8	89
13	MFL	10	10	10	10	10	8	10	8	10	8	94
14	MSP	9	10	10	10	10	9	10	10	10	8	96
15	MSA	10	10	10	9	10	5	10	10	8	8	90
16	MAR	10	10	10	9	10	8	9	10	8	8	92
17	MSA	10	10	10	10	10	8	10	10	10	9	97
18	NBA	10	10	9	10	10	8	9	10	8	8	92
19	NAR	9	9	9	9	10	8	10	10	8	9	91
20	PFY	10	8	10	8	6	10	10	10	10	8	90
21	RZA	9	9	9	9	9	6	10	10	10	8	89
22	RAR	10	10	9	10	10	10	10	10	10	8	97
23	RHP	8	10	10	8	7	6	10	10	10	8	87
24	RAH	10	10	10	10	10	9	10	10	10	6	95
25	RUI	8	9	9	9	6	8	8	9	10	8	84
26	RAA	9	8	9	8	9	5	8	7	8	8	79
27	RDE	10	10	10	10	10	8	8	8	8	7	89
28	SRP	10	10	8	8	9	8	10	10	8	6	87
29	SZU	8	10	8	8	10	8	8	8	8	6	82
30	SAI	10	10	10	10	10	5	9	9	9	9	91
31	THH	8	8	9	8	8	10	9	10	10	5	85
32	UKN	8	8	9	8	8	9	8	8	10	8	84
33	VTI	8	10	9	10	6	7	10	10	10	8	88
34	WAY	10	9	9	9	8	6	7	6	8	6	78
35	SPI	8	8	8	9	8	4	8	9	8	4	74
<b>JUMLAH</b>											<b>3066</b>	

**REKAPITULASI NILAI PRETEST  
KELAS EKSPERIMEN 2 (KELAS XI.IPA.2)**

No	Nama Siswa	Nomor Soal/ Skor Butir Soal										Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
1	AKA	10	10	10	8	6	6	8	8	6	4	76
2	AFA	6	8	8	6	6	4	8	8	8	4	66
3	ABA	8	8	10	8	6	4	5	8	6	2	65
4	ASA	6	8	10	10	10	4	6	6	8	6	74
5	AWR	6	8	10	10	10	6	6	6	7	4	73
6	APH	10	10	8	8	10	5	8	8	5	3	75
7	ASP	8	6	6	5	6	4	8	8	8	4	63
8	DJH	2	4	6	4	4	5	4	9	10	4	52
9	DPA	10	10	8	8	8	5	6	5	8	2	70
10	DAI	8	8	8	10	10	4	8	7	8	4	75
11	DGP	6	6	6	6	6	2	4	6	6	4	52
12	ESI	4	4	4	4	4	2	10	10	6	3	51
13	FGR	8	8	8	8	6	5	8	8	8	2	69
14	FYH	4	4	4	5	3	4	4	8	8	8	52
15	FSI	6	8	6	6	6	3	8	6	6	4	59
16	GPT	6	6	6	5	6	3	8	6	8	4	58
17	KSA	6	6	5	6	6	4	10	6	8	4	61
18	LAA	6	10	6	6	6	6	8	8	6	2	64
19	MAP	6	6	6	6	6	3	4	6	3	4	50
20	MFA	6	4	4	6	4	2	6	6	6	6	50
21	MRA	8	10	6	6	5	4	10	10	10	3	72
22	NMI	5	6	6	6	6	3	9	6	8	3	58
23	NCR	4	4	4	6	6	4	5	5	6	6	50
24	NAF	8	6	8	8	8	3	10	10	10	4	75
25	NHI	6	5	6	5	6	4	9	6	6	3	56
26	NFR	10	8	10	10	10	6	8	8	5	2	77
27	OMI	6	6	8	8	6	4	6	6	7	5	62
28	PDN	6	8	8	10	10	4	8	5	8	4	71
29	RAP	6	6	9	10	6	4	6	6	5	2	60
30	RDI	4	6	4	4	4	4	6	6	6	6	50
31	RAN	6	5	4	4	4	3	4	4	8	7	49
32	RCN	8	8	8	8	8	6	7	6	6	2	67
33	RRN	6	6	5	6	6	4	6	6	8	4	57
34	SAF	6	6	6	5	4	2	4	6	8	8	55
35	SRI	5	6	6	6	6	3	8	4	4	2	50
<b>JUMLAH</b>												<b>2164</b>

**REKAPITULASI NILAI POSTTEST  
KELAS EKSPERIMEN 2 (KELAS XI.IPA.2)**

No	Nama Siswa	Nomor Soal/ Skor Butir Soal										Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
1	AKA	10	10	9	10	10	10	10	10	9	8	96
2	AFA	10	10	8	9	10	5	10	10	8	8	88
3	ABA	10	10	10	6	10	8	8	8	8	7	85
4	ASA	10	10	8	10	10	8	9	10	8	8	91
5	AWR	10	10	10	9	10	9	10	10	10	6	94
6	APH	10	10	8	10	10	4	10	10	8	8	88
7	ASP	10	10	10	10	10	8	10	10	10	9	97
8	DJH	8	9	8	9	6	8	8	6	5	8	75
9	DPA	10	10	10	10	10	6	10	10	8	7	91
10	DAI	8	8	9	8	6	9	8	6	8	6	76
11	DGP	8	10	8	8	10	8	6	8	4	6	76
12	ESI	9	10	10	10	10	10	10	10	9	8	96
13	FGR	10	8	10	6	6	10	10	10	10	8	88
14	FYH	9	8	8	6	10	8	10	10	8	9	86
15	FSI	8	10	8	6	7	6	10	10	10	8	83
16	GPT	10	6	8	8	9	8	9	9	10	8	85
17	KSA	10	10	10	10	10	9	10	10	10	6	95
18	LAA	10	10	10	9	8	8	9	10	8	8	90
19	MAP	10	10	9	10	10	9	8	10	8	8	92
20	MFA	10	6	6	8	9	8	10	10	8	6	81
21	MRA	10	10	10	10	10	4	9	9	9	9	90
22	NMI	10	8	6	8	6	8	9	9	10	6	80
23	NCR	8	8	9	8	8	10	9	6	6	5	77
24	NAF	9	8	9	8	9	5	8	7	4	8	75
25	NHI	9	9	6	9	9	6	10	10	10	8	86
26	NFR	8	6	8	7	8	5	8	10	10	6	76
27	OMI	10	10	10	9	10	8	10	8	10	8	93
28	PDN	8	8	6	10	6	7	10	10	10	8	83
29	RAP	8	10	6	9	8	8	9	8	4	6	76
30	RDI	9	8	9	8	8	3	8	10	4	8	75
31	RAN	8	8	8	9	8	4	8	9	8	4	74
32	RCN	10	9	9	9	8	6	7	6	4	6	74
33	RRN	8	8	8	8	8	6	8	8	8	4	74
34	SAF	10	8	8	8	10	8	6	6	8	7	79
35	SRI	8	8	8	9	8	4	8	9	8	4	74
<b>JUMLAH</b>											<b>2939</b>	

**REKAPITULASI NILAI PRETEST  
KELAS EKSPERIMEN 3 (KELAS XI.IPA.3)**

No	Nama Siswa	Nomor Soal/ Skor Butir Soal										Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
1	AFI	8	8	6	8	10	3	10	10	10	6	79
2	ALI	9	8	10	8	6	4	8	6	8	8	75
3	ADI	8	8	6	10	6	6	10	8	10	4	76
4	AAS	5	8	6	8	6	5	6	8	10	4	66
5	ALE	10	10	10	6	8	4	8	7	8	4	75
6	AQM	8	8	8	10	8	2	6	8	8	5	71
7	ASL	8	8	8	8	6	2	10	8	8	4	70
8	CPK	6	6	6	8	8	4	8	8	8	6	68
9	DAN	6	6	7	6	6	5	8	8	8	4	64
10	DOA	4	6	6	6	8	6	4	6	6	7	59
11	FFI	8	8	8	6	6	8	6	6	9	10	75
12	FMH	10	8	8	6	6	4	6	6	5	4	63
13	FLI	4	8	8	4	4	2	5	5	4	5	49
14	HRL	10	6	8	10	10	6	8	4	4	6	72
15	JNA	6	6	7	8	10	4	6	10	10	6	73
16	JAP	10	10	10	10	6	4	6	6	6	4	72
17	LFA	6	6	8	6	8	4	5	6	5	4	58
18	LSB	9	6	6	5	6	3	6	5	6	4	56
19	MSN	8	8	8	8	10	4	10	8	8	4	76
20	MRA	9	6	6	6	6	2	5	6	6	3	55
21	MFR	6	6	8	8	10	6	8	8	10	4	74
22	MDL	8	8	6	8	6	10	6	6	7	10	75
23	MKA	8	8	8	8	6	3	8	6	8	4	67
24	ONP	4	6	3	6	6	8	4	6	6	3	52
25	PPP	9	6	8	6	6	3	6	6	6	3	59
26	PWR	6	7	5	6	6	2	6	10	9	4	61
27	RNP	8	5	8	8	8	4	8	10	8	4	71
28	RMA	6	5	4	4	4	4	6	6	4	4	47
29	SAI	2	9	6	4	4	4	6	4	6	7	52
30	SRI	5	4	8	5	5	10	4	4	10	10	65
31	VPY	10	10	8	6	4	4	6	4	4	4	60
32	VAI	10	10	6	4	4	3	6	4	4	2	53
33	YAD	4	4	8	4	10	4	5	6	6	4	55
34	ZZA	6	6	6	10	8	6	4	6	6	2	60
35	ZAH	8	7	6	6	6	4	2	5	4	4	52
<b>JUMLAH</b>											<b>2255</b>	

**REKAPITULASI NILAI POSTTEST  
KELAS EKSPERIMEN 3 (KELAS XLIPA.3)**

No	Nama Siswa	Nomor Soal/ Skor Butir Soal										Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Skor
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
1	AFI	10	4	9	10	6	4	6	6	10	8	73
2	ALI	8	8	8	7	6	6	10	9	8	4	74
3	ADI	9	8	8	8	8	8	8	5	6	8	76
4	AAS	8	6	8	10	8	4	8	8	9	4	73
5	ALE	6	6	6	6	10	6	6	10	10	6	72
6	AQM	8	6	6	6	6	4	6	6	6	4	58
7	ASL	8	8	8	8	10	6	8	8	10	6	80
8	CPK	8	10	8	7	6	6	4	4	6	4	63
9	DAN	6	8	8	9	8	8	9	8	6	4	74
10	DOA	6	8	6	8	4	4	8	8	8	8	68
11	FFI	9	6	6	6	6	5	7	6	6	2	59
12	FMH	8	10	8	6	6	8	9	6	6	8	75
13	FLI	6	6	10	10	10	8	5	5	4	7	71
14	HRL	6	6	6	8	6	7	10	10	10	6	75
15	JNA	9	4	6	6	6	8	6	6	6	4	61
16	JAP	10	9	8	8	6	8	8	8	8	6	79
17	LFA	9	8	10	8	8	7	8	6	6	10	80
18	LSB	10	6	6	8	6	10	8	8	8	4	74
19	MSN	10	8	8	10	6	6	6	8	8	8	78
20	MRA	6	8	9	6	6	6	8	6	8	6	69
21	MFR	8	8	8	9	8	6	8	8	8	6	77
22	MDL	6	6	6	6	6	4	8	6	8	8	64
23	MKA	8	4	6	6	8	4	6	6	8	6	62
24	ONP	8	8	8	6	8	4	4	4	4	4	58
25	PPP	10	6	6	6	6	10	10	10	8	7	79
26	PWR	6	6	6	8	6	4	8	6	7	8	65
27	RNP	9	6	8	5	4	5	8	8	6	6	65
28	RMA	6	6	10	8	6	6	6	10	10	5	73
29	SAI	8	10	9	8	9	4	5	6	6	6	71
30	SRI	6	4	5	6	6	5	8	8	8	4	60
31	VPY	10	8	10	6	10	5	10	4	4	6	73
32	VAI	6	6	6	6	6	6	8	6	6	6	62
33	YAD	8	8	8	8	6	4	6	8	8	4	68
34	ZZA	4	4	8	6	8	6	8	10	8	8	70
35	ZAH	9	4	6	8	6	4	6	6	6	4	59
<b>JUMLAH</b>												<b>2438</b>

**REKAPITULASI NILAI KUISIONER ANGKET MINAT SISWA)  
KELAS EKSPERIMEN 1 (KELAS XI.IPA.1)**

No	Nama Siswa	Nomor Butir Pernyataan																				Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Skor
1	ASN	5	5	3	5	1	5	5	5	5	2	5	4	3	2	5	5	2	3	5	3	5	83
2	ASA	5	4	2	4	2	5	5	5	4	3	5	5	5	3	4	4	1	5	4	5	5	85
3	ACI	5	4	3	3	2	5	4	5	3	1	5	4	5	2	5	5	2	5	5	5	5	83
4	AKA	5	5	2	5	2	5	5	5	5	2	3	4	4	2	4	4	3	5	5	5	5	85
5	AWN	5	5	3	5	2	4	5	3	4	2	5	5	4	2	4	4	1	3	5	4	4	79
6	CLA	5	5	2	5	2	5	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	2	5	5	5	5	90
7	CSB	5	5	2	5	2	5	4	5	5	2	5	5	4	2	5	4	3	5	5	4	4	86
8	DAI	5	4	2	5	3	4	5	5	3	3	4	5	5	3	5	5	3	5	5	5	5	89
9	HGN	3	4	3	3	3	4	4	5	5	1	3	4	3	1	5	5	1	4	5	5	5	76
10	JAI	5	5	2	5	3	5	5	5	3	2	4	4	5	2	4	5	2	5	5	5	5	86
11	LCB	5	5	2	5	3	5	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	2	4	5	4	5	89
12	MRY	3	4	2	4	3	4	3	4	5	2	3	5	5	1	3	5	2	5	5	5	5	78
13	MFL	5	4	3	5	3	4	5	5	5	1	4	5	5	3	5	5	1	5	5	5	5	88
14	MSP	5	5	2	5	3	5	5	5	5	1	4	5	5	3	4	4	2	5	4	4	5	86
15	MSA	4	5	2	4	2	5	5	5	5	1	5	5	4	2	5	5	2	5	5	5	5	86
16	MAR	4	5	2	4	2	5	5	5	5	3	5	5	5	2	5	5	2	4	4	4	4	85
17	MSA	3	4	3	3	2	3	3	4	4	2	5	5	5	2	3	5	2	5	5	5	5	78
18	NBA	5	5	2	5	1	5	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	1	4	5	4	5	86
19	NAR	5	4	2	5	2	4	5	5	5	2	5	4	5	2	5	5	2	4	5	5	5	86
20	PFY	4	4	2	4	2	4	4	4	5	2	4	5	5	2	5	5	2	5	5	5	5	83
21	RZA	3	4	3	5	2	4	5	5	5	2	5	5	5	1	3	5	2	5	5	5	5	84
22	RAR	5	5	3	5	2	5	5	5	5	1	5	5	4	1	5	5	2	4	4	4	3	83
23	RHP	4	5	2	4	2	5	5	5	5	3	5	5	5	1	5	5	2	5	5	5	5	88
24	RAH	5	5	2	5	2	5	5	5	5	2	5	5	5	1	5	4	2	5	4	5	5	87
25	RUI	5	5	2	5	2	5	5	5	4	2	4	5	4	2	5	5	2	5	5	5	5	87
26	RAA	4	4	2	4	2	5	5	5	4	2	5	5	5	1	5	5	2	5	5	5	5	85
27	RDE	5	4	2	5	1	5	4	5	5	1	4	4	4	1	4	3	2	5	4	5	5	78
28	SRP	5	5	3	5	2	5	5	5	5	3	4	5	5	1	4	5	2	4	5	2	4	84
29	SZU	4	5	2	4	3	4	5	5	5	2	5	5	5	1	5	5	2	5	5	5	5	87
30	SAI	4	5	2	5	2	5	5	5	3	2	5	5	5	2	5	5	3	5	5	5	5	88
31	THH	4	5	2	4	3	5	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	2	5	5	4	4	87
32	UKN	4	4	2	5	1	5	5	5	5	2	4	5	4	2	4	5	1	5	5	5	5	83
33	VTI	4	4	2	4	2	5	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	2	5	5	5	5	87
34	WAY	5	5	2	5	2	5	5	5	5	2	5	5	5	2	5	5	2	5	4	5	4	88
35	SPI	3	3	3	4	2	3	4	5	4	2	5	5	4	2	5	4	1	4	5	5	5	78

**REKAPITULASI NILAI KUISIONER ANGKET MINAT SISWA)  
KELAS EKSPERIMEN 2 (KELAS XI.IPA.2)**

No	Nama Siswa	Nomor Butir Pernyataan																				Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Skor
1	AKA	3	5	2	5	2	4	4	5	5	2	5	5	3	3	5	5	3	5	5	5	5	86
2	AFA	3	5	3	4	1	5	4	5	4	2	4	5	4	2	4	5	1	5	5	5	4	80
3	ABA	3	4	2	5	2	3	4	5	5	1	5	4	4	2	5	4	2	5	4	5	4	78
4	ASA	3	5	2	5	3	3	5	3	5	2	3	3	4	2	4	5	3	5	5	5	5	80
5	AWR	5	3	2	5	2	4	4	5	4	2	5	3	4	2	5	5	3	4	5	4	4	80
6	APH	5	5	2	3	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	3	3	2	3	4	4	5	72
7	ASP	5	5	2	5	1	5	4	3	5	2	5	5	5	2	5	5	3	5	5	4	3	84
8	DJH	5	5	3	5	2	4	4	5	4	3	4	4	3	3	5	5	3	5	3	4	5	84
9	DPA	4	4	1	5	2	4	4	5	4	1	5	5	5	3	5	5	3	5	5	5	4	84
10	DAI	3	5	2	3	2	4	5	4	4	2	4	5	3	3	5	5	2	5	4	5	5	80
11	DGP	4	4	2	5	3	4	5	4	3	2	3	2	3	3	3	5	2	3	5	4	3	72
12	ESI	4	4	1	3	3	2	3	4	4	2	4	3	3	2	3	3	2	4	4	4	4	66
13	FGR	5	3	3	5	3	5	5	3	4	1	4	4	4	3	5	5	1	5	4	3	5	80
14	FYH	5	3	3	4	3	4	4	4	4	1	5	4	4	2	5	5	2	4	4	5	5	80
15	FSI	4	5	2	5	2	4	4	5	5	2	2	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	74
16	GPT	3	3	2	3	2	3	4	4	4	1	3	3	3	1	4	3	2	3	3	3	3	60
17	KSA	5	5	2	4	2	4	5	5	3	2	2	3	4	2	5	5	2	5	5	5	5	80
18	LAA	5	5	2	5	1	3	5	5	3	2	5	5	5	2	5	3	2	5	3	4	5	80
19	MAP	4	4	1	3	2	5	3	3	3	2	4	4	5	2	4	3	2	4	4	3	3	68
20	MFA	4	4	2	5	2	4	5	4	4	2	4	4	4	2	5	5	1	3	4	4	4	76
21	MRA	5	4	3	4	2	4	5	2	3	2	3	3	3	2	4	4	3	3	4	4	3	70
22	NMI	3	4	3	3	2	4	4	4	4	1	4	2	5	2	3	4	1	4	4	3	4	68
23	NCR	5	5	2	4	2	5	4	4	4	3	4	2	5	2	5	5	2	3	5	5	4	80
24	NAF	4	3	2	5	2	4	4	5	5	3	3	3	4	2	5	5	2	4	4	4	5	78
25	NHI	4	5	2	5	2	4	4	3	5	2	5	3	5	2	4	4	2	5	4	4	4	78
26	NFR	5	4	3	3	2	5	4	3	5	2	4	3	4	2	3	5	2	4	5	5	5	78
27	OMI	4	2	2	4	2	4	4	4	4	2	4	3	3	3	3	5	2	4	5	5	5	74
28	PDN	4	3	2	4	2	2	5	5	5	2	3	3	3	1	4	5	2	4	3	5	3	70
29	RAP	5	5	2	4	2	4	4	4	4	1	5	5	5	1	5	5	2	4	4	4	5	80
30	RDI	5	4	3	5	2	5	4	4	5	2	3	4	3	2	4	5	3	5	4	3	5	80
31	RAN	5	5	2	5	2	4	5	5	5	2	5	5	5	2	4	5	2	5	5	5	5	88
32	RCN	5	5	2	3	2	4	5	3	5	2	5	5	5	2	5	5	2	5	4	5	5	84
33	RRN	4	4	2	3	2	5	4	4	4	3	3	5	3	2	5	4	2	5	4	5	5	78
34	SAF	4	5	2	4	2	4	3	5	4	2	3	3	4	2	5	4	2	5	5	5	5	78
35	SPI	4	4	3	5	2	4	5	4	5	2	3	5	3	2	3	3	1	3	3	3	3	70

**REKAPITULASI NILAI KUISIONER ANGKET MINAT SISWA)  
KELAS EKSPERIMEN 3 (KELAS XI.IPA.3)**

No	Nama Siswa	Nomor Butir Pernyataan																				Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Skor
1	AFI	3	4	2	3	2	4	4	4	4	1	4	4	4	2	4	4	2	3	3	3	3	67
2	ALI	3	4	1	3	1	4	4	4	4	2	3	3	3	3	4	3	2	5	5	5	4	70
3	ADI	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	4	2	5	4	5	4	65
4	AAS	3	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	65
5	ALE	4	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	5	5	2	4	5	4	4	69
6	AQM	5	5	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	4	4	5	66
7	ASL	3	3	3	5	1	3	3	3	3	2	3	3	3	3	5	5	2	5	5	4	3	70
8	CPK	5	5	3	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	3	68
9	DAN	4	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	4	4	5	5	67
10	DOA	3	5	1	3	2	4	5	4	4	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	64
11	FFI	4	4	2	5	3	4	4	4	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	66
12	FMH	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	1	4	4	4	4	60
13	FLI	5	3	2	5	3	5	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	66
14	HRL	5	3	1	4	3	4	4	4	4	3	5	4	4	2	3	3	2	3	3	3	3	70
15	JNA	3	4	2	3	2	4	4	5	5	2	2	3	3	2	4	3	2	4	4	4	4	69
16	JAP	3	3	2	3	2	4	4	4	4	2	5	4	5	3	4	3	2	3	3	3	3	69
17	LFA	5	5	1	4	2	4	5	5	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	67
18	LSB	5	5	2	5	1	3	3	3	3	2	3	3	3	2	5	3	1	3	3	4	4	66
19	MSN	4	4	2	3	2	5	3	3	3	2	4	4	3	1	4	3	3	4	4	3	3	67
20	MRA	4	4	2	3	2	4	3	3	3	3	3	3	3	2	5	5	2	3	4	4	4	69
21	MFR	5	4	1	4	2	4	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	62
22	MDL	3	4	3	3	2	3	3	3	3	3	4	2	5	2	3	4	2	4	4	3	4	67
23	MKA	5	5	1	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	4	5	4	67
24	ONP	4	3	2	5	2	4	4	5	5	2	3	3	4	3	4	3	2	3	3	3	3	70
25	PPP	4	5	2	5	2	4	4	3	5	2	4	3	4	2	4	4	2	3	3	3	3	71
26	PWR	3	4	2	3	2	3	3	3	3	2	4	3	4	2	3	5	2	4	5	5	5	70
27	RNP	4	2	2	4	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	4	2	4	5	5	5	66
28	RMA	4	3	2	4	2	2	5	5	5	2	3	3	3	3	4	5	2	4	3	5	3	72
29	SAI	4	5	2	4	2	4	4	4	4	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	67
30	SRI	5	4	3	5	2	4	4	4	3	1	3	4	3	2	3	3	3	3	4	3	5	71
31	VPY	5	5	2	5	2	3	3	3	3	1	3	3	3	2	4	3	2	5	4	5	5	71
32	VAI	5	5	2	3	2	4	5	3	5	2	5	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	69
33	YAD	4	4	2	3	2	5	4	4	4	3	3	4	3	2	3	4	2	3	4	3	3	69
34	ZZA	4	5	2	4	2	4	3	5	4	3	3	3	4	2	3	4	2	3	3	3	3	69
35	ZAH	4	4	3	5	2	4	5	4	5	2	3	5	3	2	3	3	1	3	3	3	3	70

## DOKUMENTASI PENELITIAN



Pre-Test





# Post-Test



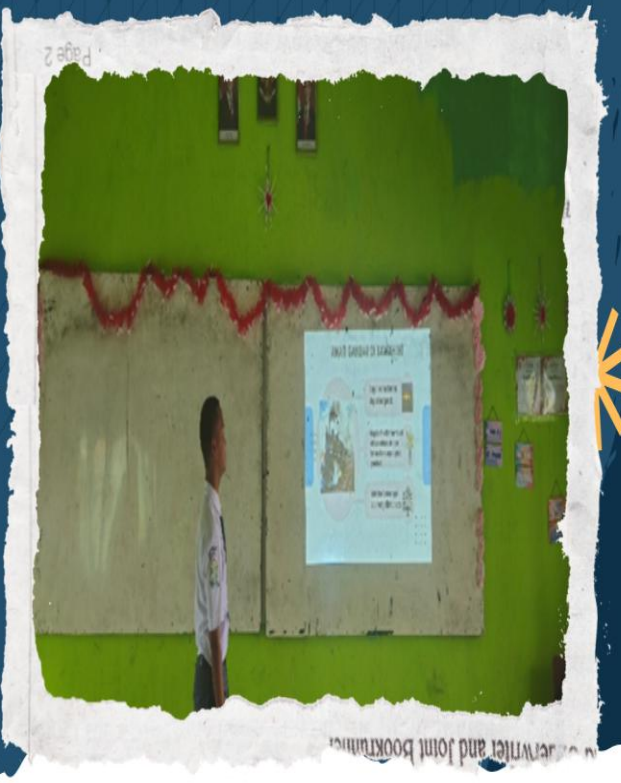


# Pengisian Angket



# PEMBELAJARAN

# KONVENSIONAL



# PEMBELAJARAN



# KONVENSIONAL



# PEMBELAJARAN

# PJBL



**PEMBELAJARAN**

**PJBL**



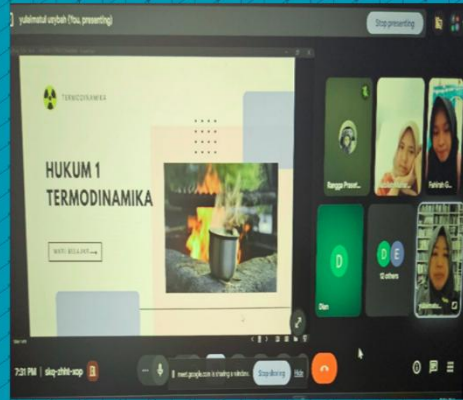
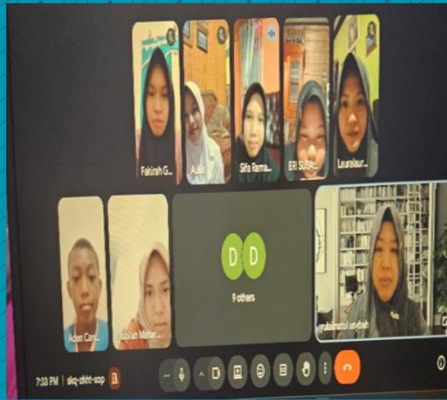
**PEMBELAJARAN**

**PJBL**



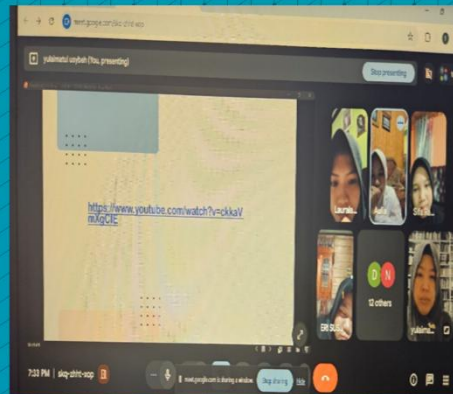
# PEMBELAJARAN

# FLIPPED LEARNING



# PEMBELAJARAN

# FLIPPED LEARNING



# PEMBELAJARAN

# FLIPPED LEARNING



# PEMBELAJARAN

# FLIPPED LEARNING



