

**PENGARUH MODEL *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN
MULTIMEDIA INTERAKTIF TERHADAP KETERAMPILAN
PROSES SAINS PESERTA DIDIK**



SKRIPSI

Oleh:

Ihzan Wahyudi

105391101020

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2024

**PENGARUH MODEL *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN
MULTIMEDIA INTERAKTIF TERHADAP KETERAMPILAN
PROSES SAINS PESERTA DIDIK**



SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat guna Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Muhammadiyah Makassar*

Ihzan Wahyudi

NIM 105391101020

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA**

2024




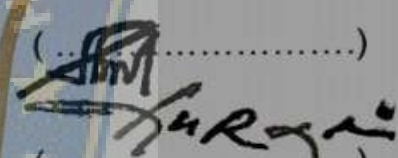

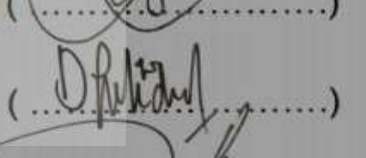



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi atas nama **IHZAN WAHYUDI**, NIM **105391101020** diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Skripsi berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 210 Tahun 1446 H / 2024 M, pada 09 Muharram 1446 H / 15 Juli 2024 M, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar **Sarjana Pendidikan** pada Program Studi **Pendidikan Fisika**, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis, tanggal 18 Juli 2024.

Makassar 30 Muharram 1446 H
05 Agustus 2024 M

PANITIA UJIAN

- | | | |
|---|---|---|
| 1. Pengawas Umum : | Prof. Dr. H. Ambo Asse, M. Ag. | () |
| 2. Ketua : | Erwin Akib, M. Pd., Ph. D. | () |
| 3. Sekretaris : | Dr. Baharullah, M. Pd. | () |
| 4. Penguji : | 1. Dr. Ma'ruf, S. Pd., M. Pd. | () |
| | 2. Yusri Handayani, S. Pd., M. Pd. | () |
| | 3. Dewi Hikmah Marisda, S.Pd., M. Pd. | () |
| 4. Ana Dhiqfaini Sultan, S. Si., M. Pd. | () | |

Disahkan Oleh,
 Dekan FKIP Unismuh Makassar



Erwin Akib, M.Pd., Ph.D
 NIDN. 0901107602



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : **Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Multimedia Interaktif Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik**

Mahasiswa yang bersangkutan:

Nama : **IHZAN WAHYUDI**

NIM : 105391101020

Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Setelah diperiksa dan diteliti, maka skripsi ini telah memenuhi persyaratan dan layak untuk diujikan.

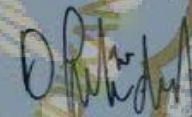
Makassar 30 Muharram 1446 H
05 Agustus 2024 M

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Ma'ruif, S.Pd., M.Pd.
NIDN.0929128102


Dewi Hikmah Marisda, S.Pd., M.Pd.
NIDN.0914018701

Diketahui:


Dekan FKIP
Universitas Muhammadiyah Makassar
Erwin Akib, M.Pd., Ph.D.
NIDN.0901107602


Ketua Prodi
Pendidikan Fisika

Dr. Ma'ruif, S.Pd., M.Pd.
NIDN.0929128102

SURAT PERNYATAAN SKRIPSI



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ihzan Wahyudi

NIM : 105391101020

Program Studi : Pendidikan Fisika

Judul Skripsi : Pengaruh Model *Discovery Learning* Berbantuan Multimedia
Interaktif terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya ajukan di depan tim penguji adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil ciptaan orang lain atau dibuatkan oleh siapapun.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dan saya bersedia menerima sanksi apabila pernyataan ini tidak benar.

Makassar, 10 Juli 2024

Yang membuat pernyataan

Ihzan Wahyudi

LEMBAR KETERANGAN BEBAS PLAGIASI



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat kantor: Jl Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp (0411)866972,881593, Fax (0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Ihzan Wahyudi
Nim : 105391101020
Program Studi : Pendidikan Fisika

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	8 %	10 %
2	Bab 2	24 %	25 %
3	Bab 3	6 %	10 %
4	Bab 4	6 %	10 %
5	Bab 5	5 %	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 12 Juli 2024
Mengetahui,

Kepala UPT Perpustakaan dan Penerbitan,



Nirwanings Ham., M.I.P.
NBM. 964 591

Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222
Telepon (0411)866972,881 593,fax (0411)865 588
Website: www.library.unismuh.ac.id
E-mail : perpustakaan@unismuh.ac.id

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

إِنَّ مَعَ رَبِّي سَيِّدِينَ

*“Sesungguhnya Tuhanku bersamaku, Dia akan
memberi petunjuk padaku”*

(QS. As-Syu'ara : 62)



“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirahrah : 6)

Persembahan:

Skripsi ini adalah salah satu persembahan kecil saya untuk kedua orang tua saya, tanpa do'a, dorongan dan dukungan yang telah diberikan oleh mereka, saya mungkin akan kesulitan dalam menyelesaikan tugas akhir ini

ABSTRAK

Ihzan Wahyudi. 2024. *Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Multimedia Interaktif Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik*. Skripsi. Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Makassar. Pembimbing I Ma'ruf dan Pembimbing II Dewi Hikmah Marisda.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mendeskripsikan seberapa besar keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif; (2) mendeskripsikan seberapa besar keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan tanpa menggunakan model pembelajaran PBL; (3) mendeskripsikan seberapa besar pengaruh yang signifikan dalam perbedaan antara keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif dengan diajarkan model pembelajaran PBL.

Jenis penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan desain *nonequivalent control group design*. Teknik pengambilan sampel adalah teknik *purposive sampling* dengan sampel kelas XI.3 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI.6 sebagai kelas kontrol. Instrumen yang digunakan adalah instrumen tes berupa soal uraian. Berdasarkan data hasil analisis keterampilan proses sains peserta didik pada kelas XI.3 SMAN 10 Bulukumba sebelum diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif memperoleh nilai rata-rata sebesar 41.16 dan setelah diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif memperoleh nilai rata-rata sebesar 74.71 dan termasuk dalam kategori sedang. Keterampilan proses sains peserta didik pada kelas XI.6 SMAN 10 Bulukumba yang diajarkan menggunakan model pembelajaran PBL memperoleh nilai rata-rata sebesar 35.23 pada *pretest* dan memperoleh nilai rata-rata sebesar 63.14 pada *posttest* dan termasuk dalam kategori sedang. Terdapat pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif dengan diajarkan menggunakan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol, yang dibuktikan dengan nilai Sig. (2-tailed) atau $0,005 < \text{signifikansi} < 0,05$. Implikasi terhadap perkembangan ilmu pendidikan fisika dapat menjadi referensi untuk memadukan model pembelajaran dengan media digital.

Kata Kunci : *Discovery Learning*, Keterampilan Proses Sains, Multimedia Interaktif

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Allah Maha Penyayang dan Pengasih, demikian kata untuk mewakili atas segala karunia dan nikmat-Nya. Jiwa ini takkan henti bertahmid atas anugerah pada detik waktu, denyut jantung, gerak langkah, serta rasa dan rasio pada-Mu, Sang Khalik. Skripsi ini adalah setitik dari sederetan berkah-Mu.

Sholawat serta salam senantiasa selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. beserta keluarga dan para sahabatnya hingga pada umatnya sampai akhir zaman. Nabi yang telah diutus ke muka bumi ini sebagai rahmat bagi seluruh alam dan suri tauladan bagi umat manusia di dunia ini.

Skripsi dengan judul **“Pengaruh Model *Discovery Learning* Berbantuan Multimedia Interaktif Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik”** diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Makassar.

Setiap orang dalam berkarya selalu mencari kesempurnaan, tetapi terkadang kesempurnaan itu terasa jauh dari kehidupan seseorang. Kesempurnaan bagaikan fatamorgana yang semakin dikejar semakin menghilang dari pandangan, bagai pelangi yang terlihat indah dari kejauhan, tetapi menghilang jika didekati. Segala daya dan upaya telah penulis kerahkan untuk membuat tulisan ini selesai dengan baik dan bermanfaat dalam dunia pendidikan.

Motivasi dari berbagai pihak sangat membantu dalam perampungan tulisan ini. Segala rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua

Alimuddin dan **Nurcahaya** yang telah berjuang, berdoa, mengasuh, membesarkan, mendidik, dan membiayai penulis dalam proses pencarian ilmu. Demikian pula, penulis mengucapkan kepada para keluarga yang tak hentinya memberikan motivasi dan selalu menemaniku dengan canda, kepada **Dr. Ma'ruf, S.Pd., M.Pd**, dan **Dewi Hikmah Marisda, S.Pd., M.Pd**, selaku pembimbing I dan pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan serta motivasi sejak awal penyusunan skripsi ini.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag.** selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak **Erwin Akib, S. Pd., M. Pd., Ph. D**, selaku Dekan FKIP Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak **Dr. Ma'ruf S.Pd., M.Pd.** selaku Ketua Prodi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak dan Ibu dosen Prodi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah mengajar dan mendidik mulai dari semester awal hingga penulis menyelesaikan studi di Perguruan Tinggi ini.
5. Terkhususnya untuk ibu **Dr. Salwa Rufaida, S. Pd., M. Pd.** selaku Dosen Pembimbing Akademik (PA) saya selama kuliah. Beliau memiliki banyak peran selama saya melakukan Pendidikan, baik sebagai dosen, ataupun sebagai Ibu atau Kakak yang menjadi diary saya ketika saya membutuhkan arahan dan solusi serta pengalamannya yang sangat luar biasa.

6. Bapak **Drs. Ilham Syah, M.Pd.** selaku kepala UPT SMA Negeri 10 Bulukumba dan Ibu **Marlina, S.Pd.** selaku guru fisika UPT SMA Negeri 10 Bulukumba sekaligus pamong yang memberikan izin dan arahan bagi penulis sehingga penulis menyelesaikan skripsi ini
7. Kepada kakak Riska dan kakak Awi yang senantiasa membantu dan menjadi kakak sekaligus orang tua saya yang memberikan motivasi.
8. Kepada Amalia Ahmad, Siti Nurcahya Kasmiryanti AR, Nur Rezki Amalia dan Nurfadillah yang senantiasa selalu memberikan dukungan untuk mencari inspirasi dalam perjalanan penyelesaian skripsi ini.
9. Siswa-siswi kelas XI UPT SMA Negeri 10 Bulukumba atas kesediaannya menjadi subjek penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Teman-teman EKSITASI20 dan Himaprodi Pendidikan Fisika yang telah menjadi teman sekaligus saudara yang selalu membantu penulis dalam suka maupun duka, semoga semua kenangan yang ada menjadi cerita yang indah dalam kehidupan kita dan semua selalu dalam lindungan Allah SWT.
11. Seluruh pihak yang tidak sempat penulis sebut satu persatu, hal ini tidak mengurangi rasa terima kasih saya atas semuanya.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati, penulis senantiasa mengharapkan kritikan dan saran dari berbagai pihak, selama saran dan kritikan tersebut sifatnya membangun. Mudah-mudahan dapat memberi manfaat bagi para pembaca, terutama bagi diri pribadi penulis. Amin.

Makassar, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
SURAT PERNYATAAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR KETERANGAN PLAGIASI	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II KAJIAN TEORI, KERANGKA PIKIR DAN HIPOTESIS.....	9
A. Kajian Teori	9
1. Model Pembelajaran.....	9
2. Model Pembelajaran Abad 21	10
3. Model Pembelajaran Discovery Learning.....	18
4. Multimedia Interaktif	25
5. Keterampilan Proses Sains	30
B. Kerangka Pikir	36
C. Hasil Penelitian Relevan	37
D. Hipotesis Penelitian.....	40
BAB III METODE PENELITIAN.....	41

A. Jenis Penelitian.....	41
B. Lokasi Penelitian.....	41
C. Populasi dan Sampel Penelitian	41
D. Desain Penelitian.....	43
E. Variabel Penelitian	44
F. Definisi Variabel Penelitian	44
G. Prosedur Penelitian.....	45
H. Instrumen Penelitian.....	47
I. Teknik Pengumpulan Data.....	53
J. Teknik Analisi Data	54
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	61
A. Hasil Penelitian.....	61
B. Pembahasan.....	69
BAB V PENUTUP.....	79
A. Kesimpulan	79
B. Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	86
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	294

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Keterampilan Proses Sains dan Indikatornya	33
Tabel 3.1 Populasi Penelitiann	42
Tabel 3.2 Desain Penelitian <i>Posttest Only Control Design</i>	43
Tabel 3.3 Kisi-kisi Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains	48
Tabel 3.4 Penilaian Uji <i>Gregory</i>	49
Tabel 3.5 Interpretasi Validasi Butir Soal	51
Tabel 3.6 Interpretasi Reliabilitas Butir Soal	51
Tabel 3.7 Kategori Indeks Kesukaran	52
Tabel 3.8 Klasifikasi Daya Pembeda	53
Tabel 4.1 Indeks Kesukaran Instrumen	61
Tabel 4.2 Daya Pembeda soal Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains	62
Tabel 4.3 Hasil Analisis Deskriptif Eksperimen Keterampilan Proses Sains	63
Tabel 4.4 Hasil Analisis Deskriptif Eksperimen dan Kontrol (Posttest) Keterampilan Proses Sains	65
Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Pretest dan Posttest pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	67

Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas Poesttest pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol68

Tabel 4.7 Hasil Uji Independent Sample T-Test Posttest pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol69



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Bagan Kerangka Pikir	36
Gambar 4.1 Diagram Persentase Data Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pretest Kelas XI.3 dan XI.6.....	64
Gambar 4.2 Diagram Persentase Data Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Posttes Kelas XI.3 dan XI.6	66



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
LAMPIRAN 1	86
LAMPIRAN 2	173
LAMPIRAN 3	194
LAMPIRAN 4	234
LAMPIRAN 5	263
LAMPIRAN 6	271
LAMPIRAN 7	273



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran yang berkualitas sangat bergantung dari motivasi kreativitas pendidik, pembelajaran yang memiliki motivasi tinggi ditunjang dengan pendidik yang mampu memfasilitasi dan membawa pada keberhasilan pencapaian target belajar.

Proses pembelajaran yang tercantum dalam peraturan pemerintahan RI Nomor 32 Tahun 2013 bahwa proses pembelajaran pada suatu pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup untuk kreativitas, prakarsa dan kemandirian sesuai dengan bakat minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Pada Abad ke-21 Pendidikan menuntut berbagai keterampilan yang harus dikuasai seseorang, sehingga diharapkan pendidikan dapat mempersiapkan peserta didik untuk menguasai berbagai keterampilan tersebut agar menjadi pribadi yang sukses dalam hidup. Keterampilan-keterampilan penting di Abad ke-21 masih relevan dengan empat pilar kehidupan yang mencakup *learning to know, learning to do, learning to be, dan learning to live together* (Jayadi et al., 2020).

Dalam konteks pembelajaran abad ke-21 yang ditandai oleh kemajuan teknologi, integrasi berbagai keterampilan menjadi esensial bagi peserta didik. Guru harus mampu beradaptasi dengan perkembangan dunia pendidikan yang

bertumpu pada empat pilar kehidupan dan keterampilan 4C, yaitu Kreativitas, Kolaborasi, Komunikasi, dan Kritis (Makkawaru, 2022).

Pendidikan pada era ini tidak hanya bergantung pada transfer informasi semata, melainkan juga pada proses interaksi yang berlangsung di dalam kelas. Proses belajar mengajar melibatkan kerjasama antara guru dan peserta didik, yang menciptakan lingkungan belajar yang dinamis. Manfaatnya pun tidak dapat diabaikan, karena pembelajaran langsung di dalam kelas membantu peserta didik mengembangkan keterampilan proses pembelajaran dengan lebih efektif.

Salah satu keterampilan proses yang penting dalam konteks ini adalah keterampilan proses sains. Keterampilan ini tidak hanya memberikan landasan kuat untuk pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga membantu peserta didik dalam berpikir kritis, mengamati, menguji hipotesis, dan mencari solusi atas masalah. Oleh karena itu, dalam pembelajaran abad ke-21, keterampilan proses sains menjadi inti yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk menjawab tantangan zaman yang semakin kompleks.

Keterampilan Proses Sains (KPS) adalah keterampilan intelektual yang dimiliki dan yang digunakan para peneliti fenomena yang dapat dipelajari oleh peserta didik untuk pengorganisasian informasi, berpikir kritis, mempraktikkan proses-proses sains, serta mempresentasikan dan menggunakan data (Suprihatiningrum et al., 2018). KPS sangat penting bagi peserta didik untuk pembelajaran fisika dalam menyelidiki suatu fenomena alam untuk menemukan konsep atau fakta dengan menggunakan metode ilmiah, sebagai dasar bagi

peserta didik untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi (Marisyah, Zainuddin, 2016).

SMAN 10 Bulukumba menjadi lokasi penelitian yang memiliki potensial dalam mengembangkan efektivitas sistem belajar mengajar dengan mengintegrasikan Keterampilan Proses Sains (KPS). Sebelumnya, metode pengajaran yang diterapkan oleh para guru lebih bersifat ceramah, yang sayangnya berdampak kurang menarik pada minat belajar peserta didik. Selain itu, fokus sumber belajar yang terpusat pada guru juga menghambat kemampuan berpikir peserta didik. Meskipun guru telah menggunakan praktikum sebagai salah satu metode pengajaran alternatif, wawancara dan observasi langsung dengan seorang guru Fisika kelas XI mengungkapkan bahwa kemampuan proses sains peserta didik masih rendah, terutama selama pelaksanaan praktikum. Menariknya, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peserta didik belum sepenuhnya siap secara mental untuk mengungkapkan pemahaman mereka, baik dalam konteks hasil praktikum secara individu maupun dalam kelompok. Secara garis besar faktor yang mempengaruhi rendahnya keterampilan proses sains peserta didik terjadi karena kurangnya optimalisasi pembelajaran yang melibatkan peserta didik, seperti observasi yang teramati di kelas XI MIA 9 (ICT) (Rahmasiwi, 2014) Oleh karena itu, perluasan strategi pembelajaran dengan memfokuskan pada KPS diharapkan dapat meningkatkan minat belajar peserta didik dan secara seimbang mengembangkan keterampilan sains mereka. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru, menyatakan bahwa tingkat keterampilan proses sains peserta didik

laki-laki dan perempuan sangat berbeda, hal ini dikarenakan perempuan cenderung lebih serius dan tekun dalam belajar.

Alternatif pembelajaran dalam meningkat keterampilan proses sains peserta didik sangat dipengaruhi dengan bagaimana cara guru memilih model pembelajaran dalam proses penyampaian materi di kelas. Dengan pemilihan model yang tepat diharapkan akan membantu guru dalam memenuhi tuntutan peningkatan hasil belajar peserta didik. Di Indonesia sendiri memiliki berbagai macam model pembelajaran. Tentunya setiap model pembelajaran memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam penerapannya. Salah satu model pembelajaran yang ada yaitu *discovery learning* (Yuliana, 2018).

Discovery Learning adalah strategi pembelajaran yang cenderung meminta peserta didik untuk melakukan observasi, eksperimen, atau Tindakan ilmiah hingga mendapatkan kesimpulan dari hasil Tindakan ilmiah tersebut (Kristin, 2016). Berdasarkan observasi awal yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa peserta didik masih pasif dalam belajar dan peserta didik masih sangat bergantung pada guru sehingga dalam membangun keterampilan berpikir kritis, dan mengasah keterampilan sains masih sangat kurang.

Oleh karena itu, pembelajaran Discovery Learning sangat tepat diterapkan pada pembelajaran IPA yang sejalan dengan prosesnya, yaitu melakukan observasi, eksperimen, dan melibatkan peserta didik. Keunggulan dari model Discovery Learning menjadi semakin jelas dalam konteks pembelajaran IPA. Model ini mendorong peserta didik untuk aktif terlibat dalam proses pembelajaran, memungkinkan mereka mengamati fenomena alam, merancang eksperimen, dan menyusun data. Selain itu, peserta didik juga diberi kesempatan

untuk mencari dan menemukan pengetahuan sendiri, yang pada gilirannya membantu mereka mengkonstruksi pemahaman yang lebih mendalam. Proses ini tidak hanya memperkuat keterampilan berpikir kritis peserta didik, tetapi juga meningkatkan kreativitas, motivasi belajar, dan kemampuan problem-solving mereka. Dengan demikian, Discovery Learning tidak hanya sesuai dengan konten IPA, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang berharga bagi peserta didik dalam mengembangkan pemahaman konsep ilmiah mereka.

Pemilihan model pembelajaran disertai dengan media yang digunakan dapat menunjang penyampaian materi dengan baik. Media pembelajaran yang saat ini banyak digunakan adalah pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran untuk membantu kegiatan belajar mengajar. Pemanfaatan teknologi ini tidak hanya membantu guru dalam penyampaian materi, akan tetapi juga membantu peserta didik dalam memahami materi (Qadri, 2020).

Perkembangan teknologi multimedia telah menjanjikan potensi besar dalam merubah cara seseorang untuk belajar, untuk memperoleh informasi, menyesuaikan informasi dan sebagainya. Multimedia juga menyediakan peluang bagi pendidik untuk mengembangkan teknik pembelajaran sehingga menghasilkan hasil yang maksimal. Demikian juga bagi pelajar, dengan multimedia diharapkan mereka akan lebih mudah untuk menentukan dengan apa dan bagaimana peserta didik untuk dapat menyerap informasi secara cepat dan efisien. Sumber informasi tidak lagi terfokus pada teks dari buku semata mata tetapi lebih luas dari itu. Kemampuan teknologi multimedia yang telah terhubung internet akan semakin menambah kemudahan dalam mendapatkan informasi yang diharapkan.

Perkembangan teknologi multimedia meningkat demikian pesat, seiring dengan perkembangan teknologi elektronika penggunaan teknologi multimedia sangat telah merambah di berbagai bidang, misalnya bidang promosi, periklanan, pariwisata, produksi video, dan tak kecuali bidang pendidikan. Di bidang pendidikan, pembelajaran konvensional sering mengalami hambatan menyajikan konsep atau prinsip yang abstrak, demikian pula dalam memvisualkan suatu proses yang kompleks dan simultan. Pembelajaran yang didukung oleh pemanfaatan teknologi multimedia akan mampu memberikan pengalaman yang konkret, motivasi belajar serta daya serap dan retensi belajar peserta didik meningkat.

Teknologi multimedia merupakan satu konsep teknologi informatika dimana informasi dalam bentuk teks, gambar, suara, gerak dan video diintegrasikan dalam komputer untuk disampaikan atau disimulasikan secara digital. Pemanfaatan teknologi multimedia ini dalam prosesnya terjadinya komunikasi aktif dua arah antara multimedia dan pengguna yang bertujuan untuk mempermudah dan mengendalikan perhatian dan interaksi yang optimal antara guru dengan peserta didik.

Inovasi pembelajaran *discovery learning* merupakan kombinasi yang sangat menunjang proses pembelajaran di sekolah. Dengan perkembangan teknologi di bidang pendidikan tidak dapat dipungkiri lagi bahwa pendidikan harus beradaptasi dengan perkembangan teknologi yang ada. Jenis multimedia interaktif merupakan media yang baik dikolaborasikan dengan penerapan model pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Multimedia Interaktif Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Seberapa besar keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif?
2. Seberapa besar keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran PBL?
3. Apakah terdapat pengaruh yang signifikan dalam perbedaan antara keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif dengan diajarkan menggunakan model pembelajaran PBL?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mendeskripsikan seberapa besar keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif.
2. Mendeskripsikan seberapa besar keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan tanpa menggunakan model pembelajaran PBL.

3. Mendeskripsikan seberapa besar pengaruh yang signifikan dalam perbedaan antara keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif dengan diajarkan model pembelajaran PBL.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang terdapat pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Guru

Memudahkan guru untuk mendapatkan informasi mengenai model pembelajaran yang efektif untuk materi ajar. Serta memberikan inovasi kepada guru untuk menggunakan multimedia interaktif dalam mengajar.

2. Peserta didik

Peserta didik dapat berperan aktif dalam proses pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran berbasis internet. Selain itu peserta didik dapat menerapkan proses pembelajaran yang berbasis teknologi karena menggunakan multimedia interaktif berbasis website.

3. Peneliti

Sebagai bahan kajian referensi yang dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya tentang penerapan multimedia interaktif terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik.

BAB II

KAJIAN TEORI, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

A. Kajian Teori

1. Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah kerangka kerja yang memberikan gambaran sistematis untuk melaksanakan pembelajaran agar membantu pembelajar peserta didik dalam tujuan yang ingin dicapai. Artinya, model pembelajaran merupakan gambaran umum namun tetap mengerucut pada tujuan khusus. Hal tersebut membuat model pembelajaran berbeda dengan metode pembelajaran yang sudah menerapkan langkah atau pendekatan pembelajaran yang justru lebih luas yang mencangkupnya. Sedangkan metode pembelajaran adalah suatu perangkat materi dan prosedur pembelajaran yang digunakan secara bersama-sama untuk menimbulkan minat belajar pada peserta didik. Upaya mengimplementasikan rencana pembelajaran yang telah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun dapat tercapai secara optimal, maka diperlukan suatu metode yang digunakan untuk merealisasikan model yang telah ditetapkan.

Pendekatan, strategi, metode, teknik dan bahkan taktik pembelajaran sudah terangkai menjadi satu kesatuan yang utuh maka terbentuk apa yang disebut dengan model pembelajaran. Jadi, model pembelajaran pada dasarnya merupakan bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh guru. Dengan kata lain, model pembelajaran merupakan bungkus atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran. Berkenaan dengan model

pembelajaran, Bruce Joyce dan marsha Weil (Dedi Supriawan dan A. Benyamin Surasega, 1990) mengetengahkan 4 (empat) kelompok model pembelajaran, yaitu: (1) model interaksi sosial; (2) model pengelolah informasi; (3) model personal-humanistik; dan (4) model modifikasi tingkah laku. Kendari demikian, seringkali penggunaan istilah model pembelajaran tersebut diidentifikasi dengan strategi pembelajaran (Nurlina, 2021: 12-13).

2. Model pembelajaran Abad 21

a. Teori belajar konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan filsafat pengetahuan yang menekankan bahwa pengetahuan merupakan hasil suatu proses konstruksi (pelatihan). Pengetahuan merupakan hasil membangun kesadaran akan realitas yang terjadi melalui aktivitas seseorang. Teori belajar konstruktivis dimulai dari karakteristik manusia tentang harapan masa depan, proses konstruksi pengetahuan, dan proses belajar menurut teori konstruktivis.

Menurut Trianto, konstruktivisme adalah teori yang merangsang anak untuk aktif mengembangkan pengetahuan dengan cara menyerap dan beradaptasi terhadap informasi baru. Dapat dijelaskan bahwa konstruktivisme merupakan teori perkembangan kognitif yang menekankan pada peran aktif peserta didik dalam mengkonstruksi pemahamannya terhadap realitas.

Menurut Wina Senjaya, konstruktivisme adalah proses mengkonstruksi atau mensintesis pengetahuan baru dengan menggunakan struktur kognitif pengalaman. Pengetahuan tidak hanya

terbentuk dari objek saja tetapi juga dari kemampuan individu sebagai subjek dalam menangkap setiap objek yang diamatinya. Konstruktivisme datang dari luar tetapi dibangun di dalam diri manusia. Konstruksi bentuk bangunan, filsafat pendidikan, konstruktivisme merupakan upaya membangun struktur kehidupan budaya modern. Pengetahuan bukanlah kumpulan fenomena yang siap diambil dan diingat.

Berdasarkan keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa teori ini memungkinkan orang belajar secara aktif untuk menemukan keterampilan, pengetahuan atau teknologinya sendiri dan berguna bagi perkembangan dirinya, yang bersumber dari pengalaman individu dalam mengkonstruksi dirinya sendiri.

Teori konstruktivis merupakan model pembelajaran yang mengembangkan dan meningkatkan kompetensi dan keterampilan secara mandiri dan peserta didik secara aktif menggali dan mengkonstruksi pengetahuannya melalui diskusi, masing-masing dengan cara berpikir yang berbeda dari teman. Teori belajar konstruktivis Berbeda dengan teori belajar lainnya, teori ini dapat memperkirakan adanya pergeseran dari pendidikan yang lebih menekankan pada aspek kognitif ke aspek potensi manusia seutuhnya, karena teori belajar konstruktivis lebih menekankan pada aktivitas anak dibandingkan pendidik. Oleh karena itu, pentingnya guru di era revolusi 4.0, guru tidak hanya sebatas memberikan ilmu kepada anak di kelas. Namun peran guru kini bisa tergantikan oleh teknologi. Meski dunia digital itu kompleks, tapi

pendidikan dari hati berarti karakter, etika dan keteladanan sangat penting (Putri & Putra, 2019).

Adapun Konsep teori belajar konstruktivisme Ki Hajar Dewantara, meliputi: (1) Kesetaraan antara Peserta Didik dan Guru (2) Pemanfaatan sumber belajar lingkungan dan budaya (3) Pembelajaran berbasis observasi (4) Pembelajaran merdeka (5) Tut Wuri Handayani. Pemikiran Ki Hajar Dewantara atas Relevansinya dengan Kurikulum 2013 dikaji melalui 2 aspek, yaitu: penekanan instruksional serta peran guru dan peserta didik. Penekanan Instruksional oleh Ki Hajar Dewantara terdapat dalam Metode Among yang beliau susun. Ki Hajar secara konsisten menyebutnya dengan among, momong dan ngemong. Konsep tersebut relevan dengan tujuan pendidikan dalam kurikulum 2013. Praksis pendidikan berdasarkan metode Ki Hajar Dewantara menempatkan guru sebagai pengasuh yang matang dalam penghayatan dan pelaksanaan nilai-nilai kultural yang khas Indonesia serta selalu menghargai kodrat peserta didik, yang relevan dengan Kurikulum 2013 dengan tugas guru sebagai fasilitator, dan murid mencari pengetahuannya melalui konsep konstruktivis (Hawwin Muzakki, 2021).

b. Prinsip-prinsip pembelajaran abad 21

Ada 4 prinsip pokok pembelajaran abad ke 21 yang dijelaskan dan dikembangkan seperti berikut ini:

1) Instruction should be student-centered

Pengembangan pembelajaran seyogyanya menggunakan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Peserta didik

ditempatkan sebagai subyek pembelajaran yang secara aktif mengembangkan minat dan potensi yang dimilikinya. Peserta didik tidak lagi dituntut untuk mendengarkan dan menghafal materi pelajaran yang diberikan guru, tetapi berupaya mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilannya, sesuai dengan kapasitas dan tingkat perkembangan berfikirnya, sambil diajak berkontribusi untuk memecahkan masalah-masalah nyata yang terjadi di masyarakat.

2) *Education should be collaborative*

Peserta didik harus dibelajarkan untuk bisa berkolaborasi dengan orang lain. Berkolaborasi dengan orang-orang yang berbeda dalam latar budaya dan nilai-nilai yang dianutnya. Dalam menggali informasi dan membangun makna, peserta didik perlu didorong untuk bisa berkolaborasi dengan temanteman di kelasnya. Dalam mengerjakan suatu proyek, peserta didik perlu dibelajarkan bagaimana menghargai kekuatan dan talenta setiap orang serta bagaimana mengambil peran dan menyesuaikan diri secara tepat dengan mereka. Gambar 2 menunjukkan situasi kolaborasi antara peserta didik-guru dan peserta didik-peserta didik di dalam kelas.

3) *Learning should have context*

Pembelajaran tidak akan banyak berarti jika tidak memberi dampak terhadap kehidupan peserta didik di luar sekolah. Oleh karena itu, materi pelajaran perlu dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Guru mengembangkan metode pembelajaran yang

memungkinkan peserta didik terhubung dengan dunia nyata (real word). Guru membantu peserta didik agar dapat menemukan nilai, makna dan keyakinan atas apa yang sedang dipelajarinya serta dapat mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-harinya. Guru melakukan penilaian kinerja peserta didik yang dikaitkan dengan dunia nyata.

4) *Schools should be integrated with society*

Dalam upaya mempersiapkan peserta didik menjadi warga negara yang bertanggung jawab, sekolah seyogyanya dapat memfasilitasi peserta didik untuk terlibat dalam lingkungan sosialnya. Misalnya, mengadakan kegiatan pengabdian masyarakat, dimana peserta didik dapat belajar mengambil peran dan melakukan aktivitas tertentu dalam lingkungan sosial. Peserta didik dapat dilibatkan dalam berbagai pengembangan program yang ada di masyarakat, seperti: program kesehatan, pendidikan, lingkungan hidup, dan sebagainya. Selain itu, peserta didik perlu diajak pula mengunjungi panti-panti asuhan untuk melatih kepekaan empati dan kepedulian sosialnya (Syahputra, 2018).

c. **Jenis-jenis model pembelajaran Abad 21**

- 1) *Project Based Learning*; pembelajaran berbasis masalah yaitu strategi dimana peserta didik belajar melalui permasalahan-permasalahan praktis yang berhubungan dengan kehidupan nyata. Kemudian peserta didik diarahkan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang dibahas melalui pembelajaran yang sistematis. Peserta didik dituntut untuk mencari data dan informasi

yang dibutuhkan dari berbagai sumber. Sehingga pada akhirnya peserta didik dapat menentukan solusi permasalahan yang sedang dibahas secara kritis dan sistematis serta mampu mengambil kesimpulan berdasarkan pemahaman mereka.(Saharsa, 2018)

- 2) *Blended Learning*; istilah yang berasal dari bahasa Inggris yang terdiri dari dua suku kata, *blended* dan *learning*. *Blended* artinya campuran atau kombinasi yang baik. *Blended learning* merupakan suatu upaya untuk menggabungkan kegiatan belajar konvensional (tatap muka) dengan belajar menggunakan komputer atau perlengkapan elektronik berdasarkan petunjuk dan pendidik di mana materi dapat berbentuk media digital yang digunakan untuk membantu proses belajar-mengajar konvensional. Menurut Rovai & Jordan model *blended learning* pada dasarnya merupakan gabungan keunggulan pembelajaran yang dilakukan secara tatap muka (*face-to-face learning*) dan secara virtual (*e-learning*). (Tsabiyah, 2019).
- 3) *Discovery Learning*; sebuah model pembelajaran memahami konsep, makna, dan hubungan, melalui proses penalaran rasional dan intelektual hingga sampai pada suatu kesimpulan (Fitria, et al., 2018). *Discovery learning* ini lebih menekankan pada ditemukannya konsep atau prinsip yang sebelumnya tidak diketahui (Hasnan, et al., 2020).
- 4) *Picture and Picture*; suatu model belajar yang menggunakan gambar dan dipasangkan atau diurutkan menjadi urutan yang sistematis, seperti menyusun gambar secara berurutan, menunjukkan gambar,

memberikan keterangan gambar dan menjelaskan gambar. Picture and picture adalah salah satu model pembelajaran kooperatif yang dikembangkan untuk mencapai hasil belajar akademik, model pembelajaran kooperatif juga efektif untuk mengembangkan keterampilan sosial peserta didik. Penggunaan pembelajaran ini dapat diimplementasikan dalam menghadapi persoalan pembelajaran pada anak. Selain itu pembelajaran ini dapat digunakan untuk membantu murid memahami konsep dan materi pembelajaran dengan efektif. (Darmawan, 2020).

5) *Example Non Example*; model yang mengajarkan bahwa konsep melalui media gambar. Dengan menggunakan gambar diharapkan dapat membantu mendorong dan melatih peserta didik untuk berpikir kritis. Selain itu, dengan menggunakan gambar peserta didik melatih mencari dan memilih urutan yang logis sesuai dengan materi yang di ajarkan, dengan demikian, penerapan model *Example Non Example* pada pembelajaran materi teks berita peserta didik diharapkan termotivasi dan memahami konsep penulisan teks berita secara kritis dengan langkah-langkah pembelajaran yang sistematis dan logis. (Sulaeman, 2018).

6) *Contextual Teaching and Learning*; Model pembelajaran contextual teaching and learning adalah konsep belajar yang membantu guru dalam mengaitkan antara materi pembelajaran dengan situasi dunia nyata peserta didik, dan mendorong peserta didik membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan

penerapannya dalam kehidupan mereka sehari-hari. Model pembelajaran kontekstual *teaching and learning* merupakan model pembelajaran yang menekankan pada proses keterlibatan peserta didik secara penuh untuk dapat menemukan hubungan antara materi yang dipelajari dengan realitas kehidupannya, sehingga mendorong peserta didik untuk menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Sesuai dengan fungsi pendidikan nasional tersebut terletak juga tanggung jawab guru untuk mampu mewujudkan pelaksanaan proses pembelajaran yang bermutu dan berkualitas. (Abidin, 2022).

7) *Problem Based Learning*; pendekatan pembelajaran melalui upaya-upaya menghadapkan peserta didik dengan permasalahan riil yang memancing proses belajar mereka. *Problem Based Learning* memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk belajar sesuai dengan minat dan perhatiannya, sehingga dalam *Problem Based Learning* peserta didik akan terlibat intensif dan aktif, yang pada akhirnya bisa membuat peserta didik untuk terus belajar dan terus mencari tahu meningkat. Dengan model pembelajaran ini diharapkan akan mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam membangun pengetahuan, sikap dan perilakunya dalam proses pembelajaran, sehingga guru tidak lagi mengambil hak seorang peserta didik untuk belajar. (Fakhrizal, 2020).

3. Model Pembelajaran Discovery Learning

a. Hakikat model *discovery learning*

Discovery learning merupakan salah satu model pembelajaran yang tidak asing lagi didengar. *Discovery learning* merupakan metode memahami konsep, arti, dan hubungan, melalui proses intuitif pada akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan. *Discovery learning* pembelajaran yang cenderung meminta peserta didik untuk melakukan observasi, eksperimen, atau tindakan ilmiah hingga mendapatkan kesimpulan dari hasil tindakan ilmiah tersebut.

Menurut Hosan dalam Putri (2017, 169) model *discovery learning* menekankan pentingnya pemahaman struktur atau ide-ide terhadap suatu ilmu melalui keterlibatan peserta didik secara aktif di dalam pembelajaran ketika mengaplikasikan model pembelajaran *discovery learning*. Peserta didik melakukan pembelajaran secara aktif dan pendidik memberikan pembimbingan kepada peserta didik. Kondisi seperti ini dapat mengubah kegiatan proses belajar mengajar yang materi diberikan terlebih dahulu kepada peserta didik dan peserta didik yang mencari tahu. Model *discovery learning* banyak memberikan kesempatan peserta didik untuk terlibat secara langsung dalam pembelajaran, kegiatan tersebut dapat membangkitkan minat dan motivasi belajar karena disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik.

Discovery learning juga suatu tipe pembelajaran dimana peserta didik membangun pengetahuan mereka sendiri dengan mengadakan suatu percobaan dan menemukan sebuah prinsip dari hasil percobaan tersebut" *Discovery learning* merupakan komponen dari praktek

pendidikan yang meliputi metode mengajar yang memajukan cara belajar aktif, berorientasi pada proses, pengarahan sendiri dan reflektif (Nurrohmi, 2017: 113).

Melalui model ini peserta didik di ajak untuk menemukan sendiri apa yang di pelajari kemudian mengkonstruksi pengetahuan itu dengan memahami maknanya, Dalam model ini guru hanya sebagai fasilitator.

Berdasarkan deskripsi diatas dapat disimpulkan bahwa Discovery learning adalah suatu metode pembelajaran di mana peserta didik aktif terlibat dalam proses pemahaman konsep dan pengetahuan melalui pengamatan, eksperimen, dan refleksi. Model ini menekankan peran peserta didik dalam menggali pengetahuan secara mandiri, dengan guru berperan sebagai fasilitator. Hal ini dapat meningkatkan minat dan motivasi belajar peserta didik karena pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan mereka. Dengan discovery learning, peserta didik memiliki kesempatan untuk membangun pemahaman mereka sendiri melalui pengalaman praktis dan eksplorasi, sehingga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan konstruktif.

b. Ciri-ciri *discovery learning*

Ciri utama dari model Discovery learning adalah:

- 1) Mengeksplorasi dan memecahkan masalah untuk menciptakan, menggabungkan dan menggeneralisasi pengetahuan.
- 2) Berpusat pada peserta didik.
- 3) Kegiatan untuk menggabungkan pengetahuan baru dan pengetahuan yang sudah ada (Fajri, 2019).

c. Langkah-langkah pembelajaran *discovery learning*

Adapun langkah-langkah pembelajaran *discovery learning* terdiri dari enam fase sebagai berikut:

1) Stimulation (stimulasi/pemberian ransangan)

Pertama-tama pada tahap ini pelajar dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk tidak member generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Guru juga dapat memulai dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu peserta didik dalam mengeksplorasi bahan.

2) Problem statement (pernyataan/identifikasi masalah)

Guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran berdasarkan hasil stimulasi, kemudian salah satunya yang dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pernyataan masalah).

3) Data collection (Pengumpulan data)

Ketika eksplorasi berlangsung, guru juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis. Tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau

membuktikan benar tidaknya hipotesis, dengan demikian peserta didik diberikan kesempatan untuk mengumpulkan berbagai informasi yang relevan, membaca literature, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri da sebagainya.

4) Data processing (pengolahan Data)

Pengolahan merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya. Semua informasi hasil bacaan, wawancara, dan sebagainya, semua di olah, diacak, diklarifikasi, ditabulasi, bahkan bila perlu di hitung dengan cara tertentu.

5) Verification (pembuktian)

Tahap ini memberikan kesempatan peserta didik untuk melakukan secara cermat dalam membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang tetapkan dengan temuan alternative, hubungan dengan hasil data processing.

6) Generalization (menarik kesimpulan/generalisasi)

Tahap ini adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi. Berdasarkan hasil verifikasi maka dirumuskan prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi (Yuliana, 2018).

d. Kelebihan model pembelajaran *discovery learning*

Adapun kelebihan-kelebihan pembelajaran *discovery learning* adalah sebagai berikut:

- 1) Membantu peserta didik untuk memperbaiki dan meningkatkan keterampilan-keterampilan dan proses-proses kognitif.
- 2) Pengetahuan yang diperoleh melalui metode ini sangat pribadi dan ampuh karena menguatkan pengertian, ingatan dan transfer.
- 3) Menimbulkan rasa senang pada peserta didik, karena tumbuhnya rasa menyelidiki dan berhasil.
- 4) Metode ini memungkinkan peserta didik berkembang dengan cepat dan sesuai dengan kecepatannya sendiri.
- 5) Menyebabkan peserta didik mengarahkan kegiatan belajarnya sendiri dengan melibatkan akalanya dan motivasi sendiri.
- 6) Metode ini dapat membantu peserta didik memperkuat konsep dirinya, karena memperoleh kepercayaan bekerja sama dengan yang lainnya.
- 7) Berpusat pada peserta didik dan guru berperan sama-sama aktif mengeluarkan gagasan-gagasan. Bahkan gurupun dapat bertindak sebagai peserta didik, dan sebagai peneliti di dalam situasi diskusi.
- 8) Membantu peserta didik menghilangkan skeptisme (keragu-raguan) karena mengarah pada kebenaran yang final dan tertentu atau pasti.
- 9) Peserta didik akan mengerti konsep dasar dan ide-ide yang lebih baik.

10) Membantu dan mengembangkan ingatan dan transfer pada situasi proses belajar yang baru.

e. Kekurangan model pembelajaran *discovery learning*

Adapun kekurangan-kekurangan pembelajaran *discovery learning* adalah sebagai berikut:

- 1) Model ini menimbulkan asumsi bahwa ada kesiapan pikiran untuk belajar bagi peserta didik yang mempunyai hambatan akademik akan mengalami kesulitan abstrak atau berpikir, mengungkapkan hubungan antara konsep-konsep yang tertulis atau lisan, sehingga pada gilirannya akan menimbulkan frustrasi.
- 2) Model ini tidak efisien untuk mengajar jumlah peserta didik yang banyak, karena membutuhkan waktu yang lama untuk membantu mereka menemukan teori atau pemecahan masalah lainnya.
- 3) Harapan-harapan yang terkandung dalam model ini akan kacau jika berhadapan dengan peserta didik dan guru yang telah terbiasa dengan cara-cara belajar yang lama.
- 4) Lebih cocok untuk mengembangkan pemahaman, sedangkan mengembangkan aspek konsep, keterampilan dan emosi secara keseluruhan kurang mendapat perhatian (Mukaramah, 2020).

f. Sintaks pembelajaran *discovery learning berbantuan multimedia interaktif*

1. Stimulus

Langkah pertama dalam pembelajaran *discovery learning* adalah stimulus. Pada tahapan ini instruktur akan memberikan sebuah

gambaran/video mengenai materi yang akan dibawahkan lalu memberikan beberapa pertanyaan untuk memancing rasa penasaran dan ketertarikan peserta didik.

2. Identifikasi masalah

Tahap kedua adalah identifikasi masalah dimana instruktur memberikan kesempatan untuk mengidentifikasi yang akan menjadi bahan pembelajaran. Kemudian peserta didik membuat hipotesis dari masalah yang diidentifikasi.

3. Pengumpulan data

Setelah membuat hipotesis masalah yang ditarik dari tampilan pada gambar atau video tersebut, selanjutnya peserta didik mulai mengumpulkan data dan informasi yang menjawab hipotesis.

4. Olah data

Data dan informasi telah terkumpul, maka peserta didik selanjutnya mulai menganalisis dan mengolah data.

5. Pembuktian

Hasil dan pengolahan data kemudian dilakukan pengecekan dan pemeriksaan secara cermat.

6. Generalisasi

Tahapan terakhir adalah menarik kesimpulan dan dijadikan prinsip umum pada semua kejadian yang sama.

4. Multimedia Interaktif

a. Multimedia Interaktif

Secara etimologis multimedia berasal dari bahasa Latin, yaitu dari kata “multi” yang berarti banyak, bermacam-macam dan “medium” yang berarti sesuatu yang dipakai untuk menyampaikan atau membawa sesuatu. Multimedia adalah pembelajaran yang didesain dengan menggunakan berbagai media secara bersamaan seperti teks, gambar (foto), film (video), dan lain sebagainya yang kesemuanya saling bersinergi untuk mencapai tujuan pembelajaran yang dirumuskan sebelumnya.

Multimedia pembelajaran interaktif merupakan pembelajaran dengan menggunakan berbagai media yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan dan memiliki timbal balik antara pengguna dan media yang melibatkan banyak indera dan organ tubuh selama proses pembelajaran berlangsung yang didalamnya terdapat suatu proses pemberdayaan untuk mengendalikan lingkungan belajar (Putra, 2020).

Multimedia merupakan suatu gabungan teks, gambar, grafis, animasi, audio dan video, serta cara penyampaian interaktif yang dapat membuat suatu pengalaman belajar bagi peserta didik seperti dalam kehidupan nyata di sekitarnya. Salah satu alternatif yang dipilih adalah mengembangkan sebuah media pembelajaran yang dirasa sesuai untuk peserta didik adalah multimedia interaktif. Penggunaan multimedia akan memudahkan seseorang untuk mengingat dan mempelajari sesuatu melalui mata untuk melihat, telinga untuk mendengar yang merupakan

sistem kerja dasar dari memori, dengan penggunaan multimedia sebagai bahan bantu media pembelajaran membuat peserta didik tidak akan dibebani oleh multi- instruksi yang diterimanya sehingga membantu kerja otak dalam hal manajemen memori. Multimedia disajikan secara interaktif dimana terjadi hubungan dua arah antara media pembelajaran dan peserta didik. Kurikulum 2013 menghendaki pemanfaatan multimedia dalam pembelajaran, pernyataan tersebut didukung oleh Permendikbud No. 69 (2013: 2) tentang kurikulum SMA/MA. Proses pembelajaran dengan Kurikulum 2013 menggunakan pendekatan ilmiah (Caesariani, 2018).

b. Komponen Multimedia Interaktif

Multimedia dan perangkat elektronik dalam pembelajaran sangat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas belajar. Multimedia memberikan perubahan proses komunikasi, misalnya dalam hal mengirim dan menerima informasi karena adanya elemen-elemen dan komponen interaktif dalam multimedia sehingga dalam proses pembelajaran semua indera pada peserta didik dapat difungsikan.

Multimedia memiliki 6 elemen atau komponen, yaitu teks, grafik, gambar, video, animasi, audio, dan interaktivitas. Teks adalah kombinasi huruf yang membentuk kalimat untuk menjelaskan informasi atau materi pelajaran yang dapat dipahami oleh pembacanya; grafik adalah penyajian dalam bentuk gambar yang cocok untuk peserta didik yang berorientasi pada objek yang berbentuk visual (*visual oriented*); gambar adalah penyampaian informasi berupa objek visual dalam

berbagai bentuk; video adalah penyajian dalam bentuk visual bergerak yang memberikan simulasi atau berupa gambaran kenyataan suatu peristiwa; animasi adalah kolaborasi antara teks, grafik, dan audio menjadi suatu objek yang bergerak; audio adalah penyajian informasi dalam bentuk suara, musik, narasi dan sebagainya dalam bentuk digital; interaktifitas adalah elemen yang ditampilkan sepenuhnya oleh perangkat komputer.

Komponen penting dalam multimedia terdiri dari 4, diantaranya:

- a. adanya komputer yang mengkoordinasikan apa yang dilihat dan didengar yang berinteraksi dengan kita.
- b. Adanya link yang menghubungkan kita dengan informasi.
- c. Adanya alat navigasi yang memandu kita, menjelajah jaringan informasi yang saling terhubung.
- d. Multimedia menyediakan tempat kepada kita untuk mengumpulkan, memproses, dan mengkomunikasikan informasi dan ide kita sendiri.

Komponen multimedia mengkombinasikan seluruh indra peserta didik sehingga mendukung keberhasilan dalam proses belajar (Putra, 2020).

Dari uraian tersebut teknologi multimedia pembelajaran merangkum berbagai media dalam satu *software* dalam bentuk media pembelajaran yang interaktif.

c. Manfaat Multimedia interaktif pada pembelajaran

Multimedia interaktif mempunyai segudang manfaat diantaranya, yaitu multimedia mempunyai beragam manfaat seperti dapat digunakan pada media pembelajaran, game, film, dunia medis, militer, bisnis, desain, promosi arsitektur, bidang olahraga, hobi dan memungkinkan peserta didik berinteraksi dengan mempraktikkan keterampilan dan menerima umpan balik dari materi yang disampaikan (Donna et al., 2021). Selain itu, media interaktif juga mampu memberikan variasi pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik melalui pemanfaatan media (Hanikah et al., 2020).

Multimedia menjadi solusi dalam meningkatkan proses belajar. Multimedia memberikan nuansa baru dalam pembelajaran karena memadukan semua fungsi indera peserta didik untuk memahami pelajaran. Penggunaan multimedia dalam pembelajaran, khususnya penggunaan multimedia pembelajaran interaktif oleh pendidik meski tidak menjadi keharusan untuk selalu digunakan. Namun sebaiknya digunakan untuk pembelajaran .

Manfaat multimedia dalam pembelajaran antara lain:

- a. Menjelaskan materi pembelajaran atau obyek yang abstrak (tidak nyata) menjadi konkrit (nyata).
- b. Memberikan pengalaman nyata atau langsung.
- c. Mempelajari materi pembelajaran secara berulang-ulang.

- d. Memungkinkan adanya persamaan pendapat dan persepsi yang benar terhadap suatu materi pembelajaran atau obyek.
- e. Menarik perhatian peserta didik.
- f. Membantu peserta didik belajar secara individual, kelompok, atau klasikal.
- g. Materi pembelajaran lebih lama diingat dan mudah untuk diungkapkan kembali dengan cepat dan tepat.
- h. Mempermudah dan mepercepat pendidik menyajikan materi pembelajaran dalam proses pembelajaran.
- i. Mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan indera (Putra, 2020).

d. Multimedia Interaktif dalam Fisika

Salah satu media pembelajaran yang menarik perhatian bagi peserta didik di era teknologi informasi ini adalah berbasis multimedia. Media pembelajaran berbasis multimedia ini menyajikan tampilan multidimensional yang memungkinkan peserta didik dapat mengerjakan, mendengar dan melihat dalam waktu yang bersamaan sehingga proses pembelajaran lebih bersifat interaktif.

Media pembelajaran merupakan alat bantu dalam proses pembelajaran yang harus memiliki sifat menarik, interaktif, kesesuaian dengan materi pembelajaran fisika yang akan diajarkan, mudah digunakan oleh peserta didik, mengefektifkan dan menghemat waktu pembelajaran sehingga menciptakan suasana menyenangkan dalam proses pembelajaran fisika.

Multimedia interaktif yang digunakan dalam penelitian pembelajaran fisika ini adalah berupa software Adobe Flash. Adobe Flash adalah suatu program animasi grafis yang banyak digunakan para desainer grafis untuk menghasilkan karya-karya profesional, terlebih pada bidang animasi. Piranti lunak ini merupakan program untuk mendesain grafis animasi yang sangat populer dan banyak digunakan desainer grafis. Kelebihan flash terletak pada kemampuannya menghasilkan animasi gerak dan suara. Adobe flash merupakan salah satu program komputer yang dapat digunakan untuk membuat visualisasi dari suatu proses yang tidak terlihat maupun yang abstrak sama sekali tidak berwujud, yang memiliki kemampuan untuk menampilkan multimedia, gabungan antar grafis, animasi, suara serta interaktifitas (Rahmawati & Dewi, 2019).

5. Keterampilan Proses Sains

a. Pengertian Keterampilan Proses Sains

Keterampilan sendiri memiliki arti yaitu kemampuan untuk melakukan atau mengerjakan sesuatu dengan baik. Kemampuan yang dimaksud merupakan kemampuan dalam menggunakan pikiran, nalar, dan perbuatan secara efisien dan efektif untuk mencapai suatu hasil tertentu termasuk kreativitas. Kemampuan yang didapat tersebut untuk melakukan sesuatu yang merupakan hasil dari latihan (Sayekti dan Kinasih, 2018).

Sains berasal dari kata '*science*' yang berarti saya tahu. Sains pada hakikatnya dilandasi pada produk ilmiah, proses ilmiah dan sikap ilmiah. Dalam pembelajaran sains menekankan pada keterampilan

proses yang dimiliki peserta didik karena secara sains dipahami bahwa ilmu yang lahir dan berkembang melalui observasi, perumusan masalah, penyusunan pendapan sementara, uji hipotesis melalui eksperimen, penarikan kesimpulan, serta penemuan konsep dan teori (Dalimunthe dan Yakob, 2020).

Keterampilan proses sains merupakan seluruh keterampilan ilmiah yang dapat digunakan untuk menemukan dan mengembangkan suatu konsep, prinsip ataupun teori. Pendapat lain tentang keterampilan proses sains adalah keterampilan kinerja yang memuat dua aspek keterampilan, yakni keterampilan dari sisi kognitif (*cognitive skill*) sebagai keterampilan intelektual maupun pengetahuan dasar yang melatarbelakangi penguasaan keterampilan proses sains dan keterampilan dari sisi sensorimotor (*sensorimotor skill*) (Nurhayati, 2018).

Keterampilan proses sains merupakan kemampuan mengolah perilaku dan pemikiran ilmiah yang berfungsi untuk mengembangkan pemahaman konsep ilmiah yang akan menjadi penunjang kemampuan-kemampuan berikutnya. Keterampilan proses melibatkan keterampilan keterampilan kognitif atau intelektual, manual dan sosial. Keterampilan intelektual memicu peserta didik menggunakan pikirannya. Keterampilan manual melibatkan peserta didik dalam menggunakan alat dan bahan, mengukur, menyusun atau merakit alat. Keterampilan proses terdiri dari sejumlah keterampilan yang satu sama lain sebenarnya tidak

dapat dipisahkan, namun ada penekanan khusus dalam masing-masing keterampilan proses tersebut.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, secara garis besar keterampilan proses sains adalah keterampilan yang diperlukan mahasiswa didik untuk memahami dan menguasai ilmu pengetahuan berupa keterampilan mental, fisik maupun sosial yang bertujuan untuk mengembangkan suatu konsep, prinsip, ataupun teori serta untuk dapat menjadi calon guru di masa depan yang akan dituntut memiliki tingkatan keterampilan proses sains yang tinggi.

b. Indikator Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terintegrasi.

1) Keterampilan proses dasar

Keterampilan proses dasar merupakan pondasi untuk mempelajari keterampilan proses terintegrasi. Keterampilan proses dasar meliputi mengobservasi, menginferensi, mengukur, mengkomunikasikan, mengklasifikasikan dan memprediksi, sedangkan yang termasuk dalam keterampilan proses terintegrasi adalah mengontrol variabel, memberikan definisi operasional, merumuskan hipotesis, menginterpretasikan data, melakukan eksperimen, dan merumuskan model (Juraini et al., 2017).

Adapun menurut (Lepiyanto, 2017), tujuan dari keterampilan proses sains itu sendiri ialah:

- a) Meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar peserta didik, karena dengan melatih keterampilan proses sains peserta didik dipacu untuk berpartisipasi secara aktif dan efisien dalam belajar,
- b) Menuntaskan hasil belajar peserta didik secara serentak, baik keterampilan produk, proses, maupun keterampilan kinerja,
- c) Menentukan dan membangun sendiri konsepsi serta dapat mendefinisikan secara benar untuk mencegah terjadinya miskonsepsi,
- d) Untuk memperdalam konsep pengertian, dan fakta yang dipelajarinya karena dengan melatih keterampilan proses, peserta didik sendiri yang berusaha mencari dan menemukan konsep tersebut,
- e) Mengembangkan pengetahuan teori dan konsep dengan kenyataan dalam kehidupan masyarakat.

Beberapa keterampilan proses sains dan indikatornya yang digunakan untuk mengukur penilaian terhadap kegiatan peserta didik yang dijabarkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.1: Keterampilan proses sains dan indikatornya

No.	Keterampilan Prosesn Sains	Indikator
1	Mengamati (observasi)	a. Menggunakan sebanyak mungkin indera b. Mengumpulkan/menggunakan fakta yang relevan
2	Mengelompokkan (klasifikasi)	a. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah b. Mencari perbedaan dan persamaan

No.	Keterampilan Prosesn Sains	Indikator
		<ul style="list-style-type: none"> c. Mencari dasar pengelompokan atau penggolongan d. Menghungkan hasil-hasil pengamatan
3	Menafsirkan (interpretasi)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan b. Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan c. Menyimpulkan
4	Meramal (prediksi)	<ul style="list-style-type: none"> a. Menggunakan pola-pola hasil pengamatan b. Mengemukakan apa yang mungki terjadi pada keadaan yang belum diamati
5	Mengajukan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> a. Bertanya apa, mengapa dan bagaimana b. Bertanya untuk meminta penjelasan c. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
6	Berhipotesis	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian b. Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah
7	Merencanakan percobaan/ penelitian	<ul style="list-style-type: none"> a. Menentukan alat/bahan/sumber yang digunakan b. Menentukan variabel/faktor penentuan c. Menentukan apa yang akan diukur, diamati dan dicatat
8	Menggunakan alat/bahan	<ul style="list-style-type: none"> a. Memakai alat/bahan b. Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan c. Mengetahui bagaiman menggunakan alat/bahan
9	Menerapkan konsep	<ul style="list-style-type: none"> a. Menerapkan konsep yang telah dipelajari pada situasi baru b. Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi

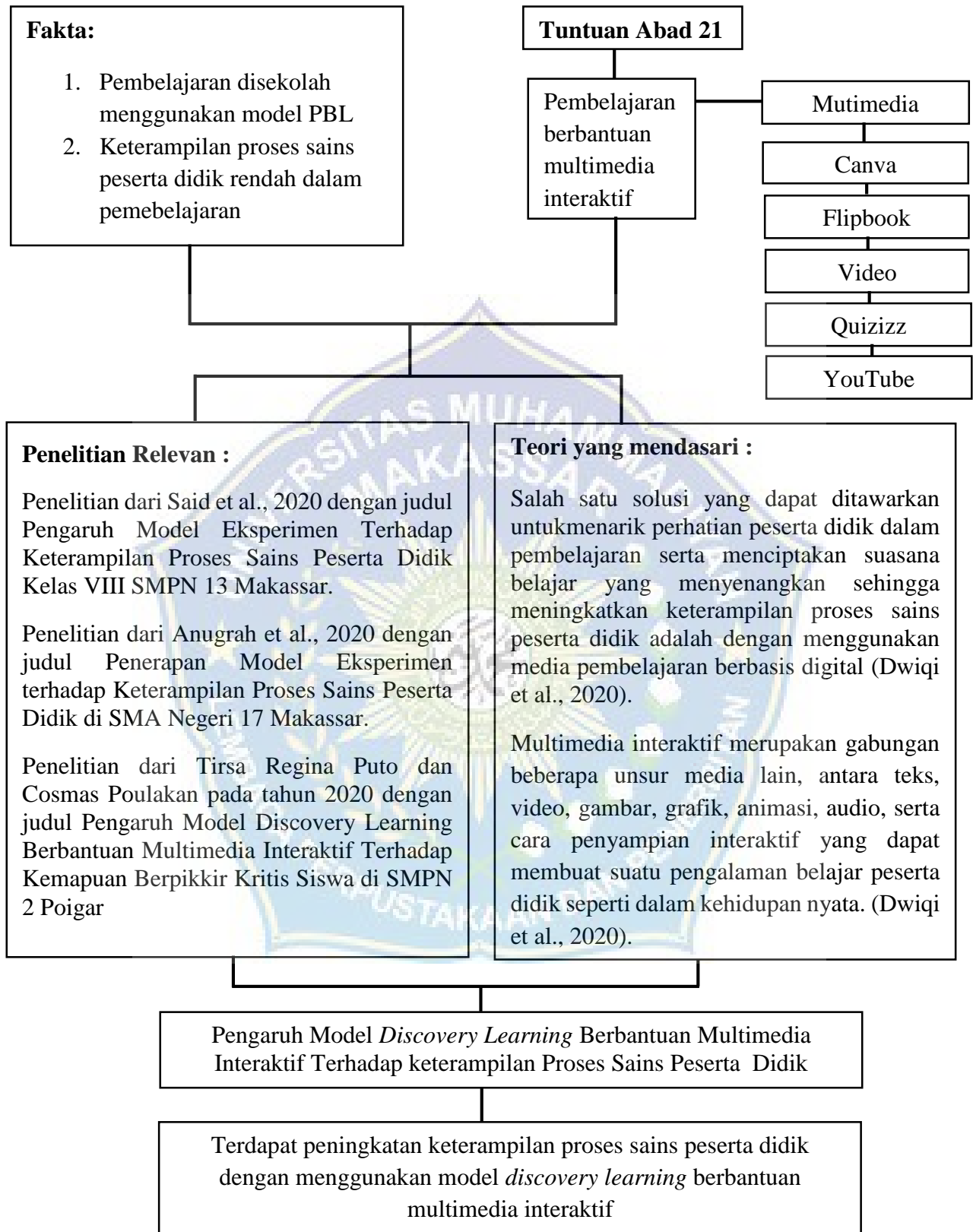
No.	Keterampilan Prosesn Sains	Indikator
10	Berkomunikasi	a. Mengubah bentuk penyajian b. Memberi/menggambarkan data empiris hasil percobaan dan pengamatan dengan grafik atau tabel dan diagram c. Menjelaskan hasil percoabaan atau penelitian d. Membaca grafik atau diagram e. Mendiskusikan hasil kegiatan

(Sumber: Tawil & Liliyasi, 2014 : 37-38)

Berdasarkan beberapa indikator keterampilan proses sains di atas, maka yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengamati; merupakan pengumpulan fakta yang relevan dengan kepentingan yang digunakan indera.
2. Mengumpulkan atau mengolah data; mengumpul data dari berbagai sumber serta mengkaji sebagai dasar pengujian hipotesis.
3. Menyusun hipotesisi; membuat prediksi berdasarkan bukti dari penelitian sebelumnya.
4. Bereksperimen; tindakan dan pengamatan yang dilakukan untuk mengecek atau menguji hipotesis.
5. Mengkomunikasikan; memberikan hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau table diagram, menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis, menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.

B. Kerangka Pikir



Gambar 2.1 Bagan Kerangka Pikir

C. Hasil Penelitian Relevan

Hasil penelitian yang relevan digunakan sebagai referensi dalam penelitian yang akan dilakukan dan sebagai perbandingan antara beberapa penelitian yang telah dilakukan. Berikut beberapa penelitian relevan tentang *Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik*:

1. Penelitian dari (Said et al., 2020) dengan judul “Pengaruh Metode Eksperimen Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VIII SMPN 13 Makassar (Studi pada Materi Pokok Usaha dan Pesawat Sederhana)” dapat disimpulkan bahwa metode eksperimen dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi usaha dan pesawat sederhana.
2. Penelitian dari (Anugrah et al., 2020) dengan judul “Penerapan Metode Eksperimen terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik di SMA Negeri 17 Makassar” diperoleh dari hasil penelitian bahwa skor rata-rata keterampilan proses sains peserta didik kelas X MIA 7 SMA Negeri 17 Makassar Tahun Ajaran 2017/2018 setelah diajar dengan metode eksperimen ialah sebesar 17,92 dengan standar deviasi 2,31 dan berada pada kategori sangat baik.
3. Tirsia Regina Potu dan Cosmas Poluakan pada tahun 2020 dengan judul “Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Multimedia Interaktif Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta didik di SMPN 2 Poigar”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model discovery learning berbantuan multimedia interaktif terhadap kemampuan berpikir kritis

peserta didik di SMPN 2 Poigar mempunyai pengaruh yang signifikan, dengan nilai Sig. α sebesar $0,000 < 0,05$. Oleh karena nilai Sig. α sebesar 0,000 lebih kecil dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model discovery learning berbantuan multimedia interaktif terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik di SMPN 2 Poigar (Potu & Poluakan, 2020)

4. Penelitian dari (Purti, 2022) Pengaruh Metode Eksperimen Berbasis Lingkungan Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik, terdapat perbedaan yang signifikan Keterampilan Proses Sains peserta didik yang diajarkan menggunakan metode eksperimen berbasis lingkungan dengan nilai rata-rata 70,81, dan yang diajarkan menggunakan metode pembelajaran konvensional dengan nilai rata-rata 65,61 yang termasuk dalam kategori sedang.
5. Penelitian dari Syaifuddin et al (2023) Karakterisasi Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains pada Bahan Kajian Fluida Dinamis Berdasarkan Teori Tes Klasik. diperoleh informasi bahwa Hasil analisis fungsi informasi, tes KPS pada materi fluida dinamis yang telah dikonstruksi valid dan reliabel sehingga dapat digunakan untuk partisipan dengan kemampuan rendah sampai tinggi.
6. Rita Oktavia pada tahun 2020 dengan judul “Pengaruh Multimedia Interaktif Pada Pembelajaran Biologi Jaringan Tumbuhan Terhadap Keaktifan Dan Pengetahuan Peserta didik SMAN 6 Darul Makmur”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh multimedia interaktif pada materi jaringan tumbuhan terhadap keaktifan dan pengetahuan peserta didik kelas XI SMA Negeri 6 Darul Makmur secara signifikan lebih baik dari pada peserta didik yang mendapatkan penerapan multimedia interaktif (kriteria thitung \leq ttabel). Hal ini ditunjukkan oleh nilai hasil Uji T-Test

yaitu $t_{hitung} = 0,83$, dengan $db = 40$ pada taraf signifikansi 5% diperoleh $t_{tabel} = 0,005$. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh multimedia interaktif terhadap jaringan tumbuhan berpengaruh terhadap keaktifan dan pengetahuan peserta didik kelas XI SMA Negeri 6 Darul Makmur (Oktavia, 2020).

7. Winna Dharmayanti dan Dini Oktarika pada tahun 2019 dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif untuk Guru IPA di Sekolah Menengah Pertama”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelayakan dari aspek media diperoleh persentase 86,5% dengan kategori sangat baik. Sedangkan berdasarkan aspek materi mendapatkan persentase sebesar 84,8% dengan kategori sangat baik. Hal tersebut menandakan bahwa media yang dikembangkan bisa digunakan. Dari hasil Uji terbatas mendapatkan persentase kelayakan sebesar 81,7% yang termasuk kategori sangat baik, dan dari hasil respon guru yang menggunakan media dengan persentase 68% dengan kategori baik (Dharmayanti & Oktarika, 2019).
8. Penelitian dari Yuliati & Susianna (2023) Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains, Berpikir Kritis, dan Percaya Diri. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa model Discovery Learning dapat meningkatkan keterampilan proses sains, dan rasa percaya diri pada pembelajaran IPA peserta didik kelas IF SD XYZ Tangerang.
9. Penelitian dari A'yun & Subali, (2019) Sifat-sifat cahaya dalam Discovery Learning untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata hasil belajar kelas eksperimen adalah 79,14 sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 66,54 yang dianalisis menggunakan uji-t dengan perolehan $t_{hitung} = 3,026 > t_{tabel} = 2,007$.

10. Dian Cahyo pada tahun 2016 dengan judul “Pengembangan Multimedial Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Gambar Teknik Di Smk N 1 Pleret”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ahli materi terdiri dari 20 aspek penilaian termasuk kedalam kategori baik sebesar 76,0%, untuk penilaian oleh ahli media dilihat dari aspek tampilan media dan pemrograman diperoleh rata-rata penilaian sebesar 87,4% dalam kategori sangat baik. Penilaian kualitas oleh guru ekonomi termasuk dalam kategori sangat baik sebesar 80%. Mayoritas hasil tanggapan peserta didik yang termasuk dalam kategori sangat setuju dengan penggunaan media pembelajaran bentuk Macromedia Flash untuk materi pasar barang dalam proses pembelajaran sebesar 81,43% (Cahyo, 2016).
11. Ikhsan Hadiwijaya tahun 2014 dengan judul “Pengembangan Media Interaktif Waspada Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan Macromedia Flash 8”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan mendapatkan kategori layak digunakan. Aspek rekayasa perangkat lunak persentasenya 66% dengan kategori layak. Aspek media persentasenya 65,14% dengan kategori layak. Aspek materi persentasenya 68,36% dengan kategori layak. Aspek pengguna persentasenya 80,22% dengan kategori sangat layak (Hadiwijaya, 2014).

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan pendahuluan dan tinjauan pustaka yang telah dikemukakan, hipotesis dalam penelitian ini yaitu terdapat perbedaan yang signifikan Antara keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan dengan menggunakan model *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif pada kelas eksperimen dengan yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *problem basic learning* (PBL) pada kelas control.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *quasi experiment design* (eksperimen semu) karena subjek penelitian ini adalah peserta didik yang mana mereka tidak boleh dibedakan antara satu sama lain seperti mendapatkan perlakuan berstatus sebagai kelompok kontrol. Jenis penelitian ini memiliki kelompok kontrol, namun tidak sepenuhnya berfungsi untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di SMAN 10 Bulukumba yang berlokasi di Jalan Pendidikan, Bonto Bangun, Kec. Rilau Ale, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan, 92552. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi merupakan sejumlah kelompok yang menjadi perhatian peneliti dan dari kelompok tersebut peneliti membuat generalisasi hasil penelitiannya. Populasi pada penelitian ini merupakan seluruh peserta didik kelas XI SMAN 10 Bulukumba semester ganjil tahun ajaran 2023/2024 yang terdiri dari sembilan kelas sebagai berikut.

Tabel 3.1 Populasi Penelitian

No.	Kelas	Jumlah Peserta Didik
1	XI 1	34
2	XI 2	32
3	XI 3	35
4	XI 4	34
5	XI 5	33
6	XI 6	35
7	XI 7	34
8	XI 8	35
9	XI 9	34
10	XI 10	35
Total		341

Sumber : Data SMA Negeri 10 Bulukumba

2. Sampel

Sampel merupakan suatu kelompok yang lebih kecil atau bagian dari populasi secara keseluruhan. Sampel penelitian mencerminkan dan menentukan seberapa jauh sampel tersebut bermanfaat dalam membuat kesimpulan penelitian. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* yang mana sampel diambil dengan maksud atau tujuan tertentu.

Kelas yang dijadikan sampel pada penelitian adalah kelas XI 6 sebagai kelas kontrol sebanyak 35 orang dan kelas XI 3 sebagai kelas eksperimen sebanyak 35 orang. Kelas XI 6 dan XI 3 dipilih dengan tujuan untuk

membandingkan perbedaan keterampilan proses sains peserta didik pada kedua kelas dengan *pretest* dan *posttest*.

D. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah *Nonequivalent Control Design*. Dalam desain kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol tidak dipilih secara random. Penelitian ini dilaksanakan dengan diberikan perlakuan awal yang berupa tes (*Pretest*), kemudian diberikan perlakuan yang berbeda. Kelas eksperimen diberikan perlakuan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif, sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran PBL. Materi pembelajaran yang sama digunakan untuk kedua kelas. Kedua kelas diberikan tes akhir (*posttest*) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan Keterampilan Proses sains.

Tabel 3.2 Desain Penelitian *Nonequivalent Control Design*

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₁	-	O ₂

(Sugiyono, 2018)

Keterangan:

R = Acak (Random)

O₁ = *Pretest* yang diberikan sebelum perlakuan pada kelas eksperimen dan kontrol.

O₂ = *Posttest* yang diberikan setelah penerapan perlakuan pada kelas eksperimen dan kontrol.

- X = Perlakuan yang diberikan kepada kelompok eksperimen yaitu dengan menggunakan model *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif.
- = Kelas kontrol tanpa diberikan perlakuan.

E. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen). Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau penyebab timbulnya variabel terikat. Variabel bebas (independen) dalam penelitian ini adalah model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif.

Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau timbul karena adanya variabel bebas. Adapun variabel terikat (dependen) dalam penelitian ini adalah Keterampilan Proses sains peserta didik.

F. Definisi Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen). Variabel penelitian tersebut merupakan acuan dalam melakukan sebuah penelitian. Berikut dijelaskan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Variabel Bebas (Independen)

Variabel bebas pada penelitian ini adalah model *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif yang diterapkan pada kelas eksperimen. Model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif adalah model pembelajaran yang menekankan kepada proses mencari dan menyelidiki oleh peserta didik dengan bantuan multimedia interaktif multimedia interaktif. Adapun media yang digunakan dalam penelitian ini

yaitu canva, quizizz, flikbook, dan video presentasi. Peran peserta didik dalam strategi ini adalah mencari dan menyelidiki konsep materi pelajaran termodinamika karena materi tersebut memiliki banyak pembahasan sehingga dapat diintegrasikan dengan berbagai media pembelajaran melalui multimedia interaktif. Proses pembelajaran menginginkan agar peserta didik agak lebih aktif.

2. Variabel Terikat (Dependen)

Variabel terikat atau variabel dependen pada penelitian ini adalah Keterampilan proses sains yaitu proses yang melibatkan segenap kemampuan peserta didik untuk mencapai suatu hasil tertentu. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah skor yang diperoleh dengan mengerjakan instrumen tes dengan indikator memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, membuat penjelasan lanjut, dan mengatur strategi dan taktik. Indikator keterampilan proses sains yang digunakan pada penelitian ini ada 5 kriteria yaitu mengamati, mengumpulkan data dan mengelolah data, menyusun hipotesisi, bereksperimen, dan mengkomunikasikan. Keterampilan Proses Sains pada peserta didik disebut sebagai variabel terikat karena merupakan variabel yang ingin diteliti sebagai akibat dari variabel bebas.

G. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Prosedur penelitian ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap awal, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir.

1. Tahap Awal

Tahap awal merupakan tahap persiapan penelitian yang meliputi:

- a. Observasi ke sekolah dan berkosultasi dengan guru mata pelajaran fisika guna mengetahui keadaan peserta didik, perolehan prestasi belajar sebelumnya, memberitahukan materi fisika yang akan pokok materi yang disampaikan serta waktu penelitian.
- b. Mempelajari model yang akan digunakan pada saat proses belajar mengajar yaitu dengan menggunakan model *discovery learning* dalam rangka meningkatkan keterampilan proses sains dalam peserta didik.
- c. Membuat perangkat pembelajaran seperti modul dan media pembelajaran.
- d. Membuat instrumen penelitian berupa instrumen tes Keterampilan Proses Sains.
- e. Instrumen yang telah dibuat selanjutnya diuji kelayakannya melalui validator ahli dan uji lapangan kepada peserta didik peserta didik kelas X.
- f. Instrumen yang telah diuji kelayakannya dianalisis untuk digunakan pada tahap pelaksanaan.

2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan penelitian meliputi sebagai berikut:

- a. Tahap pengambilan data. Awal tahapan ini dimulai dengan memberikan *pretest* kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui kemampuan keterampilan proses sains.

- b. Kelas eksperimen diberikan perlakuan pembelajaran dengan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif yang bertujuan meningkatkan keterampilan proses sains, sementara kelompok kontrol tidak diberikan perlakuan.
- c. Melakukan evaluasi pada saat proses pembelajaran yaitu dengan memberikan soal latihan terkait materi yang diajarkan serta kelompok kelas diberikan *posttest* untuk mengetahui apakah terdapat perubahan tingkat Keterampilan Proses Sains pada dua kelas.

3. Tahap Akhir

Tahap akhir dari proses penelitian ini sebagai berikut:

- a. Tahapan analisis data dan penyusunan laporan. Peneliti pada tahap ini mengolah dan menganalisis hasil pengumpulan data yang telah diperoleh pada tahap pelaksanaan.
- b. Kemudian peneliti akan menguji hipotesis penelitian dan menarik kesimpulan.

H. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis instrumen tes Keterampilan Proses Sains yang berjumlah 11 nomor dan akan diberikan ke kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Instrumen tes berbentuk soal uraian untuk mengukur Keterampilan proses sains peserta didik pada materi termodinamika yang diberikan pada saat *Pretest-posttest*.

Instrumen tes tersebut disusun berdasarkan indikator dan sub indikator Keterampilan Proses Sains dengan menyesuaikan materi fisika yang diajarkan

kepada peserta didik serta kata kerja operasional pada instrumen tes. Adapun kisi-kisi instrumen tes Keterampilan Proses sains yang disesuaikan dengan indikator dan sub indikator dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Kisi-kisi Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains

No.	Indikator	Sub Indikator	No. Item	Jumlah Soal
1	Mengamati	a. Mengumpulkan fakta relevan dengan kepentingan belajar	1	2
		b. Menggunakan indera	10	
2	Mengumpulkan dan mengolah data	a. Mengumpulkan data dari sumber informasi	2	3
		b. Mengkajinya sebagai dasar pengajuan hipotesis	3	
			11	
3	Menyusun hipotesis	a. Membuat prediksi berdasarkan bukti dari penelitian sebelumnya	4	2
			5	
4	Bereksperimen	a. Suatu dindakan yang dilakukan untuk mengecek atau menguji hipotesis	6	2
			7	
5	Mengkomunikasikan	a. Memberikan dan menggambarkan hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel diagram	8	2
		b. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis	9	
		c. Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian		
			Jumlah	11

Instrumen penelitian perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui layak atau tidaknya instrumen tersebut untuk digunakan pada penelitian. Instrumen

tersebut meliputi berbagai macam uji seperti uji validitas, uji reliabilitas, indeks kesukaran, dan daya pembeda. Selengkapnya uji instrumen tes Keterampilan Proses Sains yang dibuat dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

1. Uji Validitas

Validitas mengacu pada aspek ketepatan dan kecermatan hasil pengukuran. Uji validitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana instrumen dan perangkat penelitian yang digunakan benar-benar mengukur apa yang hendak diukur. Uji validitas pada penelitian ini dilakukan dengan uji validitas konstruksi oleh tim validator serta uji *gregory* dan uji validitas menggunakan teknik korelasi *product moment* pada instrumen tes.

Uji validitas konstruksi dapat dilakukan dengan menggunakan pendapat para ahli (*judgment experts*)/validator sebanyak dua orang. (Sugiyono, 2018). Menentukan layaknya sebuah instrumen oleh tim validator dapat pula menggunakan uji *Gregory* dengan menggunakan persamaan berikut.

$$R = \frac{D}{A + B + C + D}$$

Tabel 3.4 Penilaian Uji *Gregory*

		Validator I	
		Skor (1-2) kurang relevan	Skor (3-4) sangat relevan
Validator II	Skor (1-2) kurang relevan	A	B
	Skor (3-4) sangat relevan	C	D

(Sumber: Budiastuti dan Bandur, 2018)

Keterangan:

R = Validasi isi

A = Tidak ada persetujuan validator I dan validator II

B = Perbedaan persetujuan validator I dan validator II

C = Perbedaan persetujuan antara validator I dan validator II

D = Persetujuan validator I dan validator II

Sebuah perangkat penelitian layak digunakan jika memenuhi kriteria penilaian uji *Gregory*. Kriteria penilaian instrumen dikatakan layak untuk digunakan dalam sebuah penelitian jika nilai $R \geq 0.75$.

Setelah melakukan uji validitas konstruksi dan *Gregory* selanjutnya dilakukan validitas teknik korelasi *product moment* untuk memvalidasi item soal instrumen tes menggunakan rumus sebagai berikut (Sugiyono, 2017).

$$r_{hitung} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{hitung} = Koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y

N = Jumlah peserta didik

X = Skor butir soal

Y = Skor total

Setelah memperoleh nilai r_{hitung} , Instrumen tes divalidasi dengan membandingkan nilai r_{hitung} dan r_{tabel} dengan taraf signifikan $\alpha = 0.05$. Adapun kriteria valid item tes Keterampilan Proses Sains apabila nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka item dinyatakan valid dan tidak valid jika $r_{hitung} < r_{tabel}$.

Tabel 3.5 Interpretasi Validitas Butir Soal

Nilai r^{xy}	Interpetasi Validasi
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi (ST)
0,60 – 0,799	Tinggi (T)
0,40 – 0,599	Cukup (C)
0,20 – 0,399	Rendah (R)
0,00 – 0,199	Sangat Rendah (SR)

(Sumber: Sugiyono, 2017)

2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas berkaitan dengan sejauh mana sebuah instrumen dapat digunakan untuk pengukuran secara berulang dengan hasil yang konsisten. Penelitian ini menggunakan rumus K-R 20 untuk menguji reliabilitas (Sugiyono, 2017).

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S^2 - \sum pq}{S^2} \right) \quad (\text{Rusydi \& Fadhli, 2018})$$

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas tes secara keseluruhan

p = Proporsi subjek yang menjawab item dengan benar

q = Proporsi subjek yang menjawab item dengan salah ($q = 1 - p$)

$\sum pq$ = Jumlah hasil perkalian antara p dan q

n = Banyaknya item

S = Standar deviasi dari tes

Tabel 3.6 Interpretasi Reliabilitas Butir Soal

Nilai r_{11}	Interpretasi Reliabilitas
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat tinggi

$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat rendah

(Sumber: Sugiyono, 2017)

3. Taraf Kesukaran

Instrumen soal juga perlu diuji taraf kesukarannya agar soal dapat diidentifikasi apakah soal-soal tersebut termasuk soal-soal yang baik. Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sukar.

Rumus untuk mencari taraf kesukaran adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{B}{N}$$

Keterangan:

P = Indeks kesukaran

B = Banyaknya peserta didik yang menjawab soal tersebut dengan benar

N = Jumlah seluruh peserta didik yang mengikuti tes

Tabel 3.7 Kategori Indeks Kesukaran

Interval P	Kategori
0,00 – 0,30	Sukar
0,31 – 0,70	Sedang
0,71 – 1,00	Mudah

(Sumber: Sari dkk., 2018)

4. Daya Pembeda

Daya pembeda soal adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan antara peserta didik yang pandai (berkemampuan tinggi) dan peserta didik

yang kurang pandai (berkemampuan rendah). Pengujian seluruh butir instrumen dalam satu variabel dapat juga dilakukan dengan mencari daya pembeda skor setiap item dari kelompok yang memberikan jawaban tinggi dan jawaban rendah. Jumlah kelompok yang tinggi diambil 27% dan kelompok yang rendah diambil 27% dari sampel uji coba. Sebuah soal yang baik memiliki indeks diskriminasi 0,4 sampai 0,7. Rumus untuk menentukan indeks diskriminasi adalah sebagai berikut:

$$DP = \frac{B_A - B_B}{S_{mi}}$$

Keterangan:

DP = Daya pembeda soal

B_A = Banyak peserta kelompok atas yang menjawab soal dengan benar

B_B = Banyak peserta kelompok bawah yang menjawab soal dengan benar

S_{mi} = Skor maksimal ideal

Adapun klasifikasi daya pembeda soal disajikan pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Klasifikasi Daya Pembeda

Daya Pembeda	Kualifikasi
0.00 – 0.20	Jelek
0.20 – 0.40	Cukup
0.40 – 0.70	Baik
0.70 – 1.00	Sangat Baik

(Sumber: Nurhayati dkk., 2019)

I. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data penelitian. Kegiatan pengumpulan data

dengan cara memberikan *pretest* dan *posttes* dalam bentuk soal uraian. Tes Keterampilan Proses Sains yang diberikan kepada peserta didik berbentuk soal esai yang mencakup lima indikator Keterampilan Proses Sains yang berjumlah 11 nomor soal. Setiap item soal memiliki rentang penilaian yang sama yaitu dengan menilai jawaban peserta didik dan memberikan skor 0 – 8.

J. Teknik Analisis Data

Setelah proses pengumpulan data dilakukan, data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif dan analisis inferensial. Berikut ini dijelaskan beberapa analisis data yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menyajikan data penelitian yang diperoleh. Data penelitian Keterampilan Proses Sains peserta didik dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk rata-rata hitung (mean), modus, median, simpangan baku (standar deviasi), variansi (varians), persentase, dan penentuan kategorisasi.

a. Rata-rata Hitung (Mean)

Rata-rata hitung atau disingkat dengan mean disimbolkan \bar{x} . Rata-rata hitung memberikan gambaran rata-rata nilai yang diperoleh dalam sebuah kelas. Perhitungan data mean kelompok dapat dicari menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum(t_i f_i)}{\sum f_i}$$

Keterangan:

\bar{x} = Mean

t_i = Titik tengah

f_i = Frekuensi

$\sum(t_i f_i)$ = Jumlah perkalian titik tengah dan frekuensi

$\sum f_i$ = Jumlah frekuensi

b. Simpangan Baku (Standar Deviasi)

Standar Deviasi (s) untuk Data Distribusi (dikelompokkan) dirumuskan sebagai berikut.

$$S = \sqrt{\frac{\sum fX^2 - \frac{(\sum fX)^2}{\sum f-1}}{\sum f-1}}$$

Keterangan :

S : Standar deviasi

f : frekuensi

x : nilai tengah

c. Variasi (Varians)

Varians adalah kuadrat dari standar deviasi. Simbol varians untuk populasi adalah σ^2 atau σ_n^2 sedangkan untuk sampel σ_{n-1}^2 atau S^2 atau S (Riduwan, 2018).

d. Persentase

Persentase adalah suatu perbandingan rasio untuk menyatakan pecahan dari seratus yang ditunjukkan dengan simbol %. Penentuan

persentase Keterampilan Proses Sains dalam penelitian ini ditentukan dengan rumus sebagai berikut (Rahayu dkk., 2018).

$$Persentase(\%) = \frac{\sum n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

n : Jumlah skor yang diperoleh peserta didik

N : Jumlah skor maksimum

2. Analisis Inferensial

Setelah dilakukan analisis deskriptif, selanjutnya data dianalisis inferensial. Teknik analisis data perlu dilakukan terlebih dahulu dengan uji prasyarat untuk menentukan teknik statistik parametris yang akan digunakan saat melakukan uji hipotesis. Uji tersebut di antaranya uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis. Ketiga uji tersebut dijelaskan sebagai berikut:

a. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang dilakukan terhadap serangkaian data untuk mengetahui apakah populasi data berdistribusi normal atau tidak. Bila data berdistribusi normal, maka dapat digunakan uji statistik berjenis parametrik. Sedangkan bila data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji statistik nonparametrik. Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* pada aplikasi SPSS. Adapun kriteria pengujian uji normalitas menggunakan *software* SPSS adalah sebagai berikut.

1) Jika nilai *Sig.* > 0,05, maka data terdistribusi secara normal.

- 2) Jika nilai *Sig.* < 0,05, maka data tidak terdistribusi secara normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan pengujian mengenai sama tidaknya variansi-variansi dua buah atau lebih sampel dari populasi yang sama. Uji homogenitas pada penelitian ini dilakukan dengan aplikasi SPSS. Berikut kriteria pengujian uji homogenitas.

- 1) Nilai *Sig.* > 0,05, maka varian nilai dari kedua kelas homogen.
- 2) Nilai *Sig.* < 0,05, maka varian nilai dari kedua kelas heterogen (Putri, 2022).

c. Uji Hipotesis

1) Langkah Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis adalah suatu langkah yang dilakukan untuk menentukan apakah suatu hipotesis dapat diterima atau ditolak dalam menguji hipotesis penelitian. Uji hipotesis ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap Keterampilan Proses Sains peserta didik pada kedua kelas yang diberikan perlakuan berbeda yaitu model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif pada kelas eksperimen dan model pembelajaran PBL pada kelas kontrol.

Statistik yang digunakan dalam menentukan uji hipotesis harus berdasarkan asumsi-asumsi statistika yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Apabila data berdistribusi normal maka uji hipotesis dapat dilakukan dengan menggunakan uji parametrik *independent-*

samples T test. Pengujian analisis hipotesis dengan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ memiliki kriteria sebagai berikut.

- a) Nilai *Sig. (2-tailed)* $< 0,05$ terdapat pengaruh yang signifikan.
- b) Nilai *Sig. (2-tailed)* $> 0,05$ tidak terdapat pengaruh yang signifikan.

Sedangkan apabila data tidak berdistribusi normal dan tidak homogen maka uji hipotesis yang dapat digunakan adalah uji non parametrik yaitu uji *mann whitney*. Adapun kriteria untuk menentukan apakah terdapat perbedaan atau tidak ditentukan sebagai berikut.

- a) Nilai *Asymp Sig. (2-tailed)* $< 0,05$ terdapat pengaruh yang signifikan.
- b) Nilai *Asym Sig. (2-tailed)* $> 0,05$ tidak terdapat pengaruh yang signifikan (Siregar, 2017).

2) Hipotesis Statistik

Adapun rumusan hipotesis statistik penelitian sebagai berikut:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

Keterangan :

μ_1 = Nilai rata-rata Keterampilan Proses Sains peserta didik kelas eksperimen yang telah diberikan perlakuan model inkuiri terbimbing berbantuan multimedia interaktif.

μ_2 = Nilai rata-rata Keterampilan Proses Sains peserta didik kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional.

Pengujian hipotesis digunakan untuk menguji H_0 dan H_1 yang dirumuskan pada hipotesis statistic diterima atau ditolak dengan menggunakan uji-T (Sugiyono, 2018)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana,

t = Nilai t hitung

\bar{x}_1 = Nilai rata-rata skor kelompok eksperimen

\bar{x}_2 = Nilai rata-rata skor kelompok kontrol

n_1 = Jumlah sampel kelas eksperimen

n_2 = Jumlah sampel kelas kontrol

s_1^2 = varian kelas eksperimen

s_2^2 = varian kelas kontrol

Dengan demikian kriteria pengujiannya adalah H_0 diterima jika nilai $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan H_1 diterima nilai $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ pada taraf signifikan $\alpha = 0,05$ dengan derajat kebebasan (dk) = $n_1 + n_2 - 2$.

- a) Hipotesis : Tidak terdapat pengaruh model pembelajaran
Nol (H_0) *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif dan PBL terhadap Keterampilan Proses Sains peserta didik.
- b) Hipotesis : Terdapat pengaruh model pembelajaran
Kerja (H_a) *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif dan PBL terhadap

Keterampilan Proses Sains peserta didik
(Riduwan, 2018).



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Bagian ini menyajikan sebuah analisis hasil penelitian yang telah dilakukan di sekolah. Sebelum menyajikan hasil analisis deskriptif dan inferensial, perangkat penelitian dan instrumen tes yang telah diuji Hasil analisis uji validitas *gregory* pada perangkat penelitian dan teknik korelasi *product moment* instrumen tes selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

a. Uji Reabilitas

Berdasarkan uji reliabilitas instrumen tes diperoleh nilai reliabilitas instrumen sebesar 1.083 dengan kriteria Sangat tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa instrumen tes Keterampilan Proses Sains untuk peserta didik termasuk reliabel. Pengujian reliabilitas instrumen tes Keterampilan Proses Sains ini selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.

b. Taraf Kesukaran

Indeks kesukaran soal instrumen tes Keterampilan Proses Sains dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Indeks Kesukaran Instrumen Tes

No. Soal	Indeks Kesukaran	Kategori
1	0.68	Sedang
2	0.34	Sedang
3	0.17	Sukar
4	0.14	Sukar
5	0.10	Sukar
6	0.06	Sukar
7	0.17	Sukar

No. Soal	Indeks Kesukaran	Kategori
8	0.23	Sukar
9	0.23	Sukar
10	0.26	Sukar
11	0.17	Sukar

Sumber : data hasil pengolahan (2024)

Hasil analisis indeks kesukaran instrumen tes Keterampilan Berpikir Kritis selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

c. Daya Pembeda

Adapun daya pembeda soal pada instrumen tes Keterampilan Proses Sains dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.2 Daya Pembeda Soal Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains

No. Soal	Daya Pembeda	Kategori
1	0.30	Cukup
2	3.00	Sangat Baik
3	2.24	Sangat Baik
4	1.35	Sangat Baik
5	1.82	Sangat Baik
6	2.14	Sangat Baik
7	0.54	Baik
8	0.85	Sangat Baik
9	1.71	Sangat Baik
10	1.79	Sangat Baik
11	1.41	Sangat Baik

Sumber : data hasil pengolahan (2024)

Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa terdapat 1 soal berada pada kategori cukup, 1 soal berada pada kategori Baik, dan 9 soal dengan kategori sangat baik. Hasil daya pembeda instrumen tes Keterampilan Proses Sains selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

1. Hasil Analisis Deskriptif *Pretest*

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan *pretest* pada peserta didik untuk mengukur keterampilan proses sains pada peserta didik.

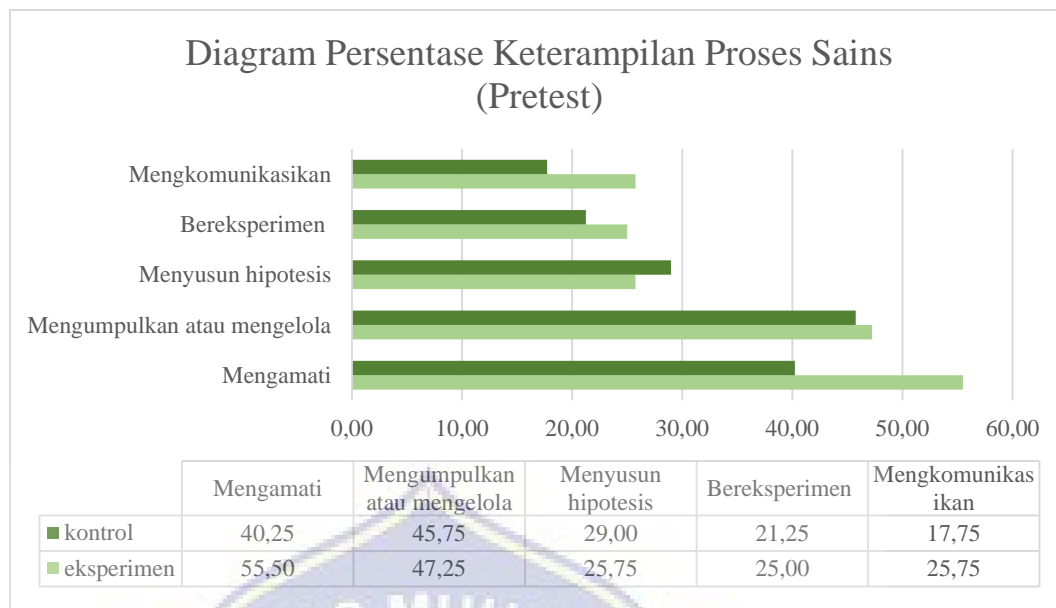
Berdasarkan hasil analisis deskriptif pada saat *pretest* peserta didik kelas XI.3 SMAN 10 Bulukumba yang dijarkan dengan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif pada kelas eksperimen dan model pembelajaran konvensional di kelas kontrol (XI.6). Pada penelitian ini digunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Setiap kelas dilakukan pengambilan data *pretest* dan *posttest*. Hasil data yang diperoleh pada peserta didik kelas XI.3 SMAN 10 Bulukumba dapat disajikan pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Analisis Deskriptif Eksperimen Keterampilan Proses Sains

Kategori	Kelas	
	Eksperimen	Kontrol
Jumlah Sampel	35	35
Nilai rata-rata	41,16	35,23
Standar deviasi	6,01	6,19
Nilai tertinggi	52	46
Nilai terendah	28	26

Sumber : data hasil pengolahan (2024)

Adapun data persentase indikator Keterampilan Proses Sains peserta didik disajikan dalam bentuk diagram batang. Berikut data eksperimen dan kontrol Keterampilan proses sains peserta didik kelas XI.3 untuk kelas eksperimen dan kelas XI.6 untuk kelas kontrol SMAN 10 Bulukumba pada kelas eksperimen dan kelas kontrol yang disajikan pada gambar 4.1.



Sumber : Data hasil pengolahan (2024)

Gambar 4.1 Diagram Persentase Data Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI 3 dan 6

Berdasarkan tabel mendeskripsikan tingkat Keterampilan proses sains peserta didik sesuai dengan indikator yang digunakan dalam instrumen. Terlihat pada indikator pertama yaitu mengamati mempunyai persentase paling tinggi dari pada indikator lainnya. Kelas eksperimen mendapatkan 55.50% dan kelas kontrol pada indikator kedua yaitu mengumpulkan atau mengelola mendapatkan 45.75% Hal tersebut dikarenakan peserta didik kelas eksperimen dan kontrol lebih fokus ketika mengerjakan instrumen tes keterampilan proses sains.

2. Hasil Analisis Deskriptif *Posttest*

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan *posttest* pada peserta didik untuk mengukur keterampilan proses sains pada peserta didik. Berdasarkan hasil analisis deskriptif peserta didik kelas XI IPA 3 SMAN 10 Bulukumba yang di jarkan dengan model pembelajaran *discovery*

learning berbantuan multimedia interaktif pada kelas eksperimen dan model pembelajaran konvensional di kelas kontrol. Pada penelitian ini digunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Setiap kelas dilakukan pengambilan data *post-test*. Hasil data yang diperoleh pada peserta didik kelas XI IPA 3 SMAN 10 Bulukumba dapat disajikan pada tabel 4.5 berikut.

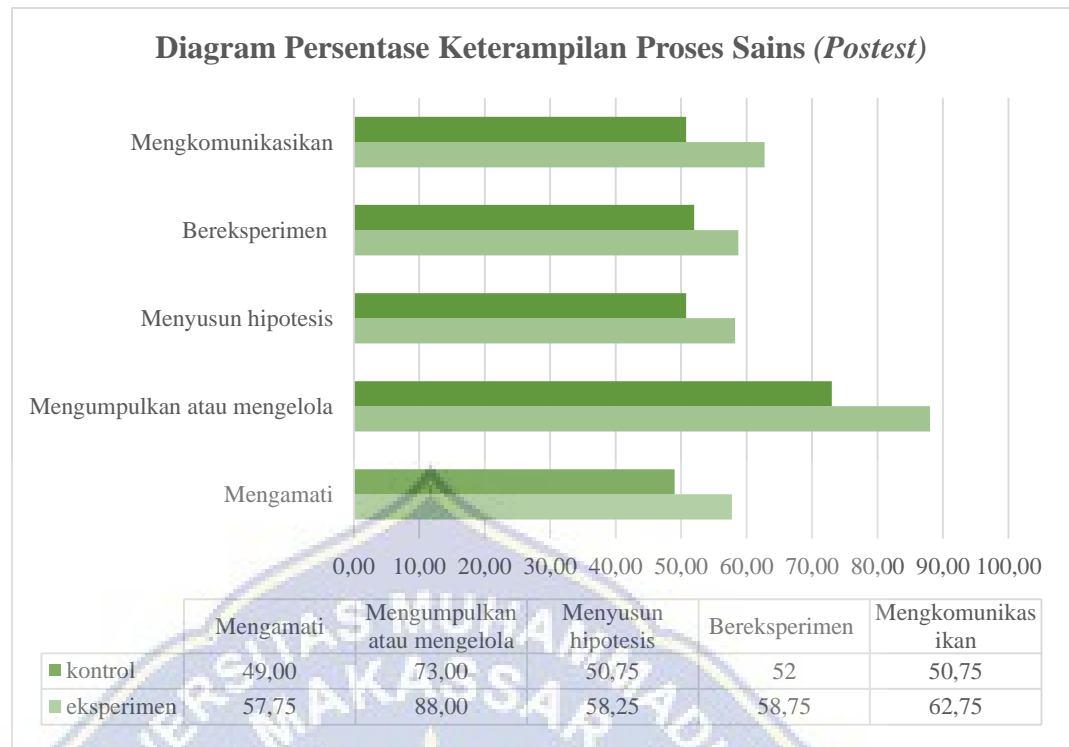
Tabel 4.4 Hasil Analisis Deskriptif Eksperimen dan Kontrol (*posttest*)

Keterampilan Proses Sains

Kategori	Kelas	
	Eksperimen	Kontrol
Jumlah Sampel	35	35
Nilai rata-rata	74.71	63.14
Standar deviasi	7.85	8.58
Nilai tertinggi	88	80
Nilai terendah	62	50

Sumber : data hasil pengolahan (2024)

Adapun data persentase indikator Keterampilan Proses Sains peserta didik disajikan dalam bentuk diagram batang. Berikut data eksperimen dan kontrol Keterampilan proses sains peserta didik kelas XI.3 untuk kelas eksperimen dan kelas XI.6 untuk kelas kontrol SMAN 10 Bulukumba pada kelas eksperimen dan kelas kontrol yang disajikan pada gambar 4.2.



Sumber : Data hasil pengolahan (2024)

Gambar 4.2 Diagram Persentase Data Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI 3 dan 6

Berdasarkan tabel mendeskripsikan tingkat Keterampilan proses sains peserta didik sesuai dengan indikator yang digunakan dalam instrumen. Terlihat pada indikator kedua yaitu mengumpulkan atau mengelola mempunyai persentase paling tinggi dari pada indikator lainnya. Kelas eksperimen mendapatkan 88.00% dan kelas kontrol mendapatkan 73.00% Hal tersebut dikarenakan peserta didik kelas eksperimen dan kontrol lebih fokus ketika mengerjakan instrumen tes keterampilan proses sains.

3. Hasil Analisis Inferensial

a. Uji Normalitas

Data penelitian yang telah diperoleh dari hasil eksperimen dan kontrol diolah menggunakan aplikasi SPSS dengan beberapa uji seperti

uji normalitas yang bertujuan untuk mengetahui data yang diperoleh terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas ini dilakukan dengan uji kolmogorov-smirnov pada aplikasi SPSS dan hasil analisis tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Pretest dan Posttest pada Kelas Ekperimen dan Kelas Kontrol

	Kelas	Kolmogorov-Smirnov			α	Kesimpulan
		Statistik	df	Sig.		
<i>pretest</i>	Eksperimen	0,137	35	0,093	0,05	Sig. > α berdistribusi normal
	kontrol	0,130	35	0,145	0,05	Sig. > α berdistribusi normal
<i>Posttest</i>	Eksperimen	0,135	35	0,152	0,05	Sig. > α berdistribusi normal
	kontrol	0,090	35	0,200	0,05	Sig. > α berdistribusi normal

Sumber: data hasil pengolahan (2024)

Berdasarkan data dapat diketahui bahwa nilai Sig. untuk data eksperimen *pretest* memperoleh nilai $0,093 > 0,05$ dan pada *posttest* memperoleh nilai $0,145 > 0,05$. Selanjutnya untuk nilai *kontrol* pada *pretest* memperoleh nilai $0,106 > 0,05$ dan *posttest* bernilai $0,200 > 0,05$ hal ini menunjukkan bahwa nilai tersebut lebih besar dari Sig. 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut terdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Berdasarkan data hasil perhitungan yang telah diperoleh maka uji selanjutnya yang digunakan adalah uji homogenitas pada data kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini digunakan untuk mengetahui

apakah varians dan data yang diperoleh homogen atau tidak homogen. Cara untuk melakukan ini dengan melakukan uji one-way anova pada aplikasi SPSS.

Berdasarkan hasil uji homogenitas menggunakan aplikasi SPSS data Hasil keterampilan proses sains memperoleh nilai Sig. Hasil uji homogenitas pada data dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas *Posttest* pada Kelas Ekperimen dan Kelas Kontrol

	Statistik				α	Kesimpulan
	Statistik	df1	df2	Sig.		
<i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	2,436	3	136	0,67	0,05	Sig. > α Homogeny

Sumber: data hasil pengolahan (2024)

Berdasarkan hasil yang disajikan dapat diketahui nilai Sig. data kelas eksperimen dan kontrol sebesar 0,67 yang menunjukkan bahwa nilai tersebut lebih besar dari Sig. 0,05 atau $0,67 > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa data kelas eksperimen dan kontrol homogen.

c. Uji Hipotesis

Uji hipotesis merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh terhadap keterampilan proses sains berdasarkan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji hipotesis ini dilakukan dengan memperhatikan uji prasyarat yaitu uji normalitas yang merupakan syarat untuk menentukan uji hipotesis yang digunakan pada data keterampilan proses sains. Sehingga uji hipotesis ini dilakukan dengan menggunakan uji statistik parameter yaitu uji

independent sample t test. Hasil uji hipotesis pada data dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Hasil Uji *Independent Sample T-Test Posttest* pada Kelas Ekperimen dan Kelas Kontrol

tatistik		α	Kesimpulan
df	Sig. (2-tailed)		
68	0,005	0,05	Sig.(2-tailed) > α Terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan

Sumber: data hasil pengolahan (2024)

Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan aplikasi SPSS dengan menggunakan uji independent-sample T test dapat diketahui nilai Sig. (2-tailed) pada kelas eksperimen dan kontrol bersifat homogen sebesar 0,005 yang berarti nilai tersebut lebih kecil dari nilai Sig. (2-tailed) atau $0,005 < 0,05$ yang menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yaitu terdapat pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains.

B. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan keterampilan proses sains peserta didik pada pembelajaran Fisika kelas XI yang diajarkan menggunakan model *discovery learning* dan yang diajarkan menggunakan model *Problem Based Learning*. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan judul pengaruh *model discovery learning* berbantuan multimedia interaktif terhadap keterampilan proses sains peserta didik dengan tujuan mendeskripsikan seberapa besar keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif, mendeskripsikan seberapa besar

keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan tanpa menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dan mendeskripsikan seberapa besar pengaruh yang signifikan dalam perbedaan antara keterampilan proses sains peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif dengan diajarkan model *Problem Based Learning*. Inovasi pembelajaran *discovery learning* merupakan kombinasi yang sangat menunjang proses pembelajaran di sekolah. Dengan perkembangan teknologi di bidang pendidikan tidak dapat dipungkiri lagi bahwa pendidikan harus beradaptasi dengan perkembangan teknologi yang ada. Hal ini mampu meningkatkan keterampilan proses sains mereka. Selain itu sesuai dengan pendapat (Nurrohmi, 2017: 113) menyatakan bahwa pada pembelajaran *Discovery learning* juga suatu tipe pembelajaran dimana peserta didik membangun pengetahuan mereka sendiri dengan mengadakan suatu percobaan dan menemukan sebuah prinsip dari hasil percobaan tersebut, *Discovery Learning* merupakan komponen dari praktek pendidikan yang meliputi metode mengajar yang memajukan cara belajar aktif, berorientasi pada proses, pengarahannya sendiri dan reflektif. Pembelajaran dengan model *Discovery Learning* membuat pembelajaran ini lebih menarik dan interaktif karena peserta didik didorong untuk menyelidiki dan membangun pengetahuan melalui bahan ajar yang ditampilkan menggunakan flipbook dan LKPD yang diberikan setiap pertemuan yang telah dirancang dengan baik dapat menjadi panduan dalam penyelidikan dan mengkonstruksikan pengetahuan.

Berdasarkan hasil analisis data deskriptif pada *pre-test* keterampilan proses sains pada peserta didik. Terlihat bahwa kelas eksperimen mempunyai

nilai rata-rata lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Dimana diperoleh persentase tertinggi sebesar 55,50% pada kelas eksperimen untuk indikator mengamati. Hal ini disebabkan karena model pembelajaran yang memiliki satu tahap yang menuntut peserta didik untuk mengembangkan keterampilan mengamati melalui jalan berperan aktif dalam praktikum(Wahyuni Salosso et al., 2018). Pada tahap ini peserta didik mengamati perubahan energi yang terjadi pada suatu rangkaian sistem termodinamika. Sedangkan persentase terbesar pada kelas kontrol sebesar 45,75% untuk indikator mengumpulkan atau mengelola. Pada tahap ini peserta didik mampu mengumpulkan dan mengolah data mengenai sistem-sistem termodinamika.

Berdasarkan hasil analisis data deskriptif pada *pre-test* nilai standar deviasi pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol menunjukkan bahwa perolehan nilai rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi. Begitu pula dengan nilai varians kelas eksperimen yang juga lebih tinggi dari kelas kontrol, hal tersebut menunjukkan bahwa titik data nilai kelas eksperimen tersebar di sekitar nilai rata-rata.

Berdasarkan hasil analisis data deskriptif yang telah dilakukan menunjukkan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen *posttest* XI.3 nilai rata-rata, standar deviasi dan varian yang diperoleh peserta didik lebih besar dibandingkan dengan kelas XI.6 atau kelas kontrol. Dimana diperoleh persentase tertinggi 88,00% pada kelas eksperimen untuk indikator mengumpulkan atau mengelola, dan persentase terbesar pada kelas kontrol sebesar 73,00% pada indikator mengumpulkan dan mengelola. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat penggunaan model pembelajaran *discovery*

learning memberikan dampak yang baik terhadap keterampilan proses peserta didik pada indikator mengumpulkan dan mengolah (Wahyuni Salosso et al., 2018). Hal ini dikarenakan dengan adanya berbagai media pembelajaran berupa fkipbbok dan video praktik, peserta didik lebih mudah dalam mengumpulkan dan mengolah perbedaan sistem-sistem termodinamika. Hal ini mengindikasikan bahwa ketercapaian indikator keterampilan proses sains peserta didik cenderung meningkat. Selain itu sesuai pendapat (Elvanisi et al., 2018) yang menyatakan bahwa tingginya indikator meramalkan dalam penelitian ini bukan dari kegiatan praktikum, melainkan dari seringnya guru membimbing peserta didik untuk melakukan kegiatan diskusi kelompok.

Berdasarkan hasil analisis data deskriptif pada *post-test* nilai standar deviasi pada kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan kelas eksperimen menunjukkan bahwa perolehan nilai rata-rata kelas kontrol lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa data *pre-test* kelas eksperimen lebih tersebar secara merata dibandingkan kelas kontrol.

Berdasarkan analisis inferensial menggunakan aplikasi SPSS data penelitian kelas eksperimen dan kontrol diuji menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis. Uji pertama yang dilakukan adalah uji normalitas dengan menggunakan uji *kolmogorov-smirnov* pada aplikasi SPSS dan menunjukkan bahwa data *pretest* dan *posttest* eksperimen terdistribusi normal karena nilai Sig. yang diperoleh lebih besar dari Sig. 0.05 atau $0.945 > 0.05$ dan $0,944 > 0,05$. sedangkan untuk data kelas kontrol *pretest* dan *posttest* terdistribusi normal karena besar nilai Sig. yang berarti lebih besar dari nilai Sig. $0,106 > 0,05$ dan $0.200 > 0.05$.

Uji inferensial selanjutnya yang dilakukan terhadap data penelitian yang telah diperoleh adalah uji homogenitas menggunakan. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah data penelitian yang telah dikumpulkan berasal dari kelas homogen atau tidak. Uji homogenitas ini dilakukan dengan pada aplikasi SPSS. Adapun kriteria sebuah data berasal dari kelas yang homogen jika nilai Sig. > 0.05 . Berdasarkan uji homogenitas yang dilakukan pada kelas eksperimen dan kontrol menunjukkan bahwa data tersebut bersifat homogen karena Sig. > 0.05 atau $0.67 > 0.05$.

Selanjutnya dilakukan uji hipotesis pada data penelitian kelas eksperimen dan kontrol. Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui pengaruh terhadap Keterampilan Proses Sains peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji hipotesis dilakukan dengan memperhatikan uji prasyarat yang telah dilakukan yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji prasyarat tersebut merupakan syarat untuk menggunakan uji hipotesis yang akan dilakukan.

Berdasarkan uji normalitas yang dilakukan pada data kelas eksperimen *pretest* dan *posttest* maupun kelas kontrol semuanya terdistribusi normal dan juga bersifat homogen. Oleh sebab itu, untuk melakukan uji hipotesis dapat dilakukan dengan menggunakan uji statistik parametrik yaitu uji independent-samples T test. Berdasarkan hasil uji independent-sample T test yang telah dilakukan pada data kelas kontrol dan eksperimen menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains peserta didik karena nilai Sig. (2-tailed) data bersifat homogen yaitu sebesar 0.005 yang berarti nilai tersebut lebih kecil dari nilai Sig. (2-tailed) atau $0.005 < 0.05$.

Oleh karena itu, hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap Keterampilan proses sains peserta didik karena nilai Sig. (2-tailed) pada *equal variances assumed* karena data bersifat homogen yaitu sebesar 0.005 yang berarti nilai tersebut lebih kecil dari nilai Sig. (2-tailed) atau $0.005 < 0.05$. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Tyas & dkk., 2020) diketahui bahwa terdapat peningkatan yang signifikan terhadap aspek keterampilan proses sains.

Discovery learning adalah suatu kerangka pembelajaran yang dirancang secara sistematis agar siswa mampu memperoleh pengetahuan/konsep-konsep dengan menemukan sendiri melalui kegiatan percobaan/eksperimen. Pengetahuan/konsep-konsep ini disampaikan kepada siswa melalui permasalahan yang telah direkayasa oleh guru. Dalam penerapan *discovery learning* siswa diberi masalah yang berkaitan dengan konsep materi, kemudian guru memberi kesempatan siswa menemukan jawaban dari masalah yang berarti mereka menemukan konsep tersebut sendiri sedangkan guru berperan sebagai pembimbing.

Penggunaan model pembelajaran *discovery learning* juga dapat dilakukan dengan dibantu berbagai macam media terlebih saat ini sudah banyak berkembang media baik yang cetak maupun digital. Multimedia interaktif merupakan bentuk menggabungkan banyak unsur Media digital yang dapat digunakan pada saat pembelajaran. Dari persentase respon peserta didik terhadap multimedia yang diterapkan dalam pembelajaran memiliki dampak positif dengan jumlah persentase sebesar 82% baik dan 18% sangat baik.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh (Nurmanita, 2022) yang menunjukkan ada pengaruh positif atau pengaruh signifikan terhadap multimedia interaktif terhadap keterampilan proses sains.

Peserta didik yang dibelajarkan dengan multimedia interaktif mampu mengikuti pembelajaran dengan lebih baik, mampu memvisualisasikan pembelajaran dengan baik, tahu apa yang harus dilakukan dan mengetahui alur kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan. Sehingga keterampilan proses sains siswa yang dibelajarkan dengan multimedia interaktif ini terbukti lebih baik dibandingkan dengan siswa yang dibelajarkan tanpa multimedia interaktif. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Khaeruman dkk, 2018) yang menyatakan Penggunaan multimedia dapat meningkatkan nilai rata-rata keterampilan proses sains peserta didik berdasarkan penilaian untuk kerja. Peserta didik aktif melakukan seluruh aspek keterampilan proses sains. Ada beberapa aspek pada keterampilan proses sains yang digunakan.

Beberapa keterampilan proses sains dan indikatornya yang digunakan dalam mengukur penilaian terhadap kegiatan peserta didik dan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Keterampilan proses sains terintegrasi mengamati, mengumpulkan atau mengelola data Menyusun hipotesis bereksperimen dan mengkomunikasikan. Pada hasil penelitian ini indikator yang paling tinggi yaitu mengumpulkan dan mengelola data dengan perolehan persentase untuk kelas eksperimen yaitu 88.00% dan untuk kelas kontrol yaitu 73.00%.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains peserta didik yang diajar menggunakan model *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif dengan peserta didik yang

diajar menggunakan pembelajaran konvensional. Hal ini juga diungkapkan oleh (Destrika & dkk, 2015) bahwa keterampilan proses sains siswa pada kelas eksperimen yang menggunakan model *discovery learning* lebih baik dari pada keterampilan proses sains siswa pada kelas kontrol yang tidak menggunakan model *discovery learning*. Hal ini dapat dilihat berdasarkan perolehan skor rata-rata tes Keterampilan proses sains peserta didik ketika dilakukan tes.

Kemudian (Putri & Juliana, 2017) mengungkapkan bahwa model pembelajaran *discovery learning* membuat siswa dapat lebih memahami materi pelajaran melalui proses mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi dan mengkomunikasi materi yang dipelajari pada saat proses pembelajaran berlangsung. Hal ini sejalan dengan karakteristik sains yang berhubungan dengan cara mengetahui sesuatu bukan hanya fakta, konsep dan prinsip saja, tetapi menekankan pada penemuan. (Zulfiani dkk, 2009) mengungkapkan bahwa kemampuan siswa dalam menemukan konsep perlu dilakukan dengan kegiatan pembelajaran yang berorientasi pada proses.

Kemudian Hasil peningkatan positif yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Hadiono & nuor, 2016) menyatakan bahwa Berdasarkan angket respon siswa terhadap penggunaan model *discovery learning* dalam pembelajaran fisika, lebih dari separuh responden dalam kelas tersebut memiliki jawaban ya pada angket di setiap pernyataan yang diberikan. Harga persentase yang ada jika dimasukkan pada kriteria, maka model pembelajaran ini layak untuk dilaksanakan. Hasil positif respon siswa diperoleh karena selama ini proses pembelajaran di sekolah jarang menggunakan model, sehingga pada saat menggunakan model *discovery*

learning dengan bantuan multimedia interaktif peserta didik sangat antusias. Hal ini sejalan dengan penelitian (Marisda et al., 2020) yang menyatakan bahwa respon positif baik dari dosen pengampuh dan guru mata pelajaran fisika, maupun dari pihak peserta didik. Melalui indikator untuk angket respon penilaian peserta didik terhadap penggunaan media pembelajaran yaitu kualitas, bahasa, ilustrasi, kegunaan, dan fleksibilitas.

Adapun kelebihan dari penelitian ini, antara lain:

1. Modul fisika berbasis digital dengan menggunakan *flipbook* pada materi termodinamika dapat digunakan di luar kelas maupun dalam kelas.
2. Modul fisika berbasis digital dengan menggunakan *flipbook* pada materi termodinamika bahan ajar yang menekankan peserta didik pada kemampuan analisis, evaluasi, dan kreativitas.

Modul fisika berbasis digital dengan menggunakan *flipbook* pada materi termodinamika yang dilengkapi video praktikum, sehingga memberikan peluang peserta didik untuk membangun ide dan gagasan mengkritis sebuah permasalahan.

Adapun faktor penghambat/kelemahan yang ditemukan peneliti dalam pelaksanaan penelitian ini, antaran lain:

1. Kesulitan dalam penyesuaian media dengan materi yang digunakan.
2. Proses pengeditan menggunakan beberapa media.
3. Jaringan yang kurang stabil.

Berdasarkan penjelasan di atas, menunjukkan bahwa keterampilan proses sains pada pembelajaran fisika melalui model *discovery learning*

berbantuan multimedia interaktif tergolong kategori baik. Artinya, model *discovery learning* dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan hasil dan pembahasan penelitian berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebagai berikut.

1. Keterampilan proses sains peserta didik pada kelas XI.3 SMAN 10 Bulukumba sebelum diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif memperoleh nilai rata-rata sebesar 41.16 dan setelah diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan multimedia interaktif memperoleh nilai rata-rata sebesar 74.71 dan termasuk dalam kategori sedang.
2. Keterampilan proses sains peserta didik pada kelas XI.6 SMAN 10 Bulukumba yang sebelum diajarkan menggunakan model pembelajaran PBL memperoleh nilai rata-rata sebesar 35.23 dan setelah diajarkan menggunakan model pembelajaran PBL memperoleh nilai rata-rata sebesar 63.14 dan termasuk dalam kategori sedang.
3. Terdapat pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan media multimedia interaktif dengan diajarkan menggunakan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Yang dibuktikan dengan nilai Sig. (2-tailed) atau $0,005 < 0,05$ yang menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yaitu terdapat pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains.

B. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini diberikan sebagai masukan untuk perbaikan penelitian yang lebih baik lagi dan ditujukan kepada berbagai pihak sebagai berikut.

1. Guru diharapkan dapat membimbing dan melibatkan peserta didik secara aktif serta memanfaatkan model pembelajaran yang dapat dikombinasi dengan berbagai jenis media untuk memudahkan dalam proses pembelajaran seperti penggunaan model pembelajaran discovery learning berbantuan multimedia interaktif.
2. Pihak pemerintah dan pihak sekolah diharapkan dapat memfasilitasi proses pembelajaran dengan sarana yang mendukung pemanfaatan media digital sehingga lebih memudahkan proses pembelajaran baik di sekolah maupun di luar lingkungan sekolah.
3. Penelitian berikutnya bisa menjadikan hasil penelitian ini sebagai referensi untuk melakukan penelitian yang lebih baik lagi dengan memaksimalkan multimedia interaktif.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, s. N., & subali, b. (2019). Sifat-sifat cahaya dalam discovery learning untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Jurnal ilmu pendidikan*, 24(2), 75-79.
- Anugrah, Salmiah Sari, S., & Jarak Patandean, A. (2020). Penerapan Metode Eksperimen terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik di SMA Negeri 17 Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Fisika PPs UNM*, 2, 2020.
- Ausubel, D. P. (2000). *Constructivist learning and teaching*. Cambridge University Press.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Reports.
- Bruffee, K. A. (1993). *Collaborative learning: Higher education, interdependence, and the authority of knowledge*. Johns Hopkins University Press.
- Budiastuti, D., & Bandur, A. (2018). Validitas dan Reliabilitas Penelitian. In *Binus Mitra Wacana Media*.
- Caesariani, N. A. (2018). Pemanfaatan Multimedia Interaktif pada Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 4(11), 832–840.
- Cahyo, D. (2016). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Gambar Teknik Di Smk N 1 Pleret. In *Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif: Vol. XV (Issue 2)*.
- Çalık, M., & Çalık, N. (2015). The effects of computer simulations on high school students' understanding of gas concepts. *Computers & Education*, 81, 147-156.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*. Wiley.
- Dalimunthe, E., & Yakob, M. (2020). Mengoptimalkan Metode Eksperimen dengan Peningkatan Keterampilan Merangkai Alat-alat Fisika pada Peserta didik SMP Negeri 1 Peureulak. *GRAVITASI: Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains*, 3(01), 12–18.
- Dharmayanti, W., & Oktarika, D. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Guru Ipa Di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 8(1), 41. <https://doi.org/10.31571/saintek.v8i1.1156>
- Donna, R., Egok, A. S., & Febriandi, R. (2021). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Powtoon pada Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar.

Jurnal Basicedu, 5(5), 3799–3813.

- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2014). *The Systematic Design of Instruction*. Pearson.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). *The power of problem-based learning: A practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. Stylus Publishing.
- Dwiqi, G. C. S., Sudatha, I. G. W., & Sukmana, A. I. W. I. Y. (2020). *Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran IPA Untuk Siswa SD Kelas V. 8*, 33–48.
- Destrika Kumalasari, Sudarti, dan Albertus Djoko Lesmono, | Dampak Model Discovery Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Belajar Ipa-Fisika Siswa di MTS Negeri Jember 11. *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol. 4, No.1, Juni 2015, h. 80 – 86.
- Elvanisi, A., Hidayat, S., & Fadillah, E. N. (2018). Analisis keterampilan proses sains siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(2), 245–252. <https://doi.org/10.21831/jipi.v4i2.21426>
- Fitria, Y., Hasanah, F. N. & Gistiatuati, N., 2018. Critical Thinking Skills of Prospective Elementary School Teachers in Integrated Science-Mathematics Lectures. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, XII(4).
- Hadiono dan Nuor Ainiy Hidayati, | Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning Untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas VIII-D SMPN 2 Kamal Materi Cahayal, *Jurnal Pena Sains* Vol. 3, No. 2, Oktober 2016, h. 77-84
- Hadiwijaya, I. (2014). *Pengembangan Media Interaktif Waspada Demam Berdarah Dengue (DBD) Menggunkan Macromedia Flash 8*. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Hanikah, Faiz, A., Nurhabibah, P., & Wardani, M. A. (2020). Penggunaan Media Interaktif Berbasis Ebook di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3(2), 524–532.
- Hasnan, S. M., R. & Fitria, Y., 2020. Pengaruh Penggunaan Model Discovery Learning Dan Motivasi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, IV(2)
- Hawwin Muzakki. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme Ki Hajar Dewantara serta Relevansinya dalam Kurikulum 2013. *Southeast Asian Journal of Islamic Education Management*, 2(2), 261–282. <https://doi.org/10.21154/sajiem.v2i2.64>
- I. S. Putri, R. Juliani, dan I. N. Lestari, —Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa dan Aktivitas Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol.6, No.2, Desember 2017, h. 91-94.

- Istiqomah, b., kurniawan, w., & saptaningrum, e. (2017, september). Pengaruh Media Pembelajaran Algodoo Pada Materi Momentum Dan Impuls Terhadap Pemahaman Konsep Peserta Didik Kelas X SMA. In *lontar physics forum 2017*.
- Jayadi, A., Putri, D. H., & Johan, H. (2020). *Pada Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Sma*. 3(1), 25–32.
- Juraini, J., Taufik, M., & Gunada, I. W. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD (Student Team Achievement Division) dengan Metode Eksperimen Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Fisika pada Peserta didik SMA Negeri 1 Labuapi Tahun Pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 2(2), 80.
- Kristin, F. (2016). *Jurnal Pendidikan Dasar PerKhasa Volume 2, Nomor 1, April 2016 ANALISIS MODEL PEMBELAJARAN*. 2(April).
- Khaeruman, dkk. (2018). Pengaruh Multimedia Interaktif Terhadap Keterampilan Generik Sains dan Pemahaman Konsep Elektrokimia Siswa. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(1).
- Lepiyanto, A. (2017). Analisis Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Berbasis Praktikum. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 5(2), 156.
- Makkawaru, muhajirin. (2021). *Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan Google Sites Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas Xi Di Sma Negeri 22 Gowa*. Skripsi. Makassar : Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Markham, T. (2017). *Project Based Learning: A Handbook for Middle and High School Teachers*. Association for Supervision & Curriculum Development (ASCD).
- Marisda, D. H., Rahmawati, R., & Andriani, A. A. (2020). Respon Dosen dan Mahasiswa Terhadap Penggunaan Media Pembelajaran Multimedia Interaktif Macromedia Flash. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 25–30. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1463>
- Marisyah, Zainuddin, S. H. (2016). *Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Belajar Siswa Pada Pelajaran Ipa Fisika Kelas Viii B Smpn 24 Banjarmasin Melalui Model Inkuiri Terbimbing Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika Vol 4 no . 1 Februari 2016*. 4(1), 52–63.
- Nurhayani, I., Haris, A., & Khaeruddin. (2018). Keterampilan Proses Sains Fisika Peserta Didik Kelas Xi Ipa Sma Negeri 8 Maros. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 23–30.
- Nurhayati, Alsagaf, S. L. H., & Wahyudi. (2019). Pengembangan Tes Diagnostik Three-Tier Multiple Choice Untuk Mengukur Konsepsi Fisika Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan*, 4(2), 47–54.
- Nurlina, dkk. 2021. *Teori Belajar dan Pembelajaran: LPP UNISMUH Makassar*.

- Nurrohmi, Y., dkk. 2017. *Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning untuk Meningkatkan Minat Belajar PAI*. Ponorogo
- Oktavia, R. (2020). Pengaruh Multimedia Interaktif Pada Pembelajaran Biologi Jaringan Tumbuhan Terhadap Keaktifan Dan Pengetahuan Siswa SMAN 6 Darul Makmur. *Edunesia : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(3), 73–81. <https://doi.org/10.51276/edu.v1i3.66>
- Potu, T. R., & Poluakan, C. (2020). Pengaruh Model Discovery Learning Berbantuan Multimedia Interaktif Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di SMPN 2 Poigar. *SCIENING : Science Learning Journal*, 1(2), 41–45. <https://doi.org/10.53682/slj.v1i2.560>
- Putra, W. P. (2020). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Sosiologi Di Kelas X Sma Negeri 21 MAKASSAR. *Corporate Governance (Bingley)*, 10(1), 54–75.
- Putri, H., & Putra, P. (2019). Konsep Teori Belajar Konstruktivisme Anak Usia Dini di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Primearly*, II(2), 192–199.
- Putri, N. A., 2022. *Pengaruh Metode Eksperimen Berbasis Lingkungan Terhadap Keterampilan Proses Sains*. Skripsi. Makassar : Universitas Muhammadiyah Makassar
- Qadri, N. (2020). *Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Menggunakan Media Animasi untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik MA Wihdatul Ulum Parangloe* (Issue February). Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Qurosiyah, g. M. (2018). *Penggunaan media pembelajaran algodoo untuk meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik pada materi alat optik* (doctoral dissertation, uin sunan gunung djati).
- Rahayu, D. N. G., Harijanto, A., & Lesmono, A. D. (2018). Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 162–167.
- Rahmawati, A. S., & Dewi, R. P. (2019). Penggunaan Multimedia Interaktif (MMI) Sebagai Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 5(1), 50–58. <https://doi.org/10.29303/jpft.v5i1.958>
- Riduwan. (2018). *Dasar-dasar Statistik* (P. D. Iswarta (ed.)). Alfabeta.
- Rusydi, A., & Fadhli, M. (2018). Statistika Pendidikan: Teori dan Praktik Dalam Pendidikan. In Cv. *Widya Puspita*.
- Said, A. P., Tawil, M., & Rusli, M. A. (2020). Pengaruh Metode Eksperimen Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas VII SMPN 13 Makassar (Studi pada Materi Pokok Usaha dan Pesawat Sederhana). *Jurnal IPA Terpadu*, 3(2), 87–95.

- Sari, D. R. U., Wahyuni, S., & Bachtiar, R. W. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Multiple Choice High Order Thinking Padapembelajaran Fisika Berbasis E-Learning di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(1), 100–107.
- Sayekti, I. C., & Kinasih, A. M. (2018). Kemampuan Guru Menerapkan Keterampilan Proses Sains Dalam Pembelajaran Ipa Pada Peserta didik Kelas Iv B Sdm 14 Surakarta. *Profesi Pendidikan Dasar*, 1(1), 93.
- Siregar, S. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif* (Suwito (ed.); Pertama). Kencana.
- Sugiyono. (2017). *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. CV Alfabeta.
- Suprihatiningrum, J., Islam, U., Sunan, N., & Yogyakarta, K. (2018). *Persepsi Siswa Difabel Terhadap Praktik Pendidikan Inklusif*. May. <https://doi.org/10.14421/ijds.030204>
- Syaifuddin, S., Sarwi, S., Hartono, H., & Nuswowati, M. (2023, June). Karakterisasi Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains pada Bahan Kajian Fluida Dinamis Berdasarkan Teori Tes Klasik. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)* (Vol. 6, No. 1, pp. 818-825).
- Tawil, M. Liliyasi. (2014). *Keterampilan-keterampilan Sains dan Implementasinya dalam Pembelajaran*. Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Wahyuni Salosso, S., Nurlaili, & Kusumawardani, R. (2018). Analisis keterampilan proses sains siswa SMA melalui penerapan model pembelajaran learning cycle 5E pada pokok bahasan larutan asam dan basa. *Bivalen: Chemical Studies Journal*, 1(1), 45–50. <https://doi.org/10.30872/bcsj.v1i1.280>
- Yuliana, N. (2018). Penggunaan Model Pembelajaran Discovery Learning dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar. *Pedagogia: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar Indonesia*, 4(1), 31–38. <https://doi.org/10.52217/pedagogia.v4i1.732>
- Yuliati, c. L., & susianna, n. (2023). Penerapan model pembelajaran discovery learning dalam meningkatkan keterampilan proses sains, berpikir kritis, dan percaya diri peserta didik. *Scholaria: jurnal pendidikan dan kebudayaan*, 13(1), 48-58.
- Zulfiani, dkk., Strategi Pembelajaran Sains, (Jakarta: Lembaga Penelitian UIN Jakarta, 2009), h.52.

LAMPIRAN 1

PERANGKAT PENELITIAN

1.1 Modul Ajar



MODUL AJAR HUKUM TERMODINAMIKA

Untuk SMA/MA Kelas XI



Disusun Oleh :

Ihzan Wahyudi

Universitas Muhammadiyah Makassar

Informasi Umum

Judul Modul Ajar

Hukum Termodinamika

Nama Penyusun

Ihzan Wahyudi

Satuan Pendidikan

SMAN 10 Bulukumba

Mata Pelajaran

Fisika

Alokasi Waktu

8 x 45 menit (8 pertemuan)

Keterampilan Proses Sains
1. Pemberian Rangsangan/Motivasi

Peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatiannya pada topik termodinamika.

2. Identifikasi Masalah

Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan motivasi, mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah.

3. Pengumpulan Data

Peserta didik mampu mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan observasi, aktivitas membaca sumber lain serta wawancara ataupun tanya jawab terhadap guru.

4. Pembuktian

Peserta didik mampu mendiskusikan hasil pengamatannya dan memverifikasi kan hasil pengamatannya dengan data data ataupun teori pada buku sumber lainnya.

5. Menarik Kesimpulan

Peserta didik mampu mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya serta melakukan proses tanya jawab dan menarik kesimpulan terkait dengan poin-poin penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran untuk topik Termodinamika.

Profil Pelajar Pancasila

DIMENSI	ELEMEN
Beriman, bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia	Akhlak Kepada Alam
Berkebhinekaan global	Refleksi dan tanggung jawab terhadap pengalaman kebhinekaan
Bergotong royong	Kolaborasi
Mandiri	Pemahaman diri dan situasi yang dihadapi
Bernalar Kritis	Merefleksi pemikiran dan proses berpikir dalam mengambil keputusan
Kreatif	Memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan

Kompetensi Awal

Mengidentifikasi hukum-hukum termodinamika beserta sistem serta memahami penerapannya

Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu mendeskripsikan permasalahan sekitar dalam cakupan keterampilan proses sains dalam hukum termodinamika.

Sarana dan Prasarana

Modul, Proyektor, LKPD, Video pembelajaran.

Target Peserta Didik

Peserta didik reguler/tipikal : umum, kesulitan apabila memahami materi tanpa dikaitkan dengan aktivitas sehari-hari

Model Pembelajaran

Discovery Learning

Pemahaman Bermakna

Termodinamika berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *thermos* yang berarti panas, dan *dynamic* yang berarti perubahan. Sehingga termodinamika merupakan ilmu yang mempelajari hukum-hukum yang mengatur perubahan energi dari suatu bentuk ke bentuk lain, aliran, dan kemampuan energi melakukan usaha.

Tujuan Pembelajaran
PERTEMUAN I

1. Peserta didik mampu menjelaskan konsep dasar termodinamika beserta prinsipnya melalui dengan benar
2. Peserta didik mampu mendeskripsikan konsep dari sistem terbuka, tertutup dan terisolasi dengan tepat
3. Peserta didik mampu menganalisis penerapan sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dengan tepat
4. Peserta didik mampu menalar konsep dasar termodinamika beserta prinsipnya melalui pencarian data dengan benar
5. Peserta didik mampu menalar konsep dari sistem terbuka, tertutup dan terisolasi melalui pencarian data dengan tepat
6. Peserta didik mampu menyajikan model penerapan sistem terbuka, tertutup dan terisolasi melalui pencarian data dengan tepat

PERTEMUAN II

1. Peserta didik mampu menjelaskan konsep dasar sistem dan lingkungan serta usaha termodinamika yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari
2. Peserta didik dengan tanggung jawab dan teliti mendeskripsikan sistem-sistem termodinamika

PERTEMUAN III

1. Peserta didik mampu menjelaskan tentang Hukum I Termodinamika dengan benar
2. Peserta didik mampu memformulasikan persamaan perubahan energi dalam dengan benar
3. Peserta didik mampu menyajikan penerapan aplikasi Hukum I Termodinamika melalui pencarian data dengan benar
4. Peserta didik mampu mengolah data persamaan perubahan energi dengan tepat

PERTEMUAN IV

1. Peserta didik mampu menjelaskan proses-proses pada termodinamika dengan benar
2. Peserta didik mampu mendeskripsikan usaha pada proses termodinamika dengan benar
3. Peserta didik mampu menganalisis perubahan keadaan gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume (P-V) dengan tepat
4. Peserta didik mampu menalar proses-proses pada termodinamika dengan benar
5. Peserta didik mampu mengolah data usaha pada proses termodinamika dengan benar
6. Peserta didik mampu menyajikan data perubahan keadaan gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume (P-V) dengan tepat

PERTEMUAN V

1. Peserta didik mampu mengetahui bunyi Hukum I termodinamika
2. Peserta didik mampu menjelaskan proses-proses pada termodinamika dengan benar
3. Peserta didik mampu mengetahui perubahan energi yang terjadi pada beberapa sistem

PERTEMUAN VI

1. Peserta didik mampu menjelaskan bunyi hukum II Termodinamika beserta pengertian siklus dalam Termodinamika dengan benar
2. Peserta didik mampu menjelaskan entropi dan siklus carnot dengan benar
3. Peserta didik mampu menalar bunyi hukum II Termodinamika beserta pengertian siklus dalam Termodinamika melalui pencarian data dengan benar
4. Peserta didik mampu menyajikan entropi dan siklus carnot melalui pencarian data dengan benar
5. peserta didik mampu menganalisis penerapan-penerapan dari hukum termodinamika dengan tepat

PERTEMUAN VII

1. Peserta didik mampu menjelaskan tentang penerapan hukum II termodinamika dengan benar
2. Peserta didik mampu menganalisis siklus carnot pada mesin carnot
3. Peserta didik mampu menghitung efisiensi mesin carnot dengan benar

PERTEMUAN VIII

1. Peserta didik mengikuti post-test terkait hukum termodinamika

Kegiatan Pembelajaran
Pertemuan I : Sistem-sistem Termodinamika

Pertemuan I : Sistem-sistem Termodinamika		
Langkah – langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengarahkan peserta didik dalam memperhatikan kebersihan kelas sebelum pembelajaran di mulai 2. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka, memanjatkan syukur kepada Tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran 3. Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang diharapkan bisa dicapai setelah proses pembelajaran 5. Guru memberikan apersepsi dan motivasi dengan cara mengulas materi serta menayangkan video terkait dengan prinsip termodinamika, beserta sistem-sistem termodinamika, dilanjutkan dengan mengajukan pertanyaan 	15 menit
Inti	<p>Stimulation :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menayangkan video animasi termos 2. Guru memberikan contoh-contoh materi konsep dasar terkait dengan prinsip dasar termodinamika beserta sistem-sistem termodinamika <p>Problem Statement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru memberikan modul pembelajaran berbentuk <i>flipbook</i> untuk selanjutnya didiskusikan <p>Data Collection :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik mencari informasi di buku paket, dan sumber internet lainnya terkait dengan konsep, prinsip, serta sistem-sistem termodinamika 5. Peserta didik diskusi aktif dengan guru dalam mengkaji materi yang telah disajikan, kemudian menyelesaikan masalah yang ada <p>Data Processing :</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Peserta didik mencatat point-point penting yang diperoleh dan menyusunnya dalam suatu bentuk untuk dipresentasikan <p>Verification :</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Peserta didik melakukan presentasi hasil diskusi 	60 menit
Penutup	<p>Generalization :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup 	15 menit

Pertemuan II : Sistem-sistem Termodinamika

Pertemuan 2 : Sistem-sistem Termodinamika		
Langkah – langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengarahkan peserta didik dalam memperhatikan kebersihan kelas sebelum pembelajaran di mulai 2. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka, memanjatkan syukur kepada Tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran 3. Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang diharapkan bisa dicapai setelah proses pembelajaran 5. Guru memberikan apersepsi dan motivasi dengan cara mengulas materi serta menayangkan video terkait dengan prinsip termodinamika, beserta sistem-sistem termodinamika, dilanjutkan dengan mengajukan pertanyaan 6. Peserta didik dibagi kedalam masing-masing kelompok yang terdiri atas 5 orang 	15 menit
Inti	<p>Stimulation :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menayangkan video animasi termos 2. Guru memberikan contoh-contoh materi konsep dasar terkait dengan prinsip dasar termodinamika beserta sistem-sistem termodinamika <p>Problem Statement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru memberikan LKPD peserta didik yang berbentuk <i>flipbook</i> untuk selanjutnya didiskusikan bersama rekan kerja kelompok <p>Data Collection :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik berdiskusi, bekerjasama dan berbagi tugas dalam kelompok untuk menjawab rumusan masalah yang disajikan dalam LKPD peserta didik yang berbentuk <i>flipbook</i> 5. Peserta didik mencari informasi di buku paket, dan sumber internet lainnya terkait dengan konsep, prinsip, serta sistem-sistem termodinamika <p>Data Processing :</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Peserta didik mencatat point-point penting yang diperoleh dan menyusunnya dalam suatu bentuk untuk dipresentasikan <p>Verification :</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Peserta didik melakukan presentasi hasil diskusi 	60 menit
Penutup	<p>Generalization :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup 	15 menit

Pertemuan III : Hukum I Termodinamika

Pertemuan 3 : Hukum I Termodinamika		
Langkah - langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengarahkan peserta didik dalam memperhatikan kebersihan kelas sebelum pembelajaran di mulai 2. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka, memanjatkan syukur kepada Tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran 3. Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 4. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan hari ini beserta tujuan dan manfaatnya 5. Guru memberikan apersepsi dan motivasi dengan cara mengulas materi yang telah dipelajari sebelumnya 	15 menit
Inti	<p>Stimulation :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menampilkan beberapa gambar yang berkaitan dengan usaha pada proses termodinamika dan grafik keadaan gas ideal termodinamika 2. Guru memberikan contoh-contoh materi konsep dasar terkait Hukum I Termodinamika <p>Problem Statement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru memberikan modul pembelajaran berbentuk <i>flipbook</i> untuk selanjutnya didiskusikan <p>Data Collection :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik mencari informasi di buku paket, dan sumber internet lainnya terkait dengan usaha pada proses termodinamika dan grafik keadaan gas ideal Termodinamika 5. Peserta didik diskusi aktif dengan guru dalam mengkaji materi yang telah disajikan, kemudian menyelesaikan masalah yang ada <p>Data Processing :</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Peserta didik mencatat point-point penting yang diperoleh dan menyusunnya dalam suatu bentuk untuk dipresentasikan <p>Verification :</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Peserta didik melakukan presentasi hasil diskusi <p>Generalization :</p>	60 menit
Penutup	<p>Generalization :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup 	15 menit

Pertemuan IV: Hukum I Termodinamika

Pertemuan 4 : Hukum I Termodinamika		
Langkah – langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengarahkan peserta didik dalam memperhatikan kebersihan kelas sebelum pembelajaran di mulai 2. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka, memanjatkan syukur kepada Tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran 3. Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 4. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan hari ini beserta tujuan dan manfaatnya 5. Guru memberikan apersepsi dan motivasi dengan cara mengulas materi yang telah dipelajari sebelumnya 	15 menit
Inti	<p>Stimulation :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menampilkan beberapa gambar yang berkaitan dengan Hukum I Termodinamika, perubahan energi dalam dan kapasitas kalor 2. Guru memberikan contoh-contoh materi konsep dasar terkait Hukum I Termodinamika <p>Problem Statement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru memberikan modul pembelajaran berbentuk <i>flipbook</i> untuk selanjutnya didiskusikan <p>Data Collection :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik mencari informasi di buku paket, dan sumber internet lainnya terkait dengan Hukum I Termodinamika, perubahan energi dan kapasitas kalor 5. Peserta didik diskusi aktif dengan guru dalam mengkaji materi yang telah disajikan, kemudian menyelesaikan masalah yang ada <p>Data Processing :</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Peserta didik mencatat point-point penting yang diperoleh dan menyusunnya dalam suatu bentuk untuk dipresentasikan <p>Verification :</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Peserta didik melakukan presentasi hasil diskusi <p>Generalization :</p>	60 menit
Penutup	<p>Generalization :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup 	15 menit

Pertemuan V: Hukum I Termodinamika

Pertemuan 5 : Hukum I Termodinamika		
Langkah - langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengarahkan peserta didik dalam memperhatikan kebersihan kelas sebelum pembelajaran di mulai 2. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka, memanjatkan syukur kepada Tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran 3. Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang diharapkan bisa dicapai setelah proses pembelajaran 5. Guru memberikan apersepsi dan motivasi dengan cara mengulas materi yang telah dipelajari sebelumnya 6. Peserta didik dibagi kedalam masing-masing kelompok yang terdiri atas 5 orang 	15 menit
Inti	<p>Stimulation :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menampilkan gambar yang berkaitan dengan usaha pada proses termodinamika, grafik keadaan gas ideal termodinamika, perubahan energi dalam dan kapasitas kalor 2. Guru memberikan contoh-contoh materi konsep dasar terkait dengan Hukum I Termodinamika <p>Problem Statement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru memberikan LKPD peserta didik yang berbentuk <i>flipbook</i> untuk selanjutnya didiskusikan bersama rekan kerja kelompok <p>Data Collection :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik berdiskusi, bekerjasama dan berbagi tugas dalam kelompok untuk menjawab rumusan masalah yang disajikan dalam LKPD peserta didik yang berbentuk <i>flipbook</i> 5. Peserta didik mencari informasi di buku paket, dan sumber internet lainnya terkait dengan usaha pada proses termodinamika, grafik keadaan gas ideal termodinamika, perubahan energi dalam dan kapasitas kalor <p>Data Processing :</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Peserta didik mencatat point-point penting yang diperoleh dan menyusunnya dalam suatu bentuk untuk dipresentasikan <p>Verification :</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Peserta didik melakukan presentasi hasil diskusi 	60 menit
Penutup	<p>Generalization :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup 	15 menit

Pertemuan VI: Hukum II Termodinamika

Pertemuan 6 : Hukum II Termodinamika		
Langkah - langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengarahkan peserta didik dalam memperhatikan kebersihan kelas sebelum pembelajaran di mulai 2. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka, memanjatkan syukur kepada Tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran 3. Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 4. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan hari ini beserta tujuan dan manfaatnya 5. Guru memberikan apersepsi dan motivasi dengan cara mengulas materi yang telah dipelajari sebelumnya 	15 menit
Inti	<p>Stimulation :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menampilkan beberapa gambar yang berkaitan dengan siklus dalam termodinamika, siklus carnot, entropi, dan cara kerja mesin pendingin 2. Guru memberikan contoh-contoh materi konsep dasar terkait penerapan termodinamika serta Hukum II Termodinamika <p>Problem Statement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru memberikan modul pembelajaran berbentuk <i>flipbook</i> untuk selanjutnya didiskusikan <p>Data Collection :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik mencari informasi di buku paket, dan sumber internet lainnya terkait dengan siklus dalam termodinamika, siklus carnot, entropi, dan cara kerja mesin pendingin 5. Peserta didik diskusi aktif dengan guru dalam mengkaji materi yang telah disajikan, kemudian menyelesaikan masalah yang ada <p>Data Processing :</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Peserta didik mencatat point-point penting yang diperoleh dan menyusunnya dalam suatu bentuk untuk dipresentasikan <p>Verification :</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Peserta didik melakukan presentasi hasil diskusi <p>Generalization :</p>	60 menit
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup 	15 menit

Pertemuan VII: Hukum II Termodinamika

Pertemuan 7 : Hukum II Termodinamika		
Langkah - langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengarahkan peserta didik dalam memperhatikan kebersihan kelas sebelum pembelajaran di mulai 2. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka, memanjatkan syukur kepada Tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran. 3. Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang diharapkan bisa dicapai setelah proses pembelajaran. 5. Guru memberikan apersepsi dan motivasi dengan cara mengulas materi yang telah dipelajari sebelumnya 6. Peserta didik dibagi kedalam masing-masing kelompok yang terdiri atas 5 orang 	15 menit
Inti	<p>Stimulation :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menampilkan gambar yang berkaitan dengan siklus dalam termodinamika, siklus carnot, entropi, dan cara kerja mesin pendingin 2. Guru memberikan contoh-contoh materi konsep dasar terkait penerapan termodinamika serta Hukum II Termodinamika <p>Problem Statement :</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru memberikan LKPD peserta didik yang berbentuk <i>flipbook</i> untuk selanjutnya didiskusikan bersama rekan kerja kelompok <p>Data Collection :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Peserta didik berdiskusi, bekerjasama dan berbagi tugas dalam kelompok untuk menjawab rumusan masalah yang disajikan dalam LKPD peserta didik yang berbentuk <i>flipbook</i> 5. Peserta didik mencari informasi di buku paket, dan sumber internet lainnya terkait dengan siklus dalam termodinamika, siklus carnot, entropi, dan cara kerja mesin pendingin <p>Data Processing :</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Peserta didik mencatat point-point penting yang diperoleh dan menyusunnya dalam suatu bentuk untuk dipresentasikan <p>Verification :</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Peserta didik melakukan presentasi hasil diskusi 	60 menit
Penutup	<p>Generalization :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyimpulkan kegiatan pembelajaran dan menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup 	15 menit

Pertemuan VIII : Pemberian Post-test

Pertemuan 8 : Post-test		
Langkah – langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	1. Guru mengarahkan peserta didik dalam memperhatikan kebersihan kelas sebelum pembelajaran di mulai 2. Guru melakukan pembukaan dengan salam pembuka, memanjatkan syukur kepada Tuhan YME dan berdoa untuk memulai pembelajaran 3. Guru memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin 4. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan 5. Guru memberikan apersepsi dan motivasi dengan cara mengulas materi yang telah dipelajari sebelumnya	15 menit
Inti	Pemberian Post-test terkait materi Termodinamika	60 menit
Penutup	Generalization : 1. Guru menyampaikan rencana pembelajaran selanjutnya 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam penutup	15 menit

Asesmen Pembelajaran
Formatif
Asesmen Antar Teman (Peer Assesment)
1. Rubrik Penilaian Keterlibatan Diskusi

Nama Penilai :

Nama Kelompok / Anggota yang Dinilai :

No.	Aspek yang Diamati	Poin			
		1	2	3	4
1.	Mengemukakan pendapat saat diskusi				
2.	Mencari materi untuk bahan diskusi				
3.	Membuat media presentasi yang kreatif dan menarik				

Rubrik :

Kriteria Ketercapaian	Baru Berkembang (1)	Layak (2)	Cakap (3)	Mahir (4)
Mengemukakan pendapat saat diskusi	Anggota kelompok tidak terlibat dalam diskusi sama sekali	Anggota kelompok memberi pendapat, akan tetapi tidak sesuai dengan topik diskusi	Anggota kelompok mengemukakan pendapat yang sesuai dengan topik diskusi tanpa disertai alasan atau alasan kurang Tepat	Anggota kelompok mengemukakan pendapat dalam diskusi disertai alasan yang tepat
Mencari materi untuk bahan diskusi	Anggota kelompok tidak mencari referensi materi sama sekali	Anggota kelompok mencari referensi materi, akan tetapi tidak sesuai dengan topik diskusi	Anggota kelompok mencari referensi materi yang sesuai dengan topik diskusi saja tanpa dibaca sama sekali	Anggota kelompok mencari materi yang sesuai dengan topik diskusi serta dapat menjelaskan isi dari referensi tersebut
Membuat media presentasi yang kreatif dan menarik	Anggota kelompok tidak ikut serta dalam pembuatan media presentasi	Anggota kelompok hanya hadir saat pembuatan media presentasi, akan tetapi tidak berkontribusi sama Sekali	Anggota kelompok sedikit berkontribusi dalam pembuatan media presentasi	Anggota kelompok berkontribusi maksimal dalam pembuatan media presentasi

Sumatif
1. Rubrik Penilaian Presentasi

Nama kelompok / peserta didik yang dinilai :

No.	Aspek yang diamati	Poin			
		1	2	3	4
1.	Sistematika presentasi				
2.	Penggunaan bahasa				
3.	Ketepatan intonasi dan kejelasan artikulasi				
4.	Kemampuan mempertahankan dan menanggapi pertanyaan atau sanggahan				
5.	Kreativitas menggunakan media presentasi				

Rubrik :

Kriteria Ketercapaian	Baru Berkembang (1)	Layak (2)	Cakap (3)	Mahir (4)
Sistematika presentasi	Materi presentasi disajikan secara tidak runtut dan tidak sistematis	Materi presentasi disajikan kurang runtut dan tidak Sistematis	Materi presentasi disajikan secara runtut tetapi kurang sistematis	Materi presentasi disajikan secara runtut dan sistematis
Penggunaan bahasa	Bahasa yang digunakan sangat sulit dipahami	Bahasa yang digunakan agak sulit dipahami	Bahasa yang digunakan cukup mudah dipahami	Bahasa yang digunakan sangat mudah dipahami
Ketepatan intonasi dan kejelasan artikulasi	Penyampaian materi disajikan dengan intonasi yang tidak tepat dan artikulasi/ lafal yang tidak jelas	Penyampaian materi disajikan dengan intonasi yang kurang tepat dan artikulasi/ lafal yang kurang jelas	Penyampaian materi disajikan dengan intonasi yang agak tepat dan artikulasi/ lafal yang agak jelas	Penyampaian materi disajikan dengan intonasi yang tepat dan artikulasi/ lafal yang jelas
Kemampuan mempertahankan dan menanggapi pertanyaan atau sanggahan	Sangat kurang mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan	Kurang mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan atau sanggahan dengan baik	Mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan/ sanggahan dengan cukup Baik	Mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan/ sanggahan baik
Kreativitas menggunakan media presentasi	Menggunakan media presentasi yang kurang kreatif, komunikatif dan Menarik	Menggunakan media presentasi yang kreatif, namun kurang komunikatif dan Menarik	Menggunakan media presentasi yang kreatif, namun kurang komunikatif dan menarik	Menggunakan media presentasi yang kreatif, komunikatif dan menarik

Kriteria Ketercapaian Pembelajaran :

Peserta didik dikatakan mencapai kriteria pembelajaran jika 4 dari 5 poin di atas mendapat predikat cakap.

2. Rubrik Penilaian Modul Pembelajaran

Nama kelompok / peserta didik yang dinilai :

No.	Aspek yang Diamati	Poin			
		1	2	3	4
1.	Kebenaran dan kelengkapan jawaban Modul Pembelajaran <i>flipbook</i>				
2.	Kejelasan uraian				
3.	Menafsirkan hasil analisis untuk memecahkan masalah pada Modul Pembelajaran <i>flipbook</i>				
4.	Penyajian hasil Modul Pembelajaran <i>flipbook</i>				

Rubrik :

Kriteria Ketercapaian	Baru Berkembang (1)	Layak (2)	Cakap (3)	Mahir (4)
Kebenaran dan kelengkapan jawaban modul pembelajaran <i>flipbook</i>	Jawaban pada modul pembelajaran <i>flipbook</i> tidak sesuai dengan konteks pertanyaan	Jawaban pada modul pembelajaran <i>flipbook</i> sudah mulai sesuai dengan konteks pertanyaan	Jawaban pada modul pembelajaran <i>flipbook</i> sesuai dengan konteks pertanyaan, akan tetapi tidak disertai alasan yang tepat	Jawaban pada modul pembelajaran <i>flipbook</i> sesuai dengan konteks pertanyaan dan disertai alasan yang tepat
Kejelasan uraian	Dijelaskan secara tidak rinci	Dijelaskan dengan kurang rinci	Dijelaskan dengan rinci namun dengan bahasa yang kurang baik	Dijelaskan dengan rinci dan bahasa yang baik
Menafsirkan hasil analisis untuk memecahkan masalah pada modul pembelajaran <i>flipbook</i>	Tidak dapat menemukan solusi yang tepat	Dapat menemukan solusi tetapi masih kurang tepat	Dapat menemukan solusi sesuai dengan hasil analisis namun rencana masih belum terstruktur	Dapat menemukan solusi yang tepat sesuai dengan hasil analisis dan sudah terbentuk rencana yang terstruktur
Penyajian hasil modul pembelajaran <i>flipbook</i>	Media penyajian hasil modul pembelajaran <i>flipbook</i> tidak menarik	Media penyajian hasil modul pembelajaran <i>flipbook</i> kurang menarik	Media penyajian hasil modul pembelajaran <i>flipbook</i> menarik	Media penyajian hasil modul pembelajaran <i>flipbook</i> sangat menarik

Kriteria Ketercapaian Pembelajaran :

Peserta didik dikatakan mencapai kriteria pembelajaran jika 3 dari 4 poin di atas mendapat predikat cakap.

3. Kriteria Ketercapaian Pembelajaran

Kriteria ketercapaian pembelajaran dapat digunakan untuk menilai ketercapaian hasil belajar peserta didik dalam Tujuan Pembelajaran

Nama peserta didik yang dinilai :

No.	Aspek yang Diamati	Poin			
		1	2	3	4
1.	Keterlibatan dalam diskusi kelompok				
2.	Kemampuan menyimpulkan materi				
3.	Kemampuan eksplorasi dari berbagai sumber				
4.	Kemampuan menyajikan media presentasi yang kreatif				
5.	Kemampuan mempresentasikan hasil diskusi				
6.	Kemampuan menjawab pertanyaan dan berargumentasi				

Rubrik :

Kriteria Ketercapaian	Baru Berkembang (1)	Layak (2)	Cakap (3)	Mahir (4)
Keterlibatan dalam diskusi kelompok	Anggota kelompok tidak terlibat dalam diskusi sama sekali	Anggota kelompok memberi pendapat, akan tetapi tidak sesuai dengan topik diskusi	Anggota kelompok mengemukakan pendapat yang sesuai dengan topik diskusi tanpa disertai alasan atau alasan kurang Tepat	Anggota kelompok mengemukakan pendapat dalam diskusi disertai alasan yang tepat
Kemampuan menyimpulkan materi	Anggota kelompok tidak berkontribusi sama sekali dalam membuat kesimpulan	Anggota kelompok hanya memberi saran dalam kesimpulan, akan tetapi tidak disertai dengan sumber Tambahan	Anggota kelompok memberi beberapa saran dalam kesimpulan, akan tetapi sumber yang diberikan kurang Tepat	Anggota kelompok memberikan saran serta sumber tambahan yang tepat
Kemampuan eksplorasi dari berbagai sumber	Tidak terlibat dalam eksplorasi sumber dan literasi sama sekali	Hanya terlibat dalam pencarian sumber, akan tetapi tidak melakukan literasi sama sekali	Hanya terlibat sedikit dalam eksplorasi sumber dan literasi	Terlibat sepenuhnya dalam eksplorasi sumber dan literasi

Kemampuan menyajikan media presentasi yang kreatif	Menggunakan media presentasi yang kurang kreatif, komunikatif dan Menarik	Menggunakan media presentasi yang kreatif, namun kurang komunikatif dan Menarik	Menggunakan media presentasi yang kreatif, komunikatif, namun kurang Menarik	Menggunakan media presentasi yang kreatif, komunikatif dan menarik
Kemampuan mempresentasikan hasil diskusi	Materi presentasi disajikan secara tidak runtut dan tidak sistematis	Materi presentasi disajikan kurang runtut dan tidak Sistematis	Materi presentasi disajikan secara runtut tetapi kurang sistematis	Materi presentasi disajikan secara runtut dan Sistematis
Kemampuan menjawab pertanyaan dan berargumentasi	Sangat kurang mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan	Kurang mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan atau sanggahan dengan Baik	Mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan/sanggahan dengan cukup baik	Mampu mempertahankan dan menanggapi pertanyaan/sanggahan baik

Kriteria Ketercapaian Pembelajaran :

Peserta didik dikatakan mencapai kriteria pembelajaran jika 5 dari 6 poin di atas mendapat predikat cakup

Termodinamika menjadi salah satu cabang dari sains dan teknik fisika. Jika dalam bidang sains, para ahli akan berusaha mempelajari perilaku dasar sifat fisika dan kimia dari sejumlah materi dalam keadaan berhenti (diam) dengan menggunakan prinsip termodinamika ini. Sementara di bidang teknik, para ahli (insinyur) biasanya akan menggunakan prinsip termodinamika untuk mempelajari sistem dan interaksinya dengan lingkungan. Lalu, apa sih definisi dari termodinamika hingga prinsip kerjanya saja mampu digunakan dalam dua cabang ilmu yang berbeda?

Termodinamika adalah ilmu tentang energi, yang secara spesifik akan membahas mengenai hubungan antara energi panas dengan cara kerjanya. Energi tersebut dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain, baik secara alami maupun melalui hasil rekayasa teknologi. Cara kerja di kebanyakan sistem teknologi dapat dijelaskan melalui termodinamika. Bahkan sering disebut-sebut juga bahwa termodinamika ini menjadi modal utama dari seorang sarjana teknik untuk merancang pompa termal, motor roket, rice cooker, AC, hingga penyuling kimia.

Disusun Oleh :

Ihzan Wahyudi

Universitas Muhammadiyah Makassar

MODUL HUKUM TERMODINAMIKA

Untuk SMA/MA Kelas XI



Disusun Oleh :

Ihzan Wahyudi

Universitas Muhammadiyah Makassar

Kata Sambutan

Alhamdulillah puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kesehatan, sehingga dengan ini penulis bisa menyelesaikan pembuatan modul pembelajaran fisika dengan lancar dan baik. Kemudian penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada berbagai pihak yang ikut membantu dan mendukung dalam pembuatan modul pembelajaran fisika ini terutama kepada ayahanda Dr. Ma'ruf, S.Pd., M. Pd dan Ibu Dewi Hikmah Marisda, S.Pd., M.Pd selaku pembimbing penulisan modul pembelajaran. Selanjutnya kepada siswa, penulis berharap semoga dengan adanya modul pembelajaran ini bisa meningkatkan minat baca, motivasi belajar dan bermanfaat sebagai sumber belajar yang baik.

Penulis menyadari bahwa didalam modul pembelajaran ini masih terdapat banyak kekurangan. maka dari itu, penulis membutuhkan kritik dan saran dari semua pembaca.

Makassar, Januari 2024

Penulis

Kata Pengantar

Tidak heran lagi bahwa fisika merupakan suatu mata pelajaran yang sulit dan sangat membosankan bagi siswa dikarenakan rumus dan analisis yang begitu banyak dan buku fisika yang bahasanya terlalu formal serta terlihat diperumit, sehingga menimbulkan keengganan dan kemalasan bagi siswa untuk mempelajari fisika lebih lanjut. Maka dari itu, Modul pembelajaran Fisika "Hukum Termodinamika" ini dibuat dan didesain sedemikian rupa dengan warna yang begitu natural agar siswa merasa termotivasi dan tidak bosan dalam membaca modul ini dimana didalam modul pembelajaran fisika ini juga terdapat beberapa gambar dan video mengenai Hukum Termodinamika. Bahasa yang digunakan didalam modul pembelajaran ini yaitu menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami oleh siswa serta terfokus pada materi yang akan dibahas, agar siswa/pembaca dapat menggunakan modul ini dengan baik dan tidak terlalu ribet dengan keharusan fokus pada banyak hal lainnya.

Penulis menyadari bahwasanya modul pembelajaran yang dirancang ini masuk banyak kekurangan dan belum sempurna serta memerlukan beberapa perbaikan-perbaikan baik dari segi isi, kebahasaan maupun tata cara penulisannya. Maka dari itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran perbaikan untuk selanjutnya.

Makassar, Januari 2024

Penulis

Petunjuk Penggunaan Modul

Petunjuk Bagi Siswa

Untuk memperoleh prestasi belajar secara maksimal, maka langkah-langkah yang perlu dilaksanakan dalam menggunakan modul ini antara lain :

1. Pahami materi secara mandiri sebelum pembelajaran tatap muka di kelas dengan cara mengamati video pembelajaran dan mengikuti instruksi dari setiap video pembelajaran tersebut. Bila terdapat materi yang belum jelas, siswa dapat bertanya pada guru saat pembelajaran tatap muka.
2. Jika belum menguasai level materi yang diharapkan, ulangi lagi pada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada guru.

Petunjuk Bagi Guru

Dalam setiap kegiatan belajar guru berperan untuk :

1. Menginstruksikan siswa untuk belajar mandiri sebelum pembelajaran tatap muka di kelas.
2. Membimbing siswa dalam memahami konsep, analisa, dan menjawab pertanyaan siswa mengenai materi yang belum mereka pahami saat pembelajaran tatap muka.
3. Mengorganisasikan kegiatan praktikum di kelas atau laboratorium.

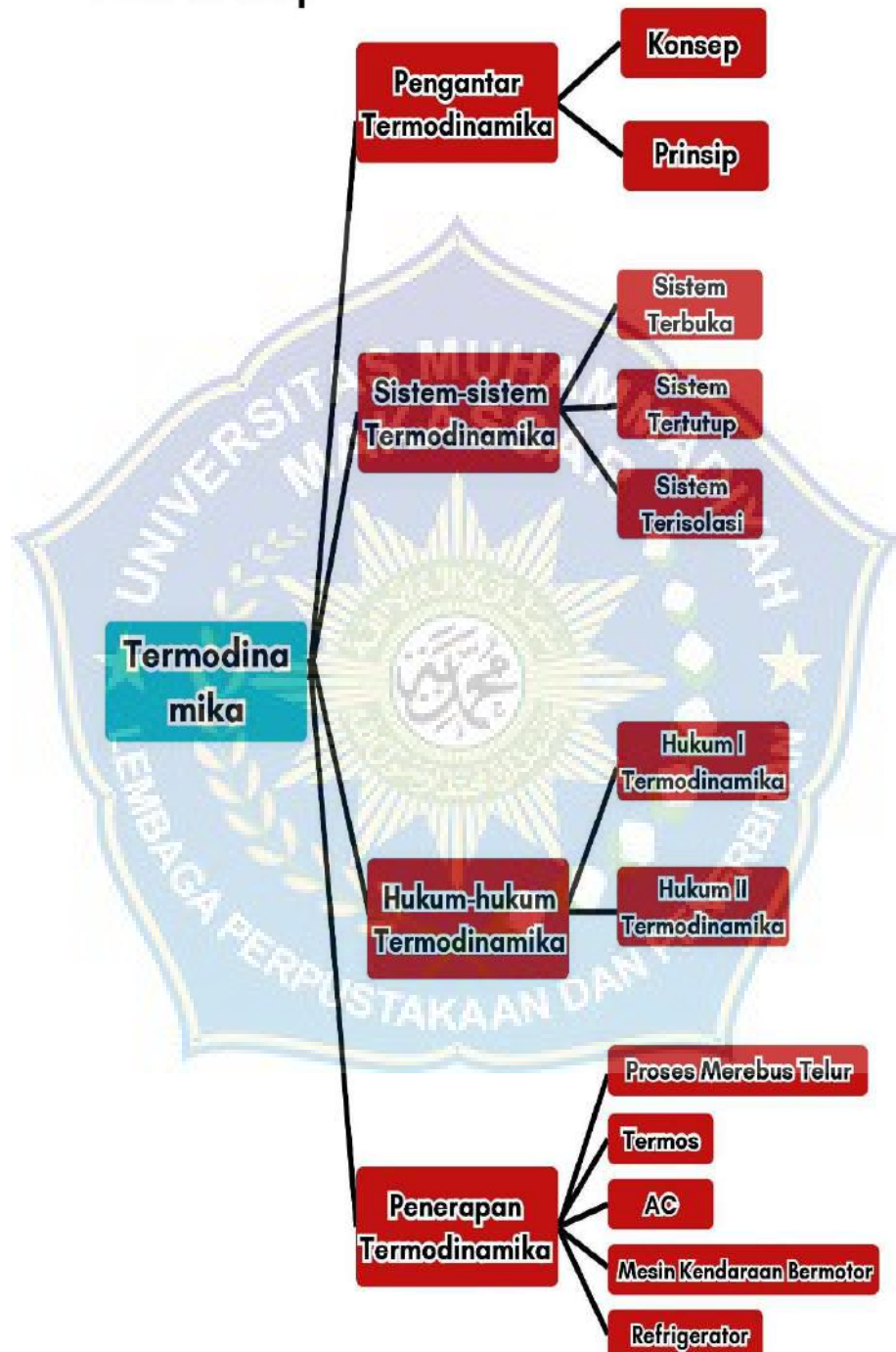
Petunjuk Untuk Mengakses Video

1. Download aplikasi *QR Scanner* di handphone anda melalui *Playstore* atau *Appstore*.
2. Instal aplikasi *QR Scanner*
3. Buka aplikasi *QR Scanner* lalu arahkan kamera ke *QR Code* yang ada pada modul, kemudian klik *open url*.
4. Selain menggunakan aplikasi, Anda juga bisa mengscan *QR Code* dengan menggunakan *Google Lens* yang terdapat pada fitur google handphone anda, kemudian klik *open url*.

Daftar Isi

Kata Sambutan	i
Kata Pengantar	ii
Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar	iii
Petunjuk Penggunaan Modul	iv
Daftar Isi	v
Peta Konsep	1
Kompetensi Awal	2
Kegiatan Belajar 1 : Pengertian dan Prinsip Termodinamika	3
A. Definisi Termodinamika	3
B. Prinsip-prinsip Termodinamika	4
Kegiatan Belajar 2 : Sistem-sistem Termodinamika	5
A. Sistem Terbuka	5
B. Sistem Tertutup	6
C. Sistem Terisolasi	6
Kegiatan Belajar 3 : Hukum I Termodinamika	7
A. Usaha Sistem pada Lingkungan	7
B. Usaha pada Berbagai Proses Termodinamika	8
C. Perubahan Energi Dalam	13
D. Kapasitas Kalor	16
Tes Formatif 1	17
Kegiatan Belajar 4 : Hukum II Termodinamika	20
A. Deskripsi Hukum II Termodinamika	20
B. Siklus Carnot	21
C. Efisiensi Mesin Carnot	22
D. Penerapan Hukum II Termodinamika	24
E. Hukum II Termodinamika pada Konsep Entropi	32
Tes Formatif 2	36
Kunci Jawaban Tes Formatif	38
Daftar Pustaka	vi
Glosarium	vii

Peta Konsep



Kompetensi Awal

1. Apa yang kamu ketahui tentang termodinamika ?
2. Apa saja alat dalam kehidupan sehari-hari yang menerapkan prinsip termodinamika ?
3. Bagaimana proses termodinamika yang terjadi pada lemari es ?



Sumber : Kompasiana.com
Gambar 1. Lemari Es

Pernahkah kamu minum air yang disimpan di lemari es ? Bagaimana rasa dari air tersebut ? Air tersebut pasti akan terasa dingin. Lemari es disebut juga lemari pendingin. Bagaimana sebuah benda yang dimasukkan ke dalam sebuah lemari pendingin akan menjadi dingin ? Lemari pendingin merupakan salah satu alat yang menerapkan prinsip Termodinamika. Terdapat berbagai bagian dari lemari es, antara lain kompresor, kondensor, dan refrigerant. Refrigerant merupakan pendingin yang sangat dibutuhkan oleh lemari es, kompresor berfungsi memompa bahan pendingin ke seluruh bagian lemari es, sedangkan kondensor merupakan alat penukar kalor. Pada prosesnya lemari es merupakan salah satu alat yang menerapkan hukum II Termodinamika.

Tujuan Pembelajaran :

1. Memahami prinsip Termodinamika
2. Memahami sistem-sistem Termodinamika
3. Memahami hukum-hukum Termodinamika
4. Memahami berbagai proses Termodinamika
5. Memahami penerapan Termodinamika



Kegiatan Belajar 1 : Pengertian dan Prinsip Termodinamika

Sebelum masuk ke pembelajaran terkait dengan definisi dan prinsip dari Termodinamika di kelas, silahkan amati video berikut !



Buatlah penjelasan lebih lanjut mengenai materi yang dijelaskan dalam video dan kemudian simpulkan !

A. Definisi Termodinamika

Dari segi bahasa, termodinamika berasal dari 2 kata bahasa Yunani yaitu “Thermos” dan “dynamic”. Biar ingatnya gampang, ingat saja termos di rumah kalian. Fungsi termos buat apa? Pada umumnya sih termos buat nyimpen air panas.

Nah, dalam bahasa Yunani “Thermos” itu artinya panas dan “dynamic” yang berarti dinamis atau perubahan. Jadi, kalau digabung, termodinamika itu pasti berhubungan erat dengan perubahan atau pergerakan energi panas, meskipun sebenarnya konsepnya tidak sesederhana itu.

Konsep ilmu termodinamika adalah usaha untuk mengubah kalor jadi energi, termasuk proses dari aliran energi tersebut dan akibat yang dihasilkan oleh perpindahan energi tersebut. Singkatnya, termodinamika mempelajari tentang panas dan temperatur, termasuk hubungan keduanya pada energi dan gerak.

Konsepnya, energi dihasilkan oleh sistem yang dibatasi oleh kenyataan.

Di mana sistem tersebut memungkinkan untuk terbagi lagi menjadi sub-sistem atau membentuk sistem-sistem lainnya menjadi sistem yang lebih besar. Dan sistem yang tidak termasuk dalam pertimbangan digolongkan sebagai lingkungan.

B. Prinsip-prinsip Termodinamika

Penerapan prinsip-prinsip termodinamika yang meliputi Mekanika, Panas dan Kalkulus Diferensial pada ilmu pengetahuan lain. Suatu masalah/problema secara termodinamika dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

1. Formulasi problem ke dalam besaran & bentuk termodinamika. Hal ini yang dikatakan sebagai mengubah bahasa dalam problem ke dalam bahasa termodinamika, kemudian merumuskannya dengan menggunakan besaran-besaran termodinamika.
2. Evaluasi sifat dan fungsi termodinamika, berarti melakukan analisis terhadap formulasi yang telah disusun pada langkah pertama (1). Tahap ini membutuhkan pemahaman pengetahuan termodinamika yang memadai agar tidak terjadi kesalahan persepsi terhadap arah atau tujuan problema tersebut.
3. Penyelesaian problem termodinamika. Pada tahap ini dibutuhkan dukungan pengetahuan matematika/kalkulus (diferensial, integral) sehingga dapat diperoleh jawaban yang valid atau bisa dipertanggungjawabkan.

Ketiga langkah penyelesaian termodinamika tersebut harus berpijak pada dalil-dalil atau kaidah-kaidah dalam termodinamika.

Intinya, prinsip termodinamika sebenarnya yaitu hal alami yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, termodinamika direkayasa sedemikian rupa sehingga menjadi suatu bentuk mekanisme yang bisa membantu manusia dalam kegiatannya. Aplikasi termodinamika yang begitu luas dimungkinkan karena adanya perkembangan ilmu termodinamika sejak abad 17. Pengembangan ilmu termodinamika dimulai dengan pendekatan makroskopik yakni perilaku umum partikel zat yang menjadi media pembawa energi.



Kegiatan Belajar 2 : Sistem-sistem Termodinamika

Sebelum masuk ke pembelajaran sistem-sistem Termodinamika, silahkan amati video berikut !



Buatlah penjelasan lebih lanjut mengenai materi yang dijelaskan dalam video dan kemudian simpulkan !

Dalam termodinamika sistem adalah segala sesuatu yang diamati sifat termodinamikanya. Sistem termodinamika dipisahkan secara nyata maupun imajiner dengan lingkungan sekitarnya.

Dilansir dari *Encyclopedia Britannica*, pada dasarnya sistem bebas untuk menukar panas, kerja, dan bentuk energi lain dengan lingkungannya.

Namun, sistem termodinamika dapat dikontrol sifat-sifatnya untuk mempelajari bagaimana sistem berubah dalam keadaan tertentu.



Sumber : *Kompas.com*
Gambar 2 : Sistem Termodinamika

Sistem termodinamika dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu sistem terbuka, sistem tertutup, dan juga sistem terisolasi.

a. Sistem Terbuka

Dilansir dari *Chemistry LibreTexts*, sistem terbuka adalah sistem termodinamika yang memungkinkan energi dan materi (benda) masuk dan keluar dari sistem.

Sistem terbuka dapat berinteraksi dengan bebas dengan lingkungannya. Di mana tidak ada batas nyata yang memisahkan sistem dengan lingkungannya.

Contoh sistem terbuka adalah api unggun. Api unggun memungkinkan panas dan juga materi masuk dan juga keluar dari atau ke lingkungannya. Contoh lainnya adalah air dalam panci tidak tertutup yang dipanaskan.



Sumber : Kompas.com
 Gambar 2 : Contoh sistem terbuka

b. Sistem Tertutup

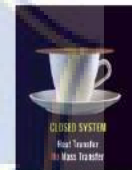
Dilansir dari *Khan Academy*, sistem tertutup adalah sistem termodinamika yang hanya memungkinkan sistem untuk bertukar energi dengan lingkungannya.

Artinya, panas dan bentuk energi lainnya dapat masuk dan keluar dari sistem. Namun, materi atau benda tidak dapat masuk atau keluar dari sistem.

Contoh sistem tertutup adalah botol air minum yang diisi oleh air panas dan ditutup rapat. Air tidak dapat keluar dari botol, materi lain dari luar juga tidak bisa masuk ke dalam botol.

Namun, energi panas dari air dalam botol dapat mengalir ke luar ke lingkungannya. Di mana panas terus mengalir hingga sistem dan lingkungan mencapai keseimbangan termal.

Inilah mengapa air panas dalam botol perlahan akan mendingin dan akhirnya berada dalam suhu ruang.



Sumber : Kompas.com
 Gambar 3 : Contoh sistem tertutup

c. Sistem Terisolasi

Jika pada sistem terbuka dan tertutup masih terjadi interaksi antar sistem dan lingkungan, maka tidak dalam sistem terisolasi.

Dilansir dari *Physics LibreTexts*, sistem terisolasi benar-benar terpisah dari lingkungannya. Di energi dan materi tidak dapat masuk maupun keluar dari sistem.

Artinya, materi dan energi panas dalam sistem akan tetap sama tanpa ada pertukaran dengan lingkungannya.

Pada dasarnya, tidak ada sistem terisolasi yang ideal. Namun, contoh sistem terisolasi yang paling mendekati adalah termos.

Termos dapat mengisolasi energi dan materi di dalamnya. Di mana air panas akan tetap panas di dalam termos dan air dingin akan tetap dingin dalam waktu yang lama.



Sumber : Kompas.com
 Gambar 3 : Contoh sistem terisolasi



Kegiatan Belajar 3 : Hukum I Termodinamika

Sebelum masuk ke pembelajaran hukum I Termodinamika, silahkan amati video berikut !



Buatlah penjelasan lebih lanjut mengenai materi yang dijelaskan dalam video dan kemudian simpulkan !

Sebelum mempelajari hukum I Termodinamika, kamu harus mengetahui usaha yang dilakukan sistem terhadap lingkungan atau sebaliknya dan aplikasinya pada berbagai proses dalam termodinamika

A. Usaha Sistem pada Lingkungan

Energi selalu berkaitan dengan usaha. Telah Anda ketahui bahwa usaha merupakan hasil perkalian gaya dengan perpindahan ($W = F \times s$).

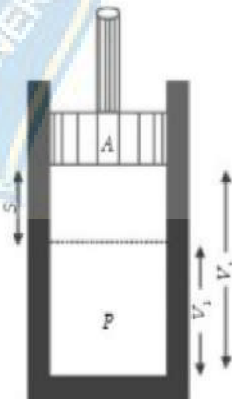
Perhatikan Gambar 4 di samping!

Gambar 4 memperlihatkan penampang gas silinder yang didalamnya terdapat piston (penghisap). Piston ini dapat bergerak bebas naik turun. Jika luas piston A dan tekanan gas p , maka gas akan mendorong piston dengan gaya $F = p \times A$. Oleh karena itu, usaha yang dilakukan gas adalah sebagai berikut

$$W = F \times \Delta s$$

Jika $F = p \times A$, maka

$$W = p \times A \times \Delta s$$



Sumber : Nurachmandani, 2009
Gambar 4. Sistem Melakukan Usaha Terhadap Lingkungan

Jika $\Delta s = \frac{\Delta V}{A}$, maka

$$W = p \times \Delta V \text{ atau } W = p(V_2 - V_1)$$

Keterangan: W : usaha (J)

p : tekanan tetap (N/m^2)

V_1 : volume awal (m^3)

V_2 : volume akhir (m^3)

B. Usaha pada Berbagai Proses Termodinamika

Setelah kamu mempelajari usaha yang dilakukan oleh suatu sistem secara umum, maka kamu akan mempelajari suatu usaha yang dilakukan secara khusus pada berbagai proses termodinamika, antara lain proses isothermal, proses isobarik, proses isokhorik dan proses adiabatik.

1. Proses Isobarik



Sumber : Nurachmandani, 2009

Gambar 5. Proses Isobarik

Proses yang berlangsung pada tekanan tetap dinamakan proses isobarik. Bila volume gas bertambah, berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif (proses ekspansi). Jika volume gas berkurang, berarti pada gas dilakukan usaha atau usaha gas negatif (proses kompresi). Usaha yang dilakukan oleh gas pada proses isobarik dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$W = p \times \Delta V \text{ atau } W = p(V_2 - V_1)$$

Usaha yang dilakukan gas terhadap lingkungannya atau kebalikannya sama dengan luas daerah bawah grafik tekanan terhadap volume (grafik P - V).

2. Proses Isokhorik



Sumber : Nurachmandani, 2009

Gambar 6. Proses Isokhorik

Proses isokhorik adalah proses yang dialami oleh gas di mana gas tidak mengalami perubahan volume atau volume tetap ($\Delta V = 0$). Oleh karena itu, usaha yang dilakukan gas pada proses isokhorik adalah nol ($W = P \times 0 = 0$).

3. Proses isoterml



Sumber : Nurachmandani, 2009

Gambar 7 Proses Isoterml

Proses isoterml adalah proses yang dialami gas pada suhu tetap. Usaha yang dilakukan gas pada proses ini tidak dapat dihitung dengan persamaan $W = P \times \Delta V$. Hal ini dikarenakan tekanannya tidak konstan. Namun, dapat diselesaikan dengan melakukan pengintegralan

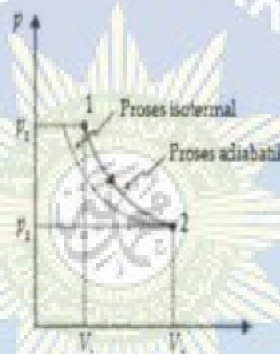
$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV.$$

Ingat $P = \frac{nRT}{V}$ maka $W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV$ karena n , R , dan T konstan, maka persamaannya menjadi seperti berikut.

$$W = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT [\ln V]_{V_1}^{V_2} = nRT [\ln V_2 - \ln V_1]$$

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

4. Proses Adiabatik



Sumber : Nurachmandani, 2009

Gambar 8. Proses Adiabatik

Pada proses isobarik, isotermis, dan isokorik dipengaruhi oleh lingkungan, yaitu menerima atau melepaskan kalor. Proses adiabatik merupakan proses yang tidak ada kalor yang masuk atau keluar dari sistem (gas) ke lingkungan ($\Delta Q = 0$). Hal ini dapat terjadi apabila terdapat sekat yang tidak menghantarkan kalor atau prosesnya berlangsung cepat. Pada proses adiabatik berlaku rumus Poisson.

$$PV^\gamma = \text{Konstan atau } P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

Dengan γ merupakan perbandingan kalor jenis gas pada tekanan tetap (C_p) dan kalor jenis gas pada volum tetap (C_v). Selanjutnya perbandingan ini dinamakan tetapan Laplace

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

Untuk gas ideal $P = \frac{nRT}{V}$ persamaan adiabatik di atas dapat ditulis dalam bentuk

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\frac{nRT_1}{V_1} V_1^\gamma = \frac{nRT_2}{V_2} V_2^\gamma$$

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

Adapun usaha pada proses adiabatik dapat dicari dengan cara sebagai berikut

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Karena $P = CV^{-\gamma}$ maka

$$W = \int_{V_1}^{V_2} CV^{-\gamma} dV = \frac{C}{1-\gamma} V^{1-\gamma} \Big|_{V_1}^{V_2} = \frac{C}{1-\gamma} V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma}$$

Karena $c = P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$ maka $W = \frac{1}{1-\gamma} (P_2 V_2^\gamma V_2^{1-\gamma} - P_1 V_1^\gamma V_1^{1-\gamma})$

$$W = \frac{1}{1-\gamma} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

Atau besarnya usaha pada proses adiabatik dapat dicari dengan menggunakan persamaan energi dalam pada gas monoatomik $U = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}nRT$, maka $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$ sehingga usaha yang dilakukan sistem pada proses adiabatik dapat dituliskan sebagai berikut.

$$W = -\Delta U = -\frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$$

$$W = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_2)$$



Mari Berlatih

Tentukan tindakan yang tepat dari permasalahan berikut ini!

Boby ingin membawakan kopi panas untuk ayahnya yang sedang bekerja di sawah, namun jarak dari rumah ke sawah itu cukup jauh sehingga dikhawatirkan kopi tersebut akan dingin setelah boby tiba di sawah. Maka tindakan apa yang dapat dilakukan oleh boby untuk mengatasi masalahnya tersebut dan berikan alasan terhadap pemilihan tindakan tersebut berdasarkan konsep termodinamika!

C. Perubahan Energi Dalam

Perubahan energi dalam dapat terjadi jika terjadi perubahan suhu (energi dalam akan meningkat jika suhu gas (sistem) meningkat atau pada gas diberikan kalor). Apakah perubahan energi dalam dapat terjadi pada gas yang diberi atau melakukan usaha mekanik? Hubungan antara kalor yang diterima atau dilepaskan suatu sistem, usaha yang dilakukan pada sistem, serta perubahan energi dalam sistem yang ditimbulkan oleh kalor dan usaha tersebut dijelaskan dalam Hukum Pertama Termodinamika. Hukum Pertama Termodinamika adalah perluasan bentuk dari Hukum Kekekalan Energi dalam mekanika. Hukum ini menyatakan bahwa: "Jumlah kalor pada suatu sistem sama dengan perubahan energi dalam sistem tersebut ditambah usaha yang dilakukan oleh sistem." Dengan demikian, meskipun energi kalor sistem telah berubah menjadi energi mekanik (usaha) dan energi dalam, jumlah seluruh energi tersebut selalu tetap. Secara matematis, Hukum Pertama Termodinamika dituliskan sebagai berikut.

$$Q = \Delta U + W$$

dengan:

Q = kalor yang diterima atau dilepaskan oleh sistem (J)

$\Delta U = U_2 - U_1$ = perubahan energi dalam sistem (J)

W = usaha yang dilakukan atau dikenakan sistem (J)

Perjanjian tanda yang berlaku untuk Persamaan diatas tersebut adalah sebagai berikut.

1. Jika sistem melakukan usaha maka nilai W berharga positif.
2. Jika sistem dikenakan usaha maka nilai W berharga negatif
3. Jika sistem melepas kalor maka nilai Q berharga negatif
4. Jika sistem menerima kalor maka nilai Q berharga positif.

Berdasarkan teori kinetik gas, energi dalam (U) merupakan energi total molekul-molekul gas yang besarnya tergantung pada jumlah molekul (N) dan suhu mutlak gas (T).

$$U = NE_k = Nf \left(\frac{1}{2} kT \right), \text{ dengan } f \text{ sebagai derajat kebebasan.}$$

Gas monoatomik mempunyai derajat kebebasan $f = 3$. Oleh karena itu, energi dalam gas monoatomik sebesar $U = \frac{3}{2} NkT$. Perubahan energi dalam gas monoatomik dapat ditentukan dengan persamaan

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} Nk(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} Nk\Delta T$$

Anda akan menerapkan hukum I termodinamika pada keempat proses termodinamika, yaitu proses isothermal, isobarik, isokorik, dan adiabatik. Perlu ditekankan bahwa konsep tentang perubahan energi dalam (ΔU) dan usaha (W) pada berbagai proses yang telah dibahas sebelumnya akan digunakan langsung pada aplikasi hukum I termodinamika.

Tabel 1 Proses Termodinamika

Proses	Usaha	Perubahan Energi Dalam	Hukum I Termodinamika	Keterangan
Isobarik	$W = p\Delta V$	$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$	$Q_p = W + \Delta U$	$\Delta P = 0$
Isokhorik	$W = 0$	$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$	$Q_v = \Delta U$	$\Delta V = 0$
Isothermal	$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$	$\Delta U = 0$	$Q = W$	$\Delta T = 0$
Adiabatik	$W = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_2)$	$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$	$\Delta U = -W$	$\Delta Q = 0$

Sumber: Nurachmandani, 2009



Mari Berlatih

Mari amati peristiwa berikut dan pertimbangkan hasil pengamatan yang diperoleh!

1. Meniup tangan dengan mulut terbuka lebar
2. Meniup tangan dengan mulut terbuka sedikit

Manakah yang lebih terasa dingin, tiupan dengan mulut terbuka lebar atau tiupan dengan mulut terbuka sedikit?

Berikan penjelasan Anda berdasarkan konsep Hukum I Termodinamika yang telah Anda pelajari!



Contoh Soal 1

Dua mol gas dalam sebuah wadah mengalami pemuaian secara isobarik pada tekanan 10^5 N/m^2 . Suhu awal gas tersebut adalah 300 K dan kemudian meningkat hingga mencapai 600 K. Jika usaha yang dilakukan selama proses sebesar 2500 J. Hitunglah Volume akhir gas tersebut !

Diketahui : $n = 2 \text{ mol}$

$$P = 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$T_2 = 600 \text{ K}$$

$$W = 2500 \text{ J}$$

Ditanyakan: Volume akhir gas ?

Jawab: Menentukan volume awal

$$pV_1 = nRT_1$$

$$10^5 \text{ N/m}^2 V_1 = (2 \text{ mol})(8,31 \text{ J/mol.K})(300 \text{ K})$$

$$V_1 = 0,05 \text{ m}^3$$

Menentukan perubahan volume yang dialami gas:

$$W = p\Delta V$$

$$2500 \text{ J} = 10^5 \text{ N/m}^2 \Delta V$$

$$\Delta V = 0,025 \text{ m}^3$$

Jadi volume akhir gas adalah

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

$$V_2 = 0,05 \text{ m}^3 + 0,025 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0,075 \text{ m}^3$$

Sumber : Sarwono et al., 2009

D. Kapasitas Kalor

Kapasitas kalor (C) suatu zat menyatakan “banyaknya kalor (Q) yang diperlukan untuk menaikkan suhu zat sebesar 1 Kelvin”.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = \frac{C}{\Delta T}$$

Keterangan:

C = Kapasitas kalor (J/K)

Q = Kalor (J)

ΔT = Kenaikan suhu (K)

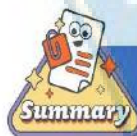
Kamu mengenal 2 macam kapasitas kalor pada gas, yaitu kapasitas kalor pada tekanan tetap (C_p) dan kapasitas kalor pada volum tetap (C_v).

1. Untuk gas monoatomik besarnya C_v dan C_p yaitu:

$$C_v = \frac{3}{2}nR \text{ dan } C_p = \frac{5}{2}nR$$

2. Untuk gas diatomic besarnya C_v dan C_p yaitu: Pada suhu rendah (± 250 K)

$$C_v = \frac{3}{2}nR \text{ dan } C_p = \frac{5}{2}nR$$



Rangkuman

1. Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa jumlah kalor pada suatu sistem sama dengan perubahan energi dalam sistem tersebut ditambah usaha yang dilakukan oleh sistem.
2. Perubahan energi dalam dapat terjadi jika terjadi perubahan suhu (energi dalam akan meningkat jika suhu gas (sistem) meningkat atau pada gas diberikan kalor).
3. Proses isobarik adalah proses yang berlangsung pada tekanan tetap, dan berlaku persamaan berikut

$$W = p \times \Delta V \text{ atau } W = p(V_2 - V_1)$$

4. Proses isokhorik adalah proses yang dialami oleh gas di mana gas tidak mengalami perubahan volume atau volume tetap. Usaha yang dilakukan gas pada proses isokhorik adalah nol

$$W = P \times 0 = 0$$

5. Proses isotermal adalah proses yang dialami gas pada suhu tetap, dan berlaku persamaan

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

6. Proses adiabatik merupakan proses yang tidak ada kalor yang masuk atau keluar dari sistem (gas) ke lingkungan, dan berlaku persamaan berikut

$$W = -\Delta U = -\frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$$

$$W = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_2)$$

7. Kapasitas kalor (C) suatu zat menyatakan "banyaknya kalor (Q) yang diperlukan untuk menaikkan suhu zat sebesar 1 Kelvin".



Tes Formatif 1

1. 800 gram oksigen diproses dengan cara adiabatik, mengalami perubahan suhu awal (T_1) menjadi suhu akhir (T_2). Perubahan diamati sebanyak lima kali, dirangkum dalam tabel berikut.

Adiabatik	T_1 ($^{\circ}\text{C}$)	T_2 ($^{\circ}\text{C}$)
1	25	48
2	27	50
3	28	50
4	28	52
5	30	52

Berdasarkan data di atas, maka usaha terbesar terjadi pada data ke....

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
2. 10 mol gas helium disimpan dalam tabung tertutup, volume 2 liter (isokhorik) dengan tekanan $1,2 \cdot 10^6$ Pa. Jika gas menyerap kalor sehingga tekanan menjadi $2 \cdot 10^6$ Pa. Maka besar perubahan energi dalamnya adalah
- 2400 joule
 - 2700 joule
 - 3000 joule
 - 3240 joule
 - 3600 joule
3. Pada suatu eksperimen, terdapat lima buah tabung berisi gas tertentu. Kelima tabung tersebut mengalami proses isobarik. Volume gas pada masing-masing tersebut mengalami penyusutan seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabung Ke	Volume mula-mula (V_1)	Volume akhir (V_2)
1	V	$1/2V$
2	$2V$	$1/2V$
3	$2V$	$1/3V$
4	$2V$	$1/5V$
5	$3V$	$1/2V$

Berdasarkan data tersebut maka nilai perbandingan suhu $T_1:T_2$ terbesar dan terkecil ada pada tabung ke...

- 1 dan 3
- 2 dan 4
- 2 dan 5
- 3 dan 1
- 4 dan 1

(Sumber Soal: eprints.uny.ac.id)

4. Gas dengan suhu, tekanan, dan volume tertentu ditekan sehingga volumenya menjadi setengah dari volumenya semula. Pernyataan berikut yang benar adalah
- A. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal
 - B. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara isobarik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara adiabatik
 - C. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabatik lebih besar daripada jika proses berlangsung secara isothermal
 - D. kerja yang dilakukan lingkungan pada sistem jika proses berlangsung secara adiabatik lebih kecil daripada jika proses berlangsung secara isothermal
 - E. tekanan dan suhu juga berkurang menjadi setengahnya
- (Sumber Soal: journal.unesa.ac.id)
5. Sejumlah gas ideal dengan massa tertentu mengalami pemampatan secara adiabatik. Jika W adalah kerja yang dilakukan oleh sistem (gas) dan ΔT adalah perubahan suhu dari sistem, maka berlaku keadaan
- A. $W = 0, \Delta T > 0$
 - B. $W = 0, \Delta T < 0$
 - C. $W > 0, \Delta T = 0$
 - D. $W < 0, \Delta T > 0$
 - E. $W < 0, \Delta T < 0$
- (Sumber Soal : Nurachmandani,2009)



Kegiatan Belajar 4 : Hukum II Termodinamika

Sebelum masuk ke pembelajaran hukum II Termodinamika, silahkan amati video berikut !



Buatlah penjelasan lebih lanjut mengenai materi yang dijelaskan dalam video dan kemudian simpulkan !

A. Deskripsi Hukum II Termodinamika

Hukum II Termodinamika menyatakan bahwa kalor secara alami mengalir dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tidak sebaliknya atau irreversible. Artinya kalor tidak mungkin mengalir dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi kecuali jika dipaksakan yaitu dengan melakukan usaha pada sistem seperti halnya yang terjadi pada mesin pendingin.

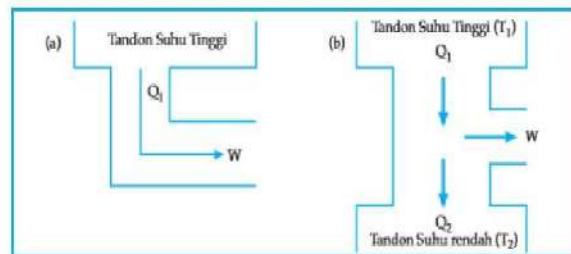
Ada 2 pernyataan tentang hukum II Termodinamika, yaitu sebagai berikut.

1. Pernyataan Clausius

“Kalor mengalir secara alami dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah, namun kalor tidak akan mengalir secara spontan dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi.”

2. Pernyataan Kelvin-Planck

“Tidak mungkin suatu mesin kalor bekerja dalam suatu siklus yang semata-mata menyerap kalor dari sebuah reservoir dan mengubah seluruhnya menjadi usaha luar”. Menurut Kelvin-Planck, mesin hanya mengubah sebagian kalor yang tengah diserap menjadi usaha (W) sedangkan sisanya akan dibuang ke tandon suhu rendah seperti yang ditunjukkan pada gambar 9b.



Sumber : Widodo, 2009

Gambar 9. (a) Proses yang Tidak Mungkin (b) Proses yang Mungkin Terjadi

B. Siklus Carnot



Sumber : Nwachmandani, 2009

Gambar 10. Siklus Carnot

Mesin Carnot merupakan mesin kalor ideal yang bekerja secara siklus dan dapat dibalik. Siklus Carnot terdiri dari 4 proses seperti pada gambar 10. Keempat proses itu adalah sebagai berikut.

- Proses AB adalah pemuaian isothermal pada suhu T_1 . Dalam proses ini, gas menyerap kalor Q_1 dari reservoir bersuhu tinggi T_1 dan melakukan usaha W_{AB} .

- b. Proses BC adalah pemuaian adiabatik. Selama proses ini suhu gas turun dari T_1 menjadi T_2 sambil melakukan usaha W_{BC} .
- c. Proses CD adalah pemampatan isothermal pada suhu T_2 . Dalam proses ini, W_{CD} .
- d. Proses akhir DA adalah pemampatan adiabatik. Suhu gas naik dari T_1 ke T_2 sambil melakukan usaha W_{DA} .

Dalam satu siklus, tidak ada perubahan energi dalam ($\Delta U = 0$). Sesuai hukum I Termodinamika dimana $\Delta U = Q - W$ sehingga $0 = Q - W$ atau $Q - W = 0$, jadi

$$Q = W$$

Q adalah selisih antara kalor masukan (Q_1) dan kalor yang dibuang (Q_2), oleh karena itu persamaan usaha yang dilakukan dalam satu siklus adalah

$$W = Q_1 - Q_2$$

C. Efisiensi Mesin Carnot (η)

Kita dapat melihat seberapa baik atau seberapa efisien suatu mesin kalor bekerja dengan menghitung efisiensi mesin kalor. Untuk mesin kalor, efisiensi mesin (η) dapat dilihat dari perbandingan kerja atau usaha (W) yang dilakukan terhadap kalor masukan (Q_1) yang diperlukan, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\%$$

$$\eta = \left(\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right) \times 100\%$$

$$\eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

η = efisiensi mesin Carnot

Q_1 = kalor yang diserap dari reservoir suhu tinggi (J)

Q_2 = kalor yang dilepas ke reservoir suhu rendah (J)

W = usaha dalam satu siklus (J)

Menurut Kelvin dalam siklus Carnot berlaku hubungan $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$ sehingga

efisiensi mesin carnot diperoleh rumusan sebagai berikut.

$$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$$



Contoh Soal 2

Sebuah mesin carnot menyerap kalor dari tempat bersuhu 227°C dan membuangnya pada tempat bersuhu 27°C . Mesin tersebut mampu menyerap kalor $2 \cdot 10^5$ joule tiap setengah menitnya. Tentukan:

a) efisiensi mesin, b) usaha yang dihasilkan mesin

Penyelesaian:

Diketahui:

$$T_1 = 227^{\circ}\text{C} + 273 = 500 \text{ K}$$

$$T_2 = 27^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$Q = 2 \cdot 10^5 \text{ joule}$$

$$t = 0,5 \text{ menit} = 30 \text{ s}$$

a. Efisiensi mesin carnot memenuhi efisiensi maksimum.

$$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$$

$$\eta = \left(1 - \frac{300}{500}\right) \times 100\% = 40\%$$

b. Usaha yang dihasilkan mesin

$$\eta = \frac{W}{Q} \cdot 100\%$$

$$40\% = \frac{W}{2 \cdot 10^5} \cdot 100\%$$

$$W = 0,4 \cdot 2 \cdot 10^5 = 8 \cdot 10^4 \text{ joule}$$

Sumber : Handayani & Damari, 2009

D. Penerapan Hukum II Termodinamika

1. Proses merebus air

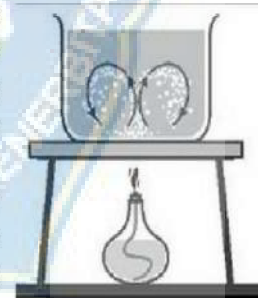
Prinsip Hukum II Termodinamika dapat dijumpai saat proses merebus air (Gambar 11). Dalam proses merebus air akan terjadi perambatan kalor dari yang bersuhu tinggi merambat kesuhu yang lebih rendah. Suhu yang timbul dari panasnya api akan mempengaruhi suhu bejana, kemudian suhu pada bejana akan merambat dan mempengaruhi suhu air. Sehingga suhu air dan panci akan sama atau dalam hukum II termodinamika disebutkan dengan kesetimbangan. Yang dapat diambil makna fisiknya sebagai berikut

:

$$K_p = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

atau

$$K_p = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$



Sumber : Fitriani & Fajriyati, 2017

Gambar 11. Proses Merebus Air

Keterangan:

K_p = koefisien performansi

Q_2 = kalor pada suhu rendah (J)

Q_1 = kalor pada suhu tinggi (J)

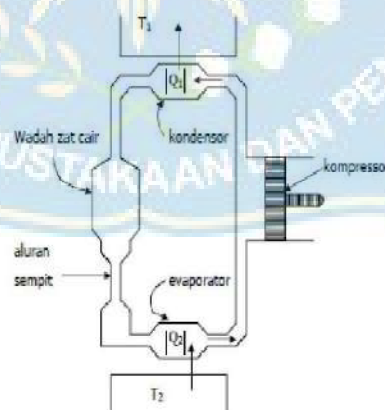
T_2 = suhu rendah (K)

T_1 = suhu tinggi (K)

2. Siklus Mesin Pendingin

Untuk mempelajari mesin pendingin dan diagram siklus pesawat pendingin kita simak terlebih dahulu perumusan Claussius mengenai Hukum Kedua Termodinamika sebagai berikut: *“Tidak mungkin membuat pesawat yang kerjanya hanya menyerap kalor dari reservoir bertemperatur rendah dan memindahkan kalor ini ke reservoir bertemperatur tinggi tanpa disertai perubahan lain.”*

Memindahkan kalor dari reservoir bersuhu rendah ke reservoir bersuhu tinggi, jika berlangsung terus-menerus akan membuat reservoir dingin menjadi lebihdingin dan reservoir bersuhu tinggi menjadi lebih panas lagi. Bukankah pesawat pendingin itu bertujuan untuk membuat benda menjadi dingin sekali? Tidakkah hal ini bertentangan dengan perumusan Claussius? Untuk itu marilah kita tinjau terlebih dahulu prinsip kerja mesin pendingin (lemari es) yang bagannya terlihat pada gambar 12.

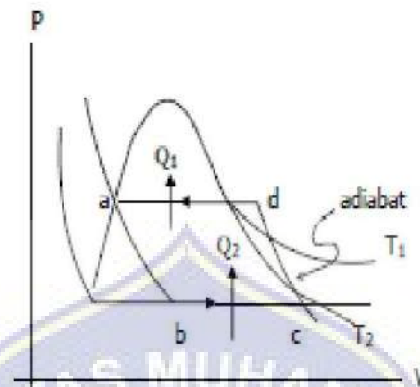


Sumber : alifs.wordpress.com

Gambar 12. Mesin Pendingin

Proses yang terjadi pada pesawat pendingin tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Zat cair pada tekanan tinggi harus melalui saluran sempit menuju saluran evaporator. Proses ini dinamakan Proses Joule-Kelvin.
- b. Setelah tiba di ruang evaporator zat cair mengalami pengurangan tekanan dan suhu, sehingga terjadi evaporasi atau penguapan. Untuk menguap diperlukan kalor dan kalor ini diambil atau diserap dari reservoir T_2 , yaitu ruangan tempat benda-benda yang akan didinginkan.
- c. Uap pada tekanan rendah ini kemudian masuk ke dalam kompresor yaitu ketika piston bergerak ke kanan. Katup K_1 terbuka sedangkan katup K_2 tertutup. Ketika piston bergerak ke kiri uap di dalam kompresor termampatkan sehingga tekanan dan suhunya naik dan suhu uap ini lebih tinggi dari pada reservoir T_1 dan T_1 lebih besar dari pada T_2 . Katup K_2 terbuka dan uap masuk ke ruang kondensor.
- d. Sampai di ruang kondensor uap ini menyerahkan atau melepas kalor pada reservoir T_1 . Disini sistem gas mengalami pengembunan atau kondensasi, sehingga dilepaskan kalor sebesar Q_1 . Proses yang sebenarnya berlangsung sangat rumit sekali. Dengan mengabaikan banyak hal dapat diilustrasikan siklus yang mirip Siklus ini dinamakan siklus Pesawat Pendingin, yang bekerja berdasarkan arah balik daripada siklus Rankine, yang akan dijelaskan pada materi selanjutnya. Diagram siklus pesawat pendingin diperlihatkan pada gambar 13.



Sumber : Fitriani & Fajriyati, 2017

Gambar 13. Siklus Pendingin

Gambar 13 adalah gambar siklus Pesawat Pendingin yang dibuat untuk memudahkan analisa sistem Pesawat Pendingin melalui pendekatan diagram P-V, dengan keterangan sebagai berikut:

1. Proses a-b, adalah proses Joule-Kelvin (pada diagram P-V, diperlihatkan dengan lengkung kurva putus-putus dari A sampai B). Selama proses berlangsung, keadaan sistem bukanlah keadaan setimbang, karena harga P dan V dari saat yang satu ke saat yang lain tidak dapat diketahui. Hanya keadaan awal (keadaan a) dan keadaan akhir (keadaan b) yang merupakan keadaan setimbang dengan harga P dan V yang tertentu. Karena itu keadaan yang sebenarnya sistem selama proses tidak dapat diilustrasikan. Pada Gambar 13 proses ini dinyatakan oleh kurva putus-putus a-b.
2. Proses b-c, pada proses ini berlangsung proses evaporasi (penguapan) pada tekanan dan temperatur tetap dengan disertai penyerapan kalor sebesar Q_2 .
3. Proses c-d, pada proses ini berlangsung proses kompresi (pemampatan) secara adiabatik, sampai temperatur uap melebihi harga T_1 .

4. Proses d-a, adalah proses pendinginan secara isobarik sampai temperatur uap mencapai harga T_1 , yang dilanjutkan dengan pengembunan (kondensasi) pada tekanan temperatur tetap. Usaha yang dilakukan dinyatakan oleh luas daerah yang diarsir. Kita kembali pada pertanyaan pada awal pembahasan yaitu tidakkah azas kerja pesawat pendingin ini bertentangan dengan perumusan Claussius? dapat kita pelajari bahwa azas pesawat pendingin tidak bertentangan dengan perumusan Claussius, sebab pada sistem pesawat pendingin harus dilakukan usaha dari luar sebesar W yang dinyatakan oleh luas bagian daerah yang diarsir dan dibatas kurva abcd. Dari Hukum Pertama Termodinamika telah dipelajari bahwa $Q_1 = Q_2 + W$. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa selain pemindahan kalor dari reservoir dingin T_2 ke reservoir panas T_1 terjadi pula perubahan usaha menjadi kalor yang ikut dilepas ke reservoir T_1 .

3. Mesin Kendaraan Bermotor

Prinsip termodinamika sebenarnya yaitu hal alami yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, termodinamika direkayasa sedemikian rupa sehingga menjadi suatu bentuk mekanisme yang bisa membantu manusia dalam kegiatannya. Salah satunya mesin kendaraan bermotor atau motor bensin yang berdasarkan prinsip Termodinamika II.

Hukum II termodinamika dalam pernyataannya tentang mesin kalor, tidak mungkin membuat suatu mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang semata-mata menyerap kalor dari sebuah reservoir dan mengubah seluruhnya menjadi usaha luar.

Apa itu mesin motor (motor bensin)?

Mesin motor atau motor bensin adalah mesin yang merubah tenaga panas menjadi tenaga mekanik, yang mekanisme kerjanya berasal dari pembakaran yang terjadi diruang bakar untuk selanjutnya dirubah menjadi gerak putar. Gerak putar inilah yang menjadi cikal bakal untuk menggerakkan roda pada kendaraan.

Motor bensin dapat juga disebut sebagai motor otto. Motor tersebut dilengkapi dengan busi dan karburator. Busi menghasilkan loncatan bunga api listrik yang membakar campuran bahan bakar dan udara karena motor ini cenderung disebut spark ignition engine. Pembakaran bahan bakar dengan udara ini menghasilkan daya. Di dalam siklus otto (siklus ideal) pembakaran tersebut dimisalkan sebagai pemasukan panas pada volume konstan.

Bagaimana hubungan mesin bensin dengan hukum termodinamika?

Hubungannya dengan Hukum Termodinamika ke-II adalah Siklus udara volume konstan yang terjadi pada mesin kendaraan bermotor adalah siklus ideal yang menerima tambahan panas yang terjadi secara konstan ketika piston dalam posisi titik mati atas (TMA). Siklus udara volume konstan dapat digambarkan dalam diagram P – V dan diagram T – S.



Sumber : <https://ary72uchiha.files.wordpress.com/2010/04/siklus-ideal.jpg>

Gambar 14. (a) Siklus Termodinamika Otto (b) Siklus Ideal dari motor bakar bensin

Siklus ideal (siklus Otto) merupakan siklus motor bakar yang banyak digunakan untuk motor bakar dengan bahan bakar bensin. Ada beberapa proses yang berlangsung pada siklus Otto ini seperti pada gambar diatas yaitu sifat ideal yang dipergunakan dan keterangan mengenai proses siklusnya:

1. Proses 0 – 1 adalah langkah hisap tekanan konstan yaitu campuran bahan bakar dan udara yang di hisap ke dalam silinder.
2. Proses 1 – 2 adalah langkah kompresi adiabatik reversibel yaitu campuran bahan bakar dan udara dikompresikan. Proses kompresi yang berlangsung secara isentropik (adiabatic reversible) dimana seluruh katup isap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Udara dan bahan bakar dimampatkan, dimana temperature dan tekanan pada tingkat 2 lebih tinggi dari tingkat 1.
3. Proses 2 – 3 adalah proses pembakaran volume konstan, campuran udara dan bahan bakar dinyalakan dengan bunga api. Proses pembakaran yang berlangsung secara isovolumetrik (volume konstan). Pada proses ini terjadi pengapian campuran bahan bakar dan udara oleh busi. Kalor dipindahkan ke system yang mengakibatkan peningkatan temperature, tekanan dan entropi.
4. Proses 3 – 4 adalah langkah ekspansi adiabatik reversibel, kerja y . *Proses ekspansi yang berlangsung secara isentropik. Dimana gas hasil pembakaran berekspansi secara isentropik dan juga disebut langkah kerja dimana tekanan dan temperature akan menurun. Hingga akhir proses ekspansi, katup isap dan buang tetap tertutup.*



Gambar 15. Siklus kerja mesin kendaraan bermotor.

Secara spesifik pada prosesnya,

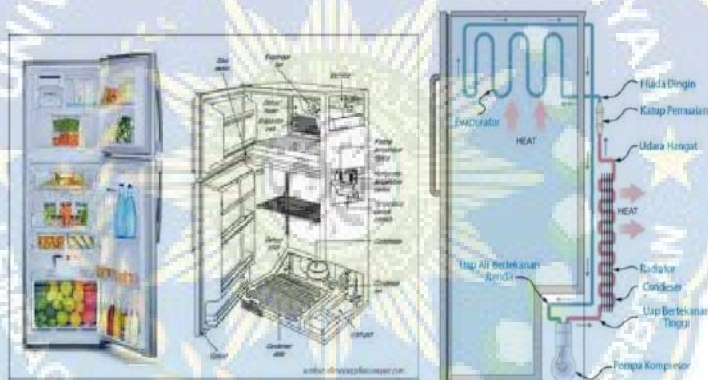
1. langkah ke-1 Piston bergerak dari TMA ke TMB, posisi katup masuk terbuka dan katup keluar tertutup, mengakibatkan udara (mesin diesel) atau gas (sebagian besar mesin bensin) terhisap masuk ke dalam ruang bakar. Proses udara atau gas sebelum masuk ke ruang bakar dapat dilihat pada katub hisap.
2. Langkah ke-2 Piston bergerak dari TMB ke TMA, posisi katup masuk dan keluar tertutup, mengakibatkan udara atau gas dalam ruang bakar terkompresi. Beberapa saat sebelum piston sampai pada posisi TMA, waktu penyalaan (timing ignition) terjadi (pada mesin bensin berupa nyala busi sedangkan pada mesin diesel berupa semprotan (suntikan) bahan bakar).
3. Langkah ke-3 Gas yang terbakar dalam ruang bakar akan meningkatkan tekanan dalam ruang bakar, mengakibatkan piston terdorong dari TMA ke TMB. Langkah ini adalah proses yang akan menghasilkan tenaga.
4. Langkah ke-4 Piston bergerak dari TMB ke TMA, posisi katup masuk tertutup dan katup keluar terbuka, mendorong sisa gas pembakaran menuju ke katup keluar yang sedang terbuka untuk diteruskan ke katub pembuangan.

4. Refrigerator (Lemari Es)

Refrigerator adalah suatu unit mesin pendingin dipergunakan dalam rumah tangga, untuk menyimpan bahan makanan atau minuman. Lemari es memanfaatkan sifat ini. Bahan pendingin yang digunakan sudah menguap pada suhu -200C . Panas yang diperlukan untuk penguapan ini diambil dari ruang pendingin, karena itu suhu dalam ruangan ini akan turun. Penguapan berlangsung dalam evaporator yang ditempatkan dalam ruang pendingin karena sirkulasi udara, ruang pendingin ini akan menjadi dingin seluruhnya.

Lemari Es merupakan kebalikan mesin kalor dan beroperasi untuk mentransfer kalor keluar dari lingkungan yang sejuk ke lingkungan yang hangat.

Dengan melakukan kerja W , kalor diambil dari daerah temperatur rendah T_L (katakanlah, di dalam lemari Es), dan kalor yang jumlahnya lebih besar dikeluarkan pada temperatur tinggi T_H (ruangan).



Sumber : *AhmadDahlan.net, 2020*

Gambar 15. Siklus kerja refrigerator

5. Pendingin Ruangan (AC)

Air Conditioner (AC) alias Pengkondisian Udara merupakan seperangkat alat yang mampu mengkondisikan ruangan yang kita inginkan, terutama mengkondisikan ruangan menjadi lebih rendah suhunya dibanding suhu lingkungan sekitarnya.

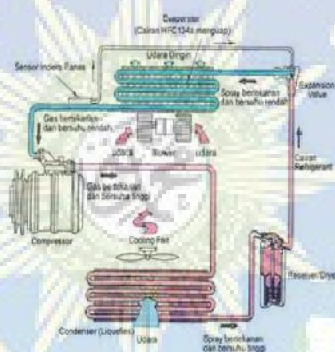
Filter (penyaring) tambahan digunakan untuk menghilangkan polutan dari udara. AC yang digunakan dalam sebuah gedung biasanya menggunakan AC sentral. Selain itu, jenis AC lainnya yang umum adalah AC ruangan yang terpasang di sebuah jendela.

Kunci utama dari AC adalah refrigerant, yang umumnya adalah fluorocarbon, yang mengalir dalam sistem, menjadi cair dan melepaskan panas saat dipompa (diberi tekanan), dan menjadi gas dan menyerap panas ketika tekanan dikurangi.

Mekanisme berubahnya refrigerant menjadi cairan lalu gas dengan memberi atau mengurangi tekanan terbagi mejadi dua area. Sebuah penyaring udara, kipas, dan cooling coil (kumparan pendingin) yang ada pada sisi ruangan dan sebuah kompresor (pompa), condenser coil (kumparan penukar panas), dan kipas pada jendela luar.

Udara panas dari ruangan melewati filter, menuju ke cooling coil yang berisi cairan refrigerant yang dingin, sehingga udara menjadi dingin, lalu melalui teralis/kisi-kisi kembali ke dalam ruangan.

Pada kompresor, gas refrigerant dari cooling coil lalu dipanaskan dengan cara pengompresan. Pada condenser coil, refrigerant melepaskan panas dan menjadi cairan, yang tersirkulasi kembali ke cooling coil. Sebuah thermostat mengontrol motor kompresor untuk mengatur suhu ruangan.



Sumber : <http://murninana.blogspot.com/>

Gambar 15. Siklus kerja pendingin ruangan (AC)

E. Hukum II Termodinamika pada Konsep Entropi

Entropi adalah suatu sistem yang telah menuju proses ketidakteraturan. Entropi sama halnya dengan tekanan dan temperatur, yang merupakan salah satu sifat yang dapat di ukur. Besar perumusan entropi dirumuskan sebagai berikut :

Keterangan:

$$\Delta s = \frac{Q}{T}$$

Δs = Perubahan Entropi (J/K)

Q = Kalor (J)

T = Suhu (K)



Contoh Soal 2

Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut ini. (1) Pada proses adiabatik, gas selalu melakukan usaha (2) Pada proses isotermik, energi dalam gas berubah (3) Pada proses isokorik, gas tidak melakukan usaha (4) Pada proses isobarik, gas melakukan/menerima usaha. Pernyataan yang sesuai dengan proses termodinamika adalah

- (1) dan (2)
- (1), (2), dan (3)
- (1) dan (4)
- (2), (3), dan (4)
- (3) dan (4)

Penyelesaian : Mari kita tinjau pernyataan di atas satu persatu.

- Pada proses adiabatik, gas selalu melakukan usaha, pernyataan ini salah, pada proses adiabatik gas bisa melakukan usaha atau dilakukan usaha pada gas, jadi tidak selalu melakukan usaha.
- Pada proses isotermik, energi dalam gas berubah, pernyataan ini salah, energi dalam tergantung pada suhunya, jika suhu konstan atau proses yang terjadi adalah proses isotermik, maka energi dalam juga tidak berubah.
- Pada proses isokorik, gas tidak melakukan usaha, pernyataan ini benar, pada proses isokorik volume gas tetap sehingga gas tidak melakukan atau dilakukan usaha.
- Pada proses isobarik, gas melakukan/menerima usaha, pernyataan ini benar, pada proses isobarik tekanan tetap, jika suhunya berubah maka volumenya akan berubah sehingga gas melakukan atau menerima usaha.

Jadi Jawaban yang benar E

Sumber : Palupi et al., 2009



Rangkuman

1. Pernyataan Clausius

"Kalor mengalir secara alami dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah, namun kalor tidak akan mengalir secara spontan dari benda bersuhu rendah ke benda bersuhu tinggi."

2. Pernyataan Kelvin-Planck

"Tidak mungkin suatu mesin kalor bekerja dalam suatu siklus yang semata-mata menyerap kalor dari sebuah reservoir dan mengubah seluruhnya menjadi usaha luar."

3. Mesin Carnot merupakan mesin kalor ideal yang bekerja secara siklus dan dapat dibalik, dan berlaku persamaan

$$W = Q_1 - Q_2$$

4. Efisiensi mesin (η) dapat dilihat dari perbandingan kerja atau usaha (W) yang dilakukan terhadap kalor masukan (Q_1).

5. Entropi adalah suatu sistem yang telah menuju proses ketidakteraturan. Besar perumusan entropi dirumuskan sebagai berikut :

$$\Delta s = \frac{Q}{T}$$

6. Bunyi Hukum II Termodinamika dalam konsep Entropi : "Suatu proses yang bermula di dalam satu keadaan kesetimbangan dan berakhir di dalam satu keadaan kesetimbangan lain akan bergerak di dalam arah yang menyebabkan entropi dari sistem dan lingkungannya semakin besar."



Tes Formatif 2

1. Sepeda motor merupakan salah satu benda yang sering kita gunakan sepeda motor. Sebagian besar dari anda berangkat ke sekolah menggunakan sepeda motor. Bagaimana cara kerja mesin sepeda motor berdasarkan Hukum Termodinamika?
 - A. Hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui radiator
 - B. Hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui radiator dan knalpot
 - C. Hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas yang melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; kalor dibuang ke lingkungan melalui knalpot
 - D. Hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas. Gas panas hasil pembakaran digunakan untuk melakukan usaha mekanik pada penghisap silinder; tidak ada kalor yang dibuang
 - E. Hasil pembakaran bensin menghasilkan gas panas dan kemudian dilepaskan ke lingkungan melalui radiator dan knalpot

(Sumber Soal: eprints.uny.ac.id)
2. Sebuah mesin Carnot dilakukan uji coba, dengan suhu pada reservoir tinggi (T_1) dan suhu pada reservoir rendah (T_2) yang berbeda-beda. Suhu pada kedua reservoir seperti pada tabel di bawah ini:

Uji coba Carnot ke	T_1 ($^{\circ}\text{C}$)	T_2 ($^{\circ}\text{C}$)
1	250	70
2	370	140
3	425	185
4	530	290

Berdasarkan data di atas, efisiensi terbesar dan terkecil diperoleh ketika uji coba ke....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 1 dan 4
- D. 2 dan 1
- E. 2 dan 4

(Sumber Soal: journal.unesa.ac.id)

3. Mesin Carnot bekerja pada suhu tinggi 600 K, untuk menghasilkan kerja mekanik. Jika mesin menyerap kalor 600 J dengan suhu rendah 400 K, maka usaha yang dihasilkan adalah....

A. 120 J
 B. 124 J
 C. 135 J
 D. 148 J
 E. 200 J

(Sumber Soal : UN Fisika 2009 P04 No. 18)

4. Lima buah mesin kalor beroperasi secara bersama-sama. Kalor yang diserap dari reservoir panas (Q_1) dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin (Q_2) dari setiap mesin berbeda-beda. Perbedaan kalor tersebut ditunjukkan dalam tabel berikut,

Mesin Kalor	Q_1 (Joule)	Q_2 (Joule)
1	830	760
2	850	775
3	1000	800
4	1200	1310
5	1300	1390

Berdasarkan data diatas, maka usaha terbesar dan terkecil dioperasikan oleh mesin kalor bernomor

A. 1 dan 2
 B. 2 dan 4
 C. 3 dan 1
 D. 4 dan 5
 E. 5 dan 3

(Sumber Soal: journal.unesa.ac.id)

5. Sebuah kubus es bermassa 60 gram dan bersuhu 0°C ditempatkan di dalam gelas. Setelah disimpan beberapa lama, setengah dari es tersebut mencair menjadi air bersuhu 0°C . Perubahan entropi yang dialami es sebesar (diketahui kalor lebur es 80 kal/g)

A. 8,8 kal/K
 B. 9,8 kal/K
 C. 10,8 kal/K
 D. 11,8 kal/K
 E. 12,8 kal/K

(Sumber Soal: journal.unesa.ac.id)

Kunci Jawaban Tes Formatif



Tes Formatif 1

1. Jawaban D

Pada proses adiabatik $Q = 0$ sehingga $\Delta U = W$ dimana $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$ dengan demikian, usaha berbanding lurus dengan perubahan suhu gas. Perubahan suhu gas disajikan pada tabel berikut:

T_1 ($^{\circ}\text{C}$)	T_2 ($^{\circ}\text{C}$)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)
25	48	23
27	50	23
28	50	22
28	52	24
30	52	22

2. Jawaban A

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}(nRT_{\text{akhir}} - nRT_{\text{awal}})$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}(P_{\text{akhir}}V_{\text{akhir}} - P_{\text{awal}}V_{\text{awal}})$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}(2 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3} - 1,2 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-3})$$

$$\Delta U = 2400 \text{ joule}$$

3. Jawaban E

Proses isobarik merupakan perubahan keadaan gas pada tekanan tetap dan dinyatakan dalam persamaan keadaan: $\frac{V}{T} = C$ dengan persamaan tersebut, diperoleh nilai perbandingan suhu awal dan suhu akhir sebagai berikut:

Tabung Ke	Volume mula-mula (V_1)	Volume akhir (V_2)	T_1/T_2
1	V	1/2V	2:1
2	2V	1/2V	4:1
3	2V	1/3V	6:1
4	2V	1/5V	10:1
5	3V	1/2V	9:1

4. Jawaban D
5. Jawaban D

Tes Formatif 2

1. Jawaban B
2. Jawaban E

Efisiensi sebuah mesin Carnot dinyatakan dengan persamaan

$$\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$$

Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh efisiensi mesin untuk berbagai suhu reservoir tinggi dan reservoir rendah adalah:

Uji coba Carnot ke	T_1 (°C)	T_2 (°C)	η (%)
1	250	70	50
2	370	140	62
3	425	185	56
4	530	290	41

3. Jawaban E
4. Jawaban C

$$W = Q_1 - Q_2$$

Mesin Kalor	Q_1 (Joule)	Q_2 (Joule)	W (Joule)
1	830	760	70
2	850	775	75
3	1000	800	200
4	1200	1310	110
5	1300	1390	90

5. Jawaban A
Kalor untuk meleburkan es
 $Q = mL = 2400 \text{ kal}$
Perubahan entropi
$$\Delta S = \frac{Q}{T} = \frac{2400}{273} = 8,8 \text{ kal/K}$$



Daftar Pustaka

Fahrisal. Pembuatan Alat Uji Prestasi Mesin Motor Bakar Bensin Yamaha Lexam 115 Cc
Jurnal Pembuatan alat uji prestasi mesin motor bakar bensin Yamaha lexam115cc
Fathun. 2020. Mesin bensin kendaraan ringan. Yogyakarta : Mirra Buana Media

Fitriani, N., & Fajriyati, K. (2017). Modul Termodinamika. Universitas PGRI Semarang.

Handayani, S., & Damari, A. (2009). Fisika Untuk SMA dan MA Kelas XI. Departemen Pendidikan Nasional.

<https://eprints.uny.ac.id/9535/5/lampiran%20-%2009304246001.pdf>

<https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpfa/article/downloadSuppFile/3075/434>

Nurachmandani, S. (2009). Fisika 2 Untuk Sma/Ma Kelas XI. Departemen Pendidikan Nasional.

Palupi, D. S., Suharyanto, & Karyono. (2009). Fisika Untuk Kelas XI SMA dan MA. Departemen Pendidikan Nasional.

Sarwono, Sunaroso, & Suyatman. (2009). Fisika 2 Mudah dan Sederhana Untuk SMA dan MA Kelas XI. Departemen Pendidikan Nasional.

Widodo, T. (2009). Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI. Departemen Pendidikan Nasional.

Wibowo, R., dkk. 2012 . Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar Dengan Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin. PROTON. 4(2). 42-47

Glosarium

Adiabatik	Proses yang berlangsung tanpa adanya panas yang keluar atau masuk suatu system
Efisiensi	Ukuran kinerja sebuah mesin, motor, dan lain-lain, yang merupakan perbandingan antara energi atau daya yang dihasilkan terhadap energi atau daya yang diberikan
Isobarik	Mempunyai tekanan sama atau tetap, baik terhadap ruang maupun waktu
Isokhorik	Keadaan volume yang sama atau tetap, baik terhadap ruang maupun waktu
Refrigerant	Cairan yang berputar dalam pipa-pipa lemari es dan menguap untuk menghasilkan pendinginan
Siklus	Sekelompok perubahan pada sebuah sistem yang berulang secara beraturan yang mengembalikan semua parameternya ke nilai awal satu kali untuk setiap kelompok perubahan
Termodinamika	Ilmu yang mempelajari hukum-hukum yang mengatur perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain, arah aliran panas, dan kemampuan energi melakukan kerja

Termodinamika menjadi salah satu cabang dari sains dan teknik fisika. Jika dalam bidang sains, para ahli akan berusaha mempelajari perilaku dasar sifat fisika dan kimia dari sejumlah materi dalam keadaan berhenti (diam) dengan menggunakan prinsip termodinamika ini. Sementara di bidang teknik, para ahli (insinyur) biasanya akan menggunakan prinsip termodinamika untuk mempelajari sistem dan interaksinya dengan lingkungan. Lalu, apa sih definisi dari termodinamika hingga prinsip kerjanya saja mampu digunakan dalam dua cabang ilmu yang berbeda?

Termodinamika adalah ilmu tentang energi, yang secara spesifik akan membahas mengenai hubungan antara energi panas dengan cara kerjanya. Energi tersebut dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain, baik secara alami maupun melalui hasil rekayasa teknologi. Cara kerja di kebanyakan sistem teknologi dapat dijelaskan melalui termodinamika. Bahkan sering disebut-sebut juga bahwa termodinamika ini menjadi modal utama dari seorang sarjana teknik untuk merancang pompa termal, motor roket, rice cooker, AC, hingga penyuling kimia.

Disusun Oleh :

Ihzan Wahyudi

Universitas Muhammadiyah Makassar

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)**Termodinamika**

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/Genap

Hari/Tgl :

Materi : Termodinamika

TUJUAN

1. Peserta didik dapat percaya diri menjelaskan berbagai macam sistem-sistem termodinamika yang dapat ditemui peserta didik dalam kehidupan sehari-hari.
2. Peserta didik dengan tanggungjawab dan teliti mendeskripsikan sistem-sistem termodinamika.

Nama :

Kelas :

No. Absen :

STIMULUS

Amati gambar berikut !



(a)



(b)



(c)

1. Setelah Anda mengamati gambar diatas, silahkan peserta didik menyampaikan apa yang telah dicermati dalam gambar tersebut !

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Jelaskan hubungan masing-masing gambar di atas dengan prinsip termodinamika?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana reaksi kalor dan siklus termodinamika pada masing-masing gambar tersebut?

.....

.....

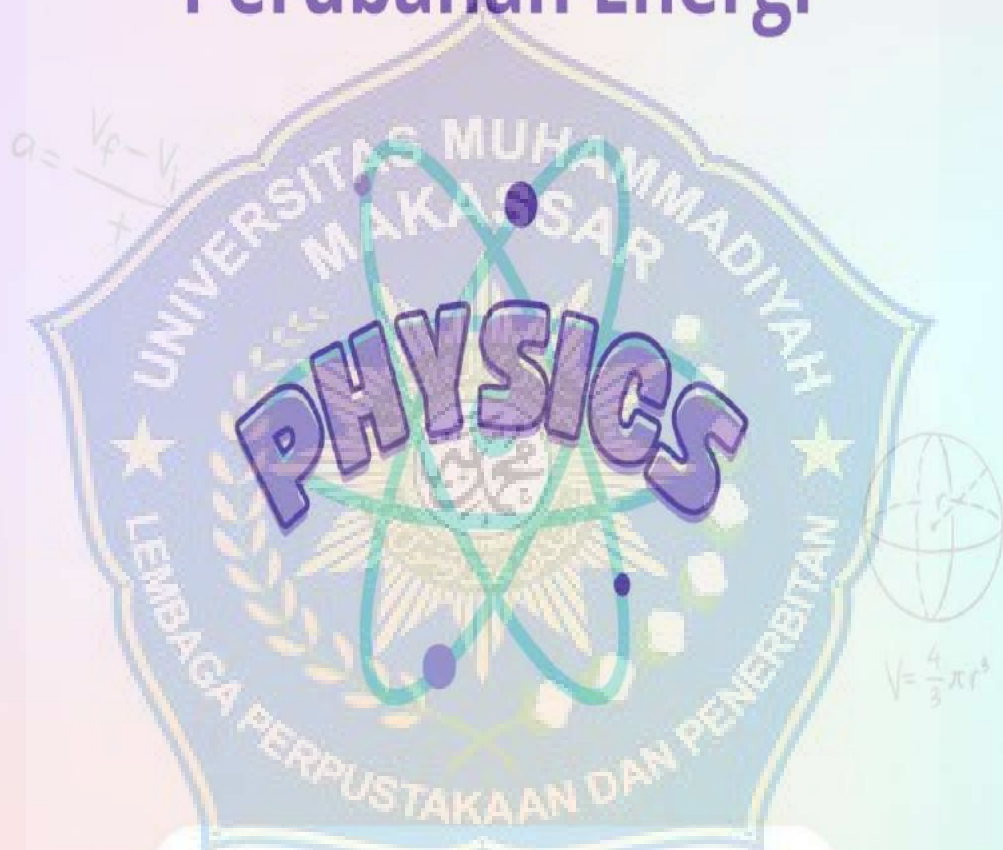
.....

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



LKPD Phet Simulations

Perubahan Energi



Nama :

NIS :

Kelas :

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

A. Link Percobaan

<https://phet.colorado.edu/in/>

B. Tujuan Percobaan

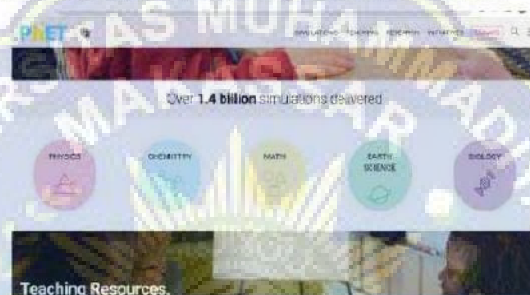
Untuk mengetahui perubahan energi yang terjadi pada beberapa sistem energi.

C. Alat dan Bahan

1. Software Phet Simulations
2. Laptop / Handphone

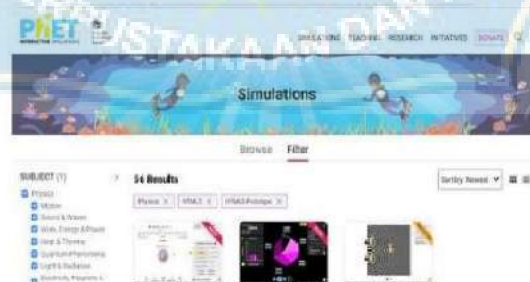
D. Langkah Percobaan

1. Akses website Phet Simulation pada link yang telah disediakan dengan masuk pada google chrome.
2. Setelah itu akan muncul tampilan seperti gambar di bawah ini.



3. Lalu pilih fisika 'physics' untuk masuk ke halaman selanjutnya.

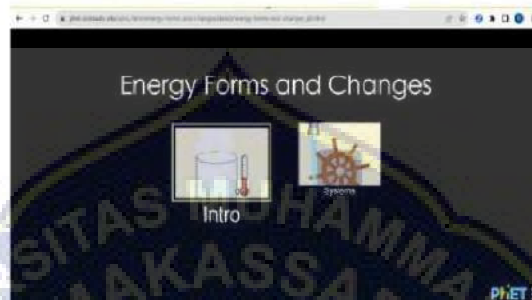
4. Kemudian akan muncul tampilan seperti gambar dibawah ini.



5. Setelah itu pilih bagian bentuk dan perubahan energi.



6. Akan muncul tampilan seperti di atas dan klik tombol play.



7. Kemudian akan muncul tampilan seperti gambar di atas dan pilih system.

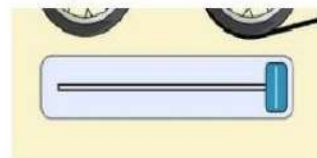
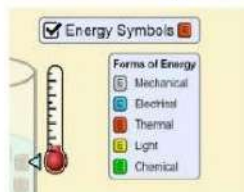
• **Percobaan 1**

Menggunakan sumber energi sepeda yang di kendarai

1. Setelah memilih systems pada tampilan sebelumnya, maka akan muncul tampilan seperti gambar di bawah ini.



2. Beri klik pada sumber energi dan atur kecepatan kayuhan sepeda dengan cara digeser kesebelah kanan agar lebih cepat.



3. Amati perubahan energi yang terjadi pada gelas beker yang dipanaskan yang berisi air dan catat pada tabel yang telah disediakan.



4. Selanjutnya, ganti gelas beker yang dipanaskan dengan bohlam seperti tampilan di bawah ini.



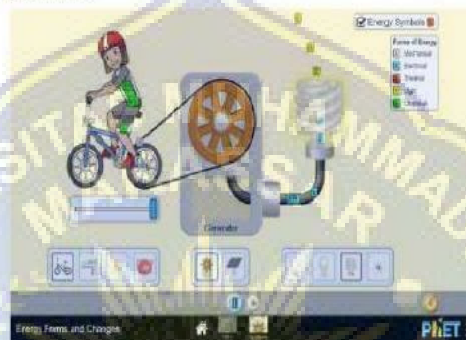
5. Amati perubahan energi yang terjadi pada bohlam dan catat pada tabel yang telah disediakan.



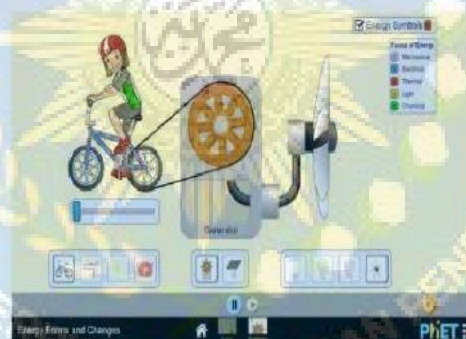
6. Selanjutnya ganti bohlam dengan lampu neon seperti pada tampilan dibawah ini



7. Amati perubahan energi yang terjadi pada lampu neon dan catat pada tabel yang telah disediakan.



8. Selanjutnya ganti lampu neon dengan kipas seperti tampilan dibawah ini.



9. Amati perubahan energi yang terjadi pada kipas dan catat pada tabel yang telah disediakan.



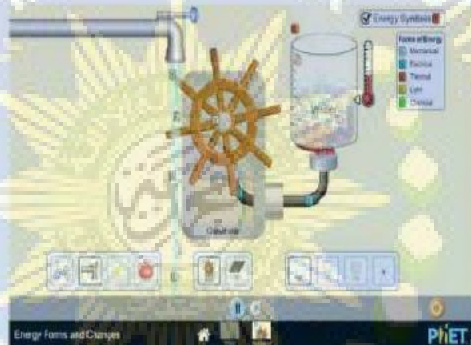
• **Percobaan 2**

Menggunakan sumber energi air kran

1. Setelah menggunakan sumber energi dari sepeda yang dikayahi, kita ganti sumber energinya dengan menggunakan air kran.



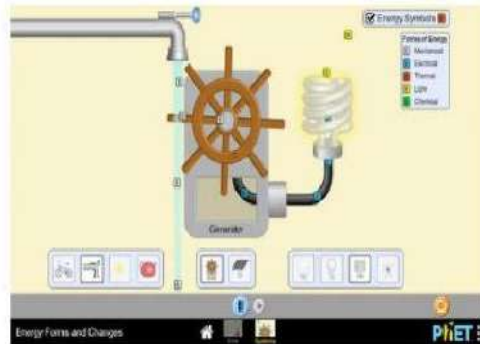
2. Buka kran air, supaya airnya keluar dan generator dapat bergerak. Amati perubahan energi yang terjadi pada gelas beker yang dipanaskan yang berisi air tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



3. Ganti gelas beker yang dipanaskan yang berisi air dengan bohlam. Amati perubahan energi yang terjadi pada bohlam tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



4. Ganti bohlam dengan lampu neon. Amati perubahan energi yang terjadi pada lampu neon tersebut dan catat hasil pengamatan atau pada tabel yang sudah disediakan.



5. Ganti lampu neon dengan kipas. Amati perubahan energi yang terjadi pada kipas tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



• Percobaan 3

Menggunakan sumber energi matahari

1. Setelah menggunakan sumber energi dari kran air, kita ganti sumber energinya dengan menggunakan sinar matahari, dan kita ganti juga generator dengan panel surya.



2. Pada saat menggunakan sumber energi dari matahari amati perubahan energi yang terjadi pada gelas beker yang dipanaskan yang berisi air tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



3. Pada saat menggunakan sumber energi dari matahari, ganti gelas beker yang dipanaskan yang berisi air diganti dengan bohlam. Amati perubahan energi yang terjadi pada bohlam tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



4. Pada saat menggunakan sumber energi dari matahari ganti bohlam dengan lampu neon, Amati perubahan energi yang terjadi pada lampu neon tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



5. Pada saat menggunakan sumber energi dari matahari ganti lampu neon dengan kipas. Amati perubahan energi yang terjadi pada kipas tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.

• **Percobaan 4**

Menggunakan sumber energi dari teko yang dipanaskan

1. Setelah menggunakan sumber energi dari sinar matahari, kita ganti sumber energinya dengan menggunakan teko yang dipanaskan dan kita ganti juga panel surya dengan generator kembali.



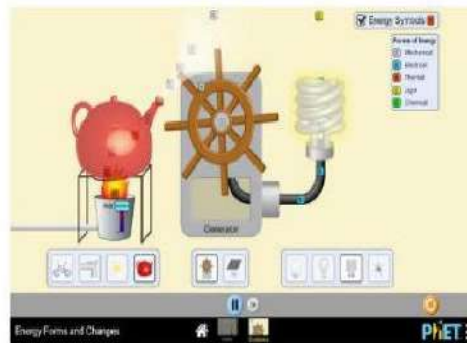
2. Pada saat menggunakan sumber energi dari teko nyalakan apinya. Amati perubahan energi yang terjadi pada gelas beker yang dipanaskan yang berisi air tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



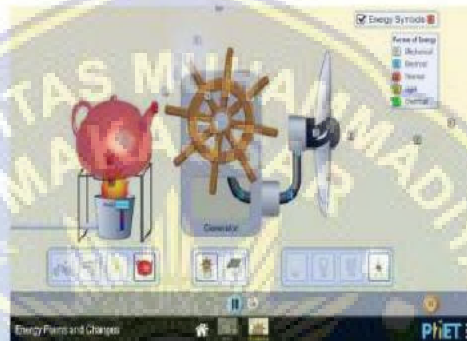
3. Ganti gelas beker yang dipanaskan yang berisi air dengan bohlam. Amati perubahan energi yang terjadi pada bohlam tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



4. Ganti gelas beker yang dipanaskan yang berisi air dengan lampu neon. Amati perubahan energi yang terjadi pada lampu neon tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



4. Ganti gelas lampu neon dengan kipas. Amati perubahan energi yang terjadi pada kipas tersebut dan catat hasil pengamatan pada tabel yang sudah disediakan.



D. Data Hasil Percobaan

Percobaan I

Sumber Energi Sepeda yang di Kendarai

No	Sumber Energi	Sistem I	Output	Proses Perubahan Energi
1	Sepeda yang dikendarai	Generator	Gelas beker yang berisi air	Kimia-Mekanik-Panas-Elektrik-Panas
2				
3				
4				

Percobaan 2
Sumber Energi dari Air Kran

No	Sumber Energi	Sistem	Output	Proses Perubahan Energi
1				
2				
3				
4				

Percobaan 3
Sumber Energi dari Matahari

No	Sumber Energi	Sistem	Output	Proses Perubahan Energi
1				
2				
3				
4				

Percobaan 4
Sumber Energi dari Teko yang di Panaskan

No	Sumber Energi	Sistem	Output	Proses Perubahan Energi
1				
2				
3				
4				

E. PERTANYAAN

1. Tuliskan variabel manipulasi, variabel kontrol, dan variabel respon untuk setiap kegiatan!

2. Apa saja bentuk energi yang terdapat pada percobaan yang telah dilakukan? Jelaskan!

F. KESIMPULAN

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Nama Kelompok:

1.

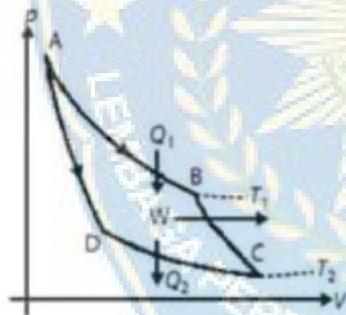
2.

Materi: Konsep Termodinamika dalam Mesin Kalor

Tujuan Pembelajaran:

1. Peserta didik dapat menjelaskan tentang penerapan hukum I Termodinamika pada mesin carnot
2. Peserta didik dapat menjelaskan siklus carnot pada mesin carnot
3. Peserta didik dapat menghitung efesiensi mesin carnot

Siklus Carnot



Perhatikan grafik diatas!

- a. Lintasan AB adalah proses..... pada suhu T_1 . Pada proses ini menyerap kalor..... dan melakukan usaha sebesar W_{AB}
- b. Lintasan BC adalah proses..... Pada proses ini terjadi penurunan suhu dari.....menjadi..... dan melakukan usaha sebesar W_{BC}
- c. Lintasan AB adalah proses..... pada suhu T_2 . Pada proses ini melepas kalor..... dan melakukan usaha sebesar W_{CD}
- d. Lintasan AB adalah proses..... pada suhu T_2 . Pada proses ini melepas kalor..... dan melakukan usaha sebesar W_{DA}

Berapakah usaha total dalam siklus diatas?

Dalam siklus mesin menyerap kalor Q_1 bernilai..... dan kalor yang dilepaskan Q_2 bernilai..... Besarnya energi kalor total dalam siklus:

$$Q_{\text{total}} = \dots - \dots$$

Besarnya perubahan energi dalam siklus mengapa?..... Sehingga $Q_{\text{total}} =$
 $+ \dots + \dots + \dots + \dots = \dots$

Atau

$$W = \dots - \dots$$

Efisiensi mesin carnot

Mesin carnot merupakan mesin rancangan Sadi carnot. Kerja suatu mesin carnot ditentukan oleh kalor yang diberikan oleh (Q_1) dengan usaha yang dihasilkan (W). Efisiensi (η) adalah perbandingan antara usaha dan kalor.

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_1} - \frac{Q_2}{Q_1} \times 100\%$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \times 100\%$$

Pada mesin carnot;

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Sehingga efisiensi mesin carnot dapat juga ditentukan:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \times 100\%$$

Keterangan:

η = efisiensi mesin

Q_1 = jumlah kalor yang diserap (J)

Q_2 = jumlah kalor yang dilepas (J)

T_1 = suhu pada reservoir bersuhu tinggi (K)

T_2 = suhu pada reservoir bersuhu rendah (K)

Soal Latihan

Mesin Carnot melakukan usaha sebesar 1200 J dan bekerja sebagai siklus pada grafik dibawah. Tentukan besarnya kalor yang dilepas dan yang diserap!





LAMPIRAN 2
INSTRUMEN TES

- 2.1 Kisi-kisi Instrumen Tes Kemampuan Proses Sains**
- 2.2 Soal Tes Kemampuan Proses Sains (*Pretest-Posttest*)**

KISI-KISI SOAL KETERAMPILKAN PROSES SAINS

Jenjang Pendidikan : SMA
 Kelas : XI
 Bentuk Soal : Essai

Mata Pembelajaran : Fisika
 Semester :

Kompetensi dasar	Ruang Lingkup Materi	Indikator Soal	Aspek KPS	Nomor soal
Menganalisis Perubahan Gas Ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika	Perpindahan kalor dan usaha termodinamika	1. Mengamati dan menganalisis terkait perpindahan kalor dan usaha 2. Menghitung usaha pada proses termodinamika	Mengamati	1 dan 2
	Usaha dan mesin karnot	1. Mengelolah data untuk menentukan usaha yang dilakukan oleh gas helium	Mengumpulkan atau mengelola	3 dan 4

		2. Mengumpulkan data terkait mesin karnot		
	Proses termodinamika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyusun hipotesis terkait pernyataan tentang usaha pada berbagai proses termodinamika 2. Menyusun hipotesis terkait proses termodinamika berdasarkan grafik P-V 	Menyusun hipotesis	5 dan 6
	Sistem termodinamika dan perpindahan kalor	Menyusun percobaan/eksperimen tentang Sistem termodinamika dan perpindahan kalor	Bereksperimen	7 dan 8
	Energi internal dan usaha	Mengkomunikasikan terkait Energi internal dan usaha	mengkomunikasikan	9 dan 10

SOAL A

Indikator kps	soal	jawaban	pedoman penskoran
Mengamati	<p>1. Amati gambar berikut !</p>  <p>Sebuah balon ditiup dan diisi air. Kemudian balon yang berisi air tersebut diletakkan di atas lilin yang menyala seperti pada gambar disamping. Berdasarkan gambar disamping, apakah yang terjadi terkait gejala termodinamika?</p>	<p>Peristiwa yang terjadi pada balon yang berisi air pada gambar tersebut adalah balon tidak meletus karena air yang di isikan pada Balon menyerap kalor dari lilin</p>	<p>Jawaban benar, kriteria lengkap = 8</p> <p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p> <p>Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4</p> <p>Jawaban salah = 2</p> <p>Tidak menuliskan jawaban = 0</p>
	<p>2. Amati gambar grafik P terhadap V berikut !</p>  <p>Gambar di atas merupakan proses yang dialami 2 mol gas pada suhu 27 °C. Berdasarkan gambar tersebut, hitunglah besar usaha pada setiap proses yang terjadi. Kemudian, tentukan apakah 175sobar melakukan usaha atau menerima usaha?</p>	<p>Diketahui:</p> <p>$P_1 = 2 \text{ N/m}^2$</p> <p>$P_2 = 8 \text{ N/m}^2$</p> <p>$V_1 = 2 \text{ m}^3$</p> <p>$V_2 = 5 \text{ m}^3$</p> <p>$n = 2 \text{ mol}$</p> <p>$R = 8,31 \text{ J/mol K}$</p> <p>$T = 27 \text{ }^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$</p>	

Ditanyakan:

W_{ab} , W_{bc} , W_{cd} dan W_{da} ...?

- Proses dari a ke b adalah **proses isobarik**, sehingga W_{ab} dicari dengan persamaan :

$$W_{ab} = P_2 (V_2 - V_1)$$

$$W_{ab} = 8 (5 - 2) = 24 \text{ J}$$

$$W_{ab} = (+) \rightarrow \text{sistem melakukan usaha}$$

- Proses b ke c adalah proses **isotermik**

$$W_{bc} = nRT \ln \left(\frac{10}{5} \right)$$

$$W_{bc} = (2)(8,31)(300) \ln \left(\frac{10}{5} \right)$$

$$W_{bc} = 3456 \text{ J}$$

$$W_{bc} = (+) \text{ sistem melakukan usaha}$$

- Proses c ke d adalah proses **isobarik**

$$W_{cd} = P_1 \Delta V$$

$$W_{cd} = (2)(2 - 10)$$

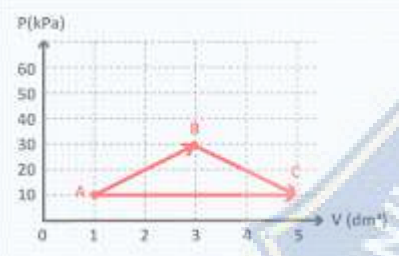
$$W_{cd} = -16 \text{ J}$$

$$W_{bc} = (-) \text{ sistem menerima usaha}$$

- Proses d ke a adalah proses **isokhorik**

$$W_{da} = 0$$

mengumpulkan / mengelolah data	<p>3. <i>Kerjakan soal berikut ini dengan tepat!</i> 2000/693 mol gas helium pada suhu tetap 27 derajat C mengalami perubahan volume dari 2,5 liter menjadi 5 liter. Jika $R = 8,314 \text{ J/mol K}$ dan $\ln 2 = 0,693$ tentukan usaha yang dilakukan gas helium!</p>	$W = nRT \ln (V_2 / V_1)$ $W = (2000/693 \text{ mol}) (8,314 \text{ J/mol K})(300 \text{ K}) \ln (5 \text{ L} / 2,5 \text{ L})$ $W = (2000/693) (8,314) (300) (0,693) = 4988,4 \text{ joule}$	<p>Jawaban benar, kriteria lengkap = 8</p> <p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p>
	<p>4. Suhu $T_1 > T_2$ dan efisiensi mesin mula-mula 20%. Bila efisiensi mesin ditingkatkan menjadi 60% maka suhu T_1 menjadi T_1' dan T_2 menjadi T_2' dengan besar masing-masing</p>	$T_1' (1 - \eta') = T_1 (1 - \eta)$ $T_1' (1 - 0,6) = T_1 (1 - 0,2)$ $T_1' \cdot 0,4 = T_1 \cdot 0,8$ $T_1' = 2 T_1$	
Menyusun hipotesis	<p>5. Perhatikan beberapa pernyataan-pernyataan berikut ini :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada proses isobarik, gas selalu melakukan usaha. 2. Pada proses isotermik, energi dalam gas berubah. 3. Pada proses isokhorik, gas tidak melakukan usaha. 4. Pada proses isobarik, gas melakukan/menerima usaha. <p>Dari Pernyataan di atas manakah yang berkaitan dengan proses termodinamika? Berikan hipotesis mu terkait hal tersebut</p>	<p>PEMBAHASAN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pada pernyataan 1, merupakan pernyataan salah karena gas bisa melakukan usaha jadi tidak selalu melakukan usaha • Pada pernyataan 2, merupakan pernyataan yang salah karena energi dalam tergantung dari suhunya, jika suhu konstan maka energi dalam tidak berubah • Pada pernyataan 3, merupakan pernyataan yang benar karena pada proses isokhorik volume gas tetap, sehingga gas tidak melakukan usaha 	<p>Jawaban benar, kriteria lengkap = 8</p> <p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p> <p>Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4</p> <p>Jawaban salah = 2</p> <p>Tidak menuliskan</p>

			jawaban = 0
	<p>6. Perhatikan grafik P-V dan pernyataan-pernyataan berikut ini!</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1) Usaha pada proses A – B dan B – C sama dengan usaha pada proses A – C 2) Usaha pada proses A – B sama dengan usaha pada proses B – C 3) Kalor pada proses A – B dan B – C sama dengan kalor pada proses A – C 4) Kalor pada proses A – B tidak sama dengan kalor pada proses B – C <p>Dari Pernyataan di atas manakah yang berkaitan dengan proses termodinamika? Berikan hipotesis mu terkait hal tersebut</p>	<p>Usaha (W) adalah luas bawah kurva. Luas bawah kurva AC adalah 40 J. Luas bawah kurva AB adalah 40 J (trapesium) dan bawah kurva BC adalah 40 J (trapesium).</p> <p>Usaha pada proses $AB = BC = AC$</p> <p>Kalor (Q) AB dan BC berbeda tanda, walaupun nilainya sama. Tanda negatif muncul kalau sistem membuang ke lingkungan, dan positif kalau menerima dari lingkungan. Proses AB menerima, sedangkan BC membuang.</p>	

bereksperi men	7. Jika reaksi antara logam Barium dengan Asam Klorida encer dicampurkan ke dalam tabung reaksi yang tersumbat dengan rapat, gas Hidrogen di dalam sistem tidak dapat meninggalkan sistem. Akan tetapi perambatan kalor meninggalkan sistem tetap terjadi melalui dinding pada tabung reaksi. Pada percobaan ini termasuk ke dalam...	Pada percobaan tersebut termasuk ke dalam sistem tertutup, karena pada percobaan tersebut dapat terjadi perpindahan kalor yang di tandai dengan keluarnya kalor pada dinding tabung reaksi. Sedangkan gas Hidrogen yang bertindak sebagai materi tidak dapat meninggalkan sistem.	Jawaban benar, kriteria lengkap = 8 Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6
	8. Sinta dan jojo melakukan eksperimen dengan memasak air dalam panci yang tertutup di atas kompor. Volume air yang dimasak hanya setengah dari volume panci, sehingga masih terdapat udara di dalamnya. Setelah beberapa menit, air tersebut mendidih. Berikut pernyataan-pernyataan yang terkait peristiwa tersebut. 1) Udara dalam panci mendapatkan kalor dari lingkungan (kompor) 2) Udara dalam panci melepaskan usaha ke lingkungan 3) Energi internal udara dalam panci bertambah 4) Udara dalam panci tidak melakukan usaha Dari keempat pernyataan di atas, pernyataan yang benar adalah	Kalor masuk dan diterima oleh udara dalam panci, energi internal bertambah karena terdapat perubahan suhu, udara dalam panci tidak melakukan usaha karena tutup panci tetap diam (menahan gerakan yang terjadi akibat tekanan bertambah).	Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4 Jawaban salah = 2 Tidak menuliskan jawaban = 0
mengkomu nikasikan	9. Sejumlah gas ideal dimasukkan ke dalam tabung sebanyak 5 mol dengan suhu 300K dan tekanan 1 atm. Selama proses	Diketahui : $V = \text{konstan} = \text{isokorik}$ $n = 5$	Jawaban benar, kriteria lengkap = 8

	<p>penyerapan kalor, tekanan naik menjadi 3 atm. Tentukan Energi internal sistem pada volume konstan</p>	<p> $P_1 = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ $P_2 = 3 \text{ atm} = 3 \times 10^5 \text{ Pa}$ $T_1 = 300 \text{ K}$ Ditanya : Energi internal (ΔU) *Mencari Suhu T_2 $P_1/T_1 = P_2/T_2$ $1/300 = 3/T_2$ $T_2 = 900 \text{ K}$ *Mencari energi internal sistem (ΔU) $\Delta U = (3/2)nR.\Delta T$ $\Delta U = (3/2)5(8,314)(900-300)$ $\Delta U = 37413 \text{ J} = 3,74 \times 10^4 \text{ J}$ </p>	<p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p> <p>Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4</p> <p>Jawaban salah = 2</p> <p>Tidak menuliskan jawaban = 0</p>
	<p>10. Sebuah gas memiliki volume awal 2,0 m³ dipanaskan dengan kondisi isobaris hingga volume akhirnya menjadi 4,5 m³. Jika tekanan gas adalah 2 atm, tentukan usaha luar gas tersebut! (1 atm = 1,01 x 10⁵ Pa)</p>	<p> $W = P (\Delta V)$ $W = P(V_2 - V_1)$ $W = 2,02 \times 10^5 (4,5 - 2,0) = 5,05 \times 10^5 \text{ joule.}$ </p>	

KISI-KISI SOAL KETERAMPILKAN PROSES SAINS

Jenjang Pendidikan : SMA
 Kelas : XI
 Bentuk Soal : Essai



Mata Pembelajaran : Fisika
 Semester :

Kompetensi dasar	Ruang Lingkup Materi	Indikator Soal	Aspek KPS	Nomor soal
Menganalisis Perubahan Gas Ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika	Konsep sistem dan proses termodinamika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengamati lebih dari satu hasil terkait dengan sistem dan lingkungannya 2. Mengamati proses termodinamika terhadap garfik proses pemuatan gas. 	Mengamati	1 dan 2
	Usaha	Mengelolah data untuk menentukan usaha yang dilakukan oleh gas.	Mengumpulkan atau mengelola	3 dan 4
	Perubahan energi dan hukum termodinamika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyusun hipotesis terkait dengan fenomena energi mekanik dapat dirubah menjadi energi panas termodinamika 2. Menyusun hipotesis terkait dengan hukum termodinamika 	Menyusun hipotesis	5 dan 6

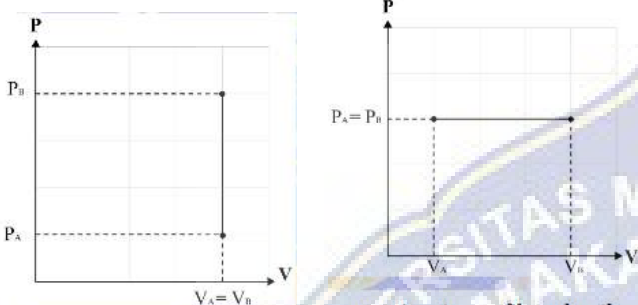
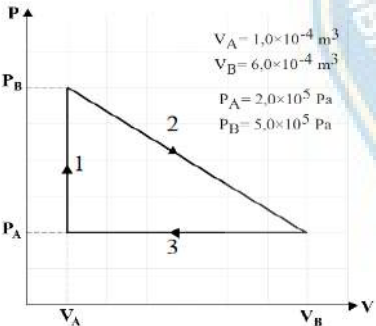
	Siklus mesin pendingin dan konsep termodinamika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merancang diagram alir mesin 2. Mercobaan karet gelang untuk menentukan konsep termodinamika 	Bereksperimen	7 dan 8
	Usaha pada berbagai proses termodinamika dan mesin kalor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkomunikasikan terkait dengan proses termodinamika 2. Mengkomunikasikan terkait dengan pengamatan mesin kalor 	mengkomunikasikan	9 dan 10



SOAL

Indikator kps	soal	jawaban	pedoman penskoran
Mengamati	<p>1. Amati gambar di bawah ini!</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <small>(gambar a)</small> </div> <div style="text-align: center;">  <small>(gambar b)</small> </div> <div style="text-align: center;">  <small>(gambar c)</small> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <small>(gambar d)</small> </div> <div style="text-align: center;">  <small>(gambar e)</small> </div> </div> <p>Gambar di samping menunjukkan lima hal yang menggambarkan beberapa sistem. Berdasarkan konsep sistem dan lingkungannya, gambar mana sajakah yang termasuk sistem terbuka? Berikan penjelasanmu pada setiap gambar yang dipilih.</p>	<p>Gambar a. samudera adalah sistem terbuka karena ada proses pertukaran materi dan energi. Ketika samudera terkena panas terik matahari airnya akan terasa panas serta terjadi penguapan yang merupakan perwujudan dari adanya perpindahan materi.</p> <p>Gambar b. termos adalah sistem terisolasi hal ini dikarenakan pada termos tidak akan terjadi pertukaran/perpindahan baik energi ataupun panas. Termos memiliki lapisan perak mengkilap guna mengurangi penyerapan panas pada air panas. Selain itu juga tidak terjadi pertukaran/perpindahan materi dikarenakan termos tertutup dengan rapat.</p> <p>Gambar c. kopi di dalam cangkir tanpa tutup merupakan sistem terbuka. Hal ini dikarenakan pada kopi panas di dalam cangkir terjadi perpindahan materi ke lingkungan berupa uap panas dari si kopi. Kemudian, terjadi juga perpindahan energi yang dapat dibuktikan dengan menyentuh badan cangkir yang akan terasa panas.</p>	<p>Jawaban benar, kriteria lengkap = 8</p> <p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p> <p>Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4</p> <p>Jawaban salah = 2</p> <p>Tidak menuliskan jawaban = 0</p>

		<p>Gambar d. teh panas di dalam gelas kaca tertutup merupakan sistem tertutup. Hal ini dikarenakan tidak terjadi perpindahan materi berupa uap air. Namun, terjadi perpindahan energi panas pada dinding gelas.</p> <p>Gambar e. gas lpg merupakan sistem terisolasi dikarenakan pada sistem ini tidak terjadi perpindahan baik energi maupun materi.</p> <p>Jadi, jawabannya adalah gambar a dan c</p>	
	<p>2. Suatu gas didalam ruangan mengalami pemuaiian yang terjadi dengan dua proses berbeda. Proses pemuaiian gas tersebut digambarkan ke dalam grafik dibawah ini. Berdasarkan konsep kerja pada proses termodinamika, berikan penjelasanmu secara mendetail pada masing-masing grafik dan tentukan pada proses manakah kerja terbesar dilakukan?</p>	<p>• gambar a) adalah grafik dari proses isokhorik dimana proses tersebut berlangsung pada volume tetap. Karena tidak adanya perubahan volume maka, kerja yang bekerja juga tidak ada atau nol. Secara matematis, hal tersebut dapat dijabarkan dengan</p> $W = P \cdot \Delta V$ <p>Karena, $\Delta V = 0$</p> $W = P(0)$ $W = 0$ <p>• gambar b) adalah grafik dari proses isobarik dimana proses tersebut berlangsung pada tekanan</p>	

	 <p>gambar a. grafik isokhorik</p> <p>gambar b. grafik isobarik</p>	<p>tetap. Secara matematis, hal tersebut dapat dijabarkan dengan</p> $W = P \cdot \Delta V$ <p>karena, $P = P$ (tetap)</p> $W = P(V_1 - V_2)$ <p>Jadi, berdasarkan hasil analisis tersebut dapat dilihat bahwa kerja pada gambar grafik a) yaitu proses isokhorik adalah nol. Sedangkan, untuk gambar grafik b) itu adalah proses isobarik dengan besar kerjanya $W = P(V_1 - V_2)$. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa usaha terbesar yang dilakukan sistem</p>	
<p>mengumpulkan / mengolah data</p>	<p>3. Amati gambar grafik berikut ini!</p>  <p>Suatu gas di dalam wadah tertutup mengalami proses yang digambarkan dalam grafik di atas. Analisislah secara rinci usaha yang dilakukan oleh gas di setiap prosesnya hingga mendapatkan usaha total!</p> <p> $V_A = 1,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ $V_B = 6,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ $P_A = 2,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_B = 5,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ </p>	<p>dik:</p> $V_A = 1,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ $V_B = 6,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ $P_A = 2,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ $P_B = 5,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ <p>dit:</p> <ul style="list-style-type: none"> $W_1 = 0 \text{ J}$ (karena volumenya tetap) $W_2 = \text{luas trapesium dibawahnya}$ $W_2 = \frac{a+b}{2} \times t$	<p>Jawaban benar, kriteria lengkap = 8</p> <p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p> <p>Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4</p> <p>Jawaban salah = 2</p>

		$W_2 = (P_A - 0) + \frac{P_B - 0}{2} \times V_B - V_A$ $W_2 = \frac{(2,0 \times 105Pa) + (5,0 \times 105Pa)}{2}$ $\times (6,0 \times 10^{-4}m^3 - 1,0 \times 10^{-4}m^3)$ $W_2 = \frac{7,0 \times 105Pa}{2} \times 5,0 \times 10^{-4}m^3$ $W_2 = 175J$ <ul style="list-style-type: none"> • $W_3 = \text{luas persegi panjang di bawahnya}$ $W_3 = P_A \times (V_B - V_A)$ $W_3 = (2,0 \times 105Pa)(6,0 \times 10^{-4}m^3 - 1,0 \times 10^{-4}m^3)$ $W_3 = -100J \text{ (tanda negatif karena arah aliran ke kiri)}$ $W_{total} = 0J + 175J + (-100J) = 75J$ <p>Jadi, besarnya usaha total adalah 75 J</p>	Tidak menuliskan jawaban = 0												
	<p>4. Sebanyak 0,5 mol gas akan diproses dengan cara adiabatik, mengalami perubahan suhu awal (T1) menjadi suhu akhir (T2). Perubahan diamati sebanyak lima kali, dan disajikan ke dalam tabel di bawah ini.</p> <table border="1" data-bbox="421 1161 1126 1337"> <thead> <tr> <th>Pengamatan ke-</th> <th>T₁ (°C)</th> <th>T₂ (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>25</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>25</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>26</td> <td>47</td> </tr> </tbody> </table>	Pengamatan ke-	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	1	25	45	2	25	47	3	26	47	<p>Pada proses adiabatik Q=0, diketahui bahwa $\Delta U = Q - W$ karena Q=0 maka, $\Delta U = W$ diketahui bahwa,</p> $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ $W = \frac{3}{2} (0,5)(8,314)\Delta T$ $\rightarrow W_1 = \frac{3}{2} (0,5)(8,314)(45 - 25) = 124,71 J$	
Pengamatan ke-	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)													
1	25	45													
2	25	47													
3	26	47													

	<table border="1" data-bbox="421 304 1126 395"> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>28</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>29</td> <td>48</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan data di atas dapatkah kamu menemukan pada pengamatan keberapakah usaha terbesar terjadi? Berikan analisismu pada masing-masing pengamatan</p>	4	28	47	5	29	48	$\rightarrow W_2 = \frac{3}{2} (0,5)(8,314)(47 - 25) = 137,18 J$ $\rightarrow W_3 = \frac{3}{2} (0,5)(8,314)(47 - 26) = 130,94 J$ $\rightarrow W_4 = \frac{3}{2} (0,5)(8,314)(47 - 28) = 118,47 J$ $\rightarrow W_5 = \frac{3}{2} (0,5)(8,314)(48 - 29) = 118,47 J$ <p>Jadi, usaha terbesar ada pada pengamatan ke-2 yaitu $W=137,18 J$. Selain itu, hal ini dapat dilihat juga bahwa besarnya usaha itu sebanding dengan perubahan suhu. Dari ke-lima pengamatan perubahan suhu terbesar ada pada pengamatan ke-2 yaitu sebesar $22^\circ C$.</p>	
4	28	47							
5	29	48							
Menyusun hipotesis	5. Hasbi menggosok-gosokkan kedua tangannya sehingga terasa panas. Fenomena itu menampilkan bahwa energi mekanik dapat diubah menjadi energi panas. Berdasarkan analisismu bisakah energi panas yang ada ditangan hasbi dirubah menjadi energi mekanik? Berikan hipotesismu terkait hal tersebut!	<p>Saat kita menggerakkan kedua tangan kita beberapa saat tangan kita akan terasa panas. Fenomena tersebut menampilkan bahwa energi mekanik dapat diubah menjadi energi panas. Namun, energi panas yang dihasilkan dengan menggosokkan kedua tangan tidak dapat diubah ke dalam energi mekanik. Pertama, hal ini terjadi apabila proses perubahan bentuk energi dan perpindahan energi berlangsung secara alami maka iya ireversibel (tidak dapat kembali). Hal ini, sejatinya sesuai dengan pernyataan hukum II termodinamika. Apabila berbicara terkait</p>	<p>Jawaban benar, kriteria lengkap = 8</p> <p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p> <p>Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4</p> <p>Jawaban salah = 2</p>						

		kalor maka kalor dapat berpindah/mengalir secara spontan dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah namun, tidak untuk sebaliknya.	Tidak menuliskan jawaban = 0
	6. Dila sedang membuat kue di dapur, karena siang ini terasa terik sekali dani merasa sangat kepanasan. dani memiliki ide untuk membuka lemari es untuk mendinginkan dapur. Berdasarkan hukum termodinamika apakah tepat tindakan yang dilakukan dila? Berikan hipotesismu terkait hal tersebut!	Kerja pada kulkas atau lemari es adalah sama dengan cara kerja AC. Lemari es beroperasi untuk mentransfer kalor keluar dari lingkungan yang sejuk kelingkungan yang lebih hangat. Itulah mengapa pada bagian luar lemari es dia akan terasa panas, karena panas di dalam lemari es di buang keluar. Kemudian, untuk mendinginkan ruangan dengan membuka pintu kulkas hal ini hampir tidak bisa untuk dilakukan dikarenakan kulkas juga membuang energi panas dari dalamnya ke ruangan itu juga. Hal ini mungkin saja dapat dilakukan apabila bagian belakang kulkas dan pintunya berada di ruangan berbeda seperti AC. Pada AC mesin pendingin berada di ruangan sedangkan mesin pembuangan panas nya akan diletakkan di luar rumah.	
bereksperi men	7. riri memiliki restoran yang baru saja dibangun di kawasan perkotaan. Ia menginginkan mesin pendingin dengan koefisien performa 2,0. Jika suhu ruangan adalah 30oC rancanglah diagram alir mesin pendingin tersebut!	<p>dik: $K = 2,0$ $T_1 = 30^{\circ}C = 303,15K$</p> <p>jawab: menentukan efisiensi $K = \frac{1}{\varepsilon}$ $\varepsilon = 0,5$ menentukan suhu pada reservoir rendah</p>	<p>Jawaban benar, kriteria lengkap = 8</p> <p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p> <p>Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4</p>

$$\varepsilon = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$$

$$\varepsilon = -\frac{303,15K - T_2}{303,15K} \times 100\%$$

$$0,5 = \frac{303,15K}{303,15K} - \frac{T_2}{303,15K} \times 100\%$$

$$\frac{0,5}{100\%} = 1 - \frac{T_2}{303,15K}$$

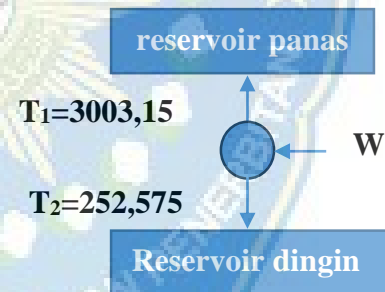
$$0,5 - 1 = -\frac{T_2}{303,15K}$$

$$-0,5 = -\frac{T_2}{303,15K}$$

$$-0,5(303,15K) = -T_2$$

$$T_2 = 151,575K$$

Diagram alir mesin pendingin



Jawaban salah = 2

Tidak menuliskan
jawaban = 0

	<p>8. Sebuah karet gelang yang ditarik cepat secara berulang apabila di sentuh akan terasa lebih hangat ketimbang karet gelang yang tidak diberikan perlakuan apa-apa. Secara termodinamika analisislah konsep apakah yang terdapat pada peristiwa tersebut?</p>	<p>Apabila kita meregangkan karet gelang secara berulang itu artinya kita merubah energi mekanik menjadi energi panas kita memberikan kerja kepada karet gelang. Konsep yang ada adalah energi tidak dapat dimusnahkan melainkan dapat dirubah menjadi energi lainnya. Pristiwa menarik karet gelang adalah salah satu contohnya.</p>																			
<p>mengkomunikasikan</p>	<p>9. Sebanyak 1,5 mol gas dalam wadah mengalami pemuaian secara isobarik pada tekanan $4 \times 10^5 \text{ Pa}$. Setelah dilakukan pengamatan didapatkan data kondisi volume awal dan volume akhir sistem yang tersaji dalam tabel di bawah ini!</p> <table border="1" data-bbox="421 884 1131 1150"> <thead> <tr> <th>Pengamatan ke-</th> <th>$V_1 \text{ (m}^3\text{)}$</th> <th>$V_2 \text{ (m}^3\text{)}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.0097</td> <td>0.0092</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.0095</td> <td>0.0097</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.0084</td> <td>0.0089</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.0086</td> <td>0.0087</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.0087</td> <td>0.0092</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel di atas, tentukanlah pada pengamatan ke berapa kerja yang dilakukan bernilai positif? jelaskan keterkaitan kerja yang dilakukan oleh sistem dengan perubahan volume sistem!</p>	Pengamatan ke-	$V_1 \text{ (m}^3\text{)}$	$V_2 \text{ (m}^3\text{)}$	1	0.0097	0.0092	2	0.0095	0.0097	3	0.0084	0.0089	4	0.0086	0.0087	5	0.0087	0.0092	<p>dik: $n = 1,5 \text{ mol}$ $P = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$</p> <p>dit:</p> <ol style="list-style-type: none"> Pada pengamatan keberapakan kerja sistem bernilai positif? Bagaimana keterkaitan kerja dan perubahan volume pada sistem? <p>Jawab: $W_1 = P \cdot \Delta V = (4 \times 10^5)(0,0092 - 0,0097) = -200 \text{ J}$ $W_2 = P \cdot \Delta V = (4 \times 10^5)(0,0097 - 0,0095) = 80 \text{ J}$ $W_3 = P \cdot \Delta V = (4 \times 10^5)(0,0089 - 0,0084) = 200 \text{ J}$ $W_4 = P \cdot \Delta V = (4 \times 10^5)(0,0087 - 0,0086) = 40 \text{ J}$ $W_5 = P \cdot \Delta V = (4 \times 10^5)(0,0085 - 0,0087) = -80 \text{ J}$</p> <p>Jadi, pengamatan yang memiliki kerja bernilai positif adalah pengamatan ke- 2,3, dan 4</p>	<p>Jawaban benar, kriteria lengkap = 8</p> <p>Jawaban benar, kriteria kurang lengkap = 6</p> <p>Jawaban benar, Kriteria tidak ada = 4</p> <p>Jawaban salah = 2</p> <p>Tidak menuliskan jawaban = 0</p>
Pengamatan ke-	$V_1 \text{ (m}^3\text{)}$	$V_2 \text{ (m}^3\text{)}$																			
1	0.0097	0.0092																			
2	0.0095	0.0097																			
3	0.0084	0.0089																			
4	0.0086	0.0087																			
5	0.0087	0.0092																			

		<p>jawab: Jika gas memuai sehingga perubahan volumenya berharga positif, gas (sistem) tersebut dikatakan melakukan usaha yang menyebabkan volumenya bertambah. Dengan demikian, kerja W sistem berharga positif. Jika gas dimampatkan atau ditekan sehingga perubahan volumenya berharga negatif, pada gas (sistem) diberikan usaha yang menyebabkan volume system berkurang. Dengan demikian, kerja W pada tersebut sistem ini bernilai negatif.</p>																			
	<p>10. Sebuah mesin kalor memiliki 6 buah yang beroperasi secara bersamaan. Kalor yang diserap dari reservoir panas (Q_1) dan kalor yang dibuang ke reservoir dingin (Q_2) dari setiap mesin berbeda-beda dan ditampilkan ke dalam tabel berikut</p> <table border="1" data-bbox="423 1013 1131 1278"> <thead> <tr> <th>Pengamatan ke-</th> <th>Q_1 (Joule)</th> <th>Q_2 (Joule)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>800</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>830</td> <td>780</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>920</td> <td>850</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>970</td> <td>855</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1000</td> <td>875</td> </tr> </tbody> </table>	Pengamatan ke-	Q_1 (Joule)	Q_2 (Joule)	1	800	750	2	830	780	3	920	850	4	970	855	5	1000	875	<p>persamaan umum untuk mencari usaha pada mesin kalor adalah</p> $W = Q_1 - Q_2$ <p> $\rightarrow W_1 = 800 - 750 = 50 \text{ J}$ $\rightarrow W_2 = 830 - 780 = 50 \text{ J}$ $\rightarrow W_3 = 920 - 850 = 70 \text{ J}$ $\rightarrow W_4 = 970 - 855 = 115 \text{ J}$ $\rightarrow W_5 = 1000 - 875 = 125 \text{ J}$ </p> <p>Jadi, usaha terbesar dilakukan oleh mesin kalor ke-5 yaitu sebesar 125 J</p>	
Pengamatan ke-	Q_1 (Joule)	Q_2 (Joule)																			
1	800	750																			
2	830	780																			
3	920	850																			
4	970	855																			
5	1000	875																			

Berdasarkan data di atas mesin kalor manakah yang melakukan usaha terbesar?		
---	--	--



LAMPIRAN 3
ANALISIS PERANGKAT
DAN INSTRUMEN TES
PENELITI

- 3.1 Analisis Uji *Gregory*
- 3.2 Analisis Uji Validitas
- 3.3 Analisis Uji Reabilitas
- 3.4 Daya Pembeda
- 3.5 Analisis Taraf Kesukaran
- 3.6 Hasil Validitas



3.1 ANALISIS UJI GREGORY

Uji validitas perangkat penelitian dan instrumen tes kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik menggunakan uji gregory dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{D}{A + B + C + D}$$

Tabel 3.1 Penilaian uji *Gregory*

		Validator I	
		Skor (1-2) kurang relevan	Skor (3-4) sangat relevan
Validator II	Skor (1-2) kurang relevan	A	B
	Skor (3-4) sangat relevan	C	D

(Budiastuti & Bandur, 2018)

Keterangan:

R = Validasi Isi

A = Tidak ada persetujuan validator I dan validator II

B = Perbedaan persetujuan validator I dan validator II

C = Perbedaan persetujuan antara validator I dan II

D = Persetujuan validator I dan II

Sebuah instrumen layak digunakan jika memenuhi kriteria penilaian uji Gregory. Kriteria penilaian instrumen dikatakan layak untuk digunakan dalam sebuah penelitian jika nilai $R \geq 0,75$.

3.1.1 Analisis Validasi Instrumen

Tabel 3.1.1 Hasil Validasi Instrumen Keterampilan Proses Sains

No.	Bidan Telaah	Kriteria	Validator		Ket.
			1	2	
1	SOAL	1. Soal-soal sesuai dengan indikator	4	4	D

		2. Soal-soal sesuai dengan aspek yang diukur	4	4	D
		3. Batasan pertanyaan dirumuskan dengan jelas	3	4	D
		4. Soal-soal mencakup materi pelajaran secara representatif	4	3	D
2	KONTRUKSI	1. Kalimat soal tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4	D
		2. Rumusan pertanyaan menggunakan kalimat soal atau perintah yang jelas	4	4	D
		3. Panjang rumusan pilihan jawaban relatif sama	3	3	D
3	BAHASA	1. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa	4	4	D
		2. Menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti	4	4	D
		3. Menggunakan istilah (kata-kata) yang dikenal peserta didik	4	4	D

$$R = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$R = \frac{10}{0 + 0 + 0 + 10}$$

$$R = \frac{10}{10}$$

$$R = 1$$

Karena nilai $R \geq 0,75$ maka penilaian Instrumen dinyatakan layak untuk digunakan dalam sebuah penelitian.

3.1.2 Analisis Validasi Modul ajar

Tabel 3.1.2 Hasil Validasi Modul Ajar

No	Komponen Modul Ajar	Aspek Yang Dinilai	Validator		Ket.
			1	2	
Informasi Umum					
1	Identitas penulis modul	Terdiri dari: nama penyusun, tahun, institusi, jenjang sekolah, tingkat kelas dan alokasi waktu	4	4	D

2	Kompetensi awal	Kompetensi awal berupa pengetahuan dan keterampilan siswa	3	4	D
3	Profil pelajar pancasila	Memiliki 6 elemen pancasila	4	4	D
4	Sarana dan prasarana	memiliki alat dan bahan ajar di kegiatan pembelajaran	4	3	D
5	Model pembelajaran	Terdapat komponen model pembelajaran atau rangkaian pembelajaran dalam pelaksanaan pembelajaran yaitu tatap muka	4	4	D
Komponen inti					
6	Tujuan pembelajaran	Kesesuaian dengan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai	4	4	D
7	Asesmen	Pencapaian pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran. Terdiri dari asesmen sebelum pembelajaran (diagnostic), Asesmen selama proses (formatif), dan asesmen pada akhir proses pembelajaran (sumatif).	3	3	D
8	Pemahaman bermakna	Kesesuaian informasi tentang manfaat yang akan peserta didik peroleh	4	3	D
9	Pertanyaan pemantik	Kesesuaian pertanyaan dengan tujuan pembelajaran dan menumbuhkan rasa ingin tahu pada peserta didik	4	3	D
10	Kegiatan pembelajaran	Langkah kegiatan pembelajaran secara berurutan sesuai dengan durasi waktu yang di rencanakan meliputi 3 tahap yakni pendahuluan , inti dan penutup berbaisis metode pembelajaran aktif	4	4	D
11	Refleksi peserta didik dan pendidik	Kesesuaian pemberian umpan balik hingga mencapai tujuan belajar	3	4	D
Lampiran					

12	Lembar kerja peserta didik (LKPD)	Memiliki lembar kerja siswa yang akan di laksanakan pada proses pembelajaran	4	3	D
13	Bahan Ajar	Memiliki bahan bacaan yang digunakan pada proses pembelajaran	4	4	D

$$R = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$R = \frac{13}{0 + 0 + 0 + 13}$$

$$R = \frac{13}{13}$$

$$R = 1$$

Karena nilai $R \geq 0,75$ maka penilaian Instrumen dinyatakan layak untuk digunakan dalam sebuah penelitian.

3.1.3 Analisis Validasi Bahan Ajar

Tabel 3.1.3 Hasil Validasi Bahan Ajar

No.	Aspek yang Dinilai	Validator		Ket.
		1	2	
1	Format	4	4	D
	1. Sistem penomoran jelas	4	4	D
	2. Pembagian materi jelas	4	4	D
	3. Pengaturan ruangan (tata letak)	4	4	D
	4. Teks dan ilustrasi seimbang	4	4	D
	5. Jenis dan ukuran huruf sesuai	4	4	D
2	6. Memiliki daya tarik	3	4	D
	Isi	4	4	D
	1. Kebenaran konsep atau materi	4	4	D
	2. Sesuai dengan kurikulum	4	4	D

	3. Dukungan ilustrasi untuk memperjelas konsep	4	4	D
	4. Memberi rangsangan secara visual	4	4	D
	5. Mudah dipahami	4	4	D
	6. Kontekstual, artinya ilustrasi atau gambar yang dimuat berdasarkan konteks lingkungan peserta didik yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari	4	4	D
	Bahasa dan Tulisan			
	1. Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar	4	4	D
	2. Menggunakan tulisan dan tanda baca sesuai dengan EYD	3	4	D
3	3. Menggunakan istilah-istilah secara tepat dan mudah dipahami	4	4	D
	4. Menggunakan bahasa yang komunikatif dan struktur kalimat yang sederhana, sesuai dengan taraf berpikir dan kemampuan membaca dan usia peserta didik	4	4	D
	5. Menggunakan arahan dan petunjuk yang jelas, sehingga tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4	D
	Manfaat/Kegunaan			
	1. Dapat dijadikan acuan belajar sehingga materi pembelajaran yang tidak terarah menjadi terarah dengan jelas	4	4	D
	2. Dapat digunakan sebagai pegangan guru dan peserta didik dalam pembelajaran	4	4	D

$$R = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$R = \frac{19}{0 + 0 + 0 + 19}$$

$$R = \frac{19}{19}$$

$$R = 1$$

Karena nilai $R \geq 0,75$ maka penilaian Instrumen dinyatakan layak untuk digunakan dalam sebuah penelitian.

3.1.4 Analisis Validasi Lembar Kerja Peserta Didik

3.1.4 Hasil Validasi Lembar Kerja Peserta Didik

No.	Kriteria	Validator		Ket.
		1	2	
1	Format	4	4	D
	1. Kejelasan pembagian materi pembelajaran	4	4	D
	2. Sistem penomoran jelas	4	4	D
	3. Jenis dan ukuran huruf sesuai	4	4	D
	4. Kesesuaian tata letak gambar, grafik, maupun tabel	3	4	D
	5. Teks dan ilustrasi seimbang	4	4	D
2	Isi	4	4	D
	1. Kesesuaian dengan modul ajar dan bahan ajar	4	4	D
	2. Isi Lembar Kerja Peserta Didik mudah dipahami dan kontekstual	4	4	D
	3. Aktivitas peserta didik dirumuskan dengan jelas dan operasional	4	3	D
	4. Kesesuaian isi materi dan tugas-tugas dengan alokasi waktu yang ada	3	4	D
3	Bahasa	4	4	D
	1. Bahasa dan istilah yang digunakan dalam Lembar Kerja Peserta Didik mudah dipahami	4	4	D
	2. Bahasa yang digunakan benar sesuai EYD dan menggunakan arahan/petunjuk yang jelas sehingga tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	3	D
4	Manfaat/kegunaan Lembar Kerja Peserta Didik	4	4	D
	1. Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik sebagai bahan ajar bagi guru	4	4	D
	2. Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik sebagai pedoman belajar bagi peserta didik	4	4	D

$$R = \frac{D}{A + B + C + D}$$

$$R = \frac{20}{0 + 0 + 0 + 20}$$

$$R = \frac{20}{20}$$

$$R = 1$$

Karena nilai $R \geq 0,75$ maka penilaian Instrumen dinyatakan layak untuk digunakan dalam sebuah penelitian.



1.2 ANALISIS VALIDITAS

3.2.1 Validasi Item Instrumen Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI SMAN 10 Bulukumba

NoResponden	No Item															Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	8	2	8	8	6	8	8	8	8	8	8	8	2	2	6	98
2	8	4	8	8	2	8	8	3	3	8	2	8	2	8	8	88
3	6	2	8	8	8	2	8	2	8	2	8	8	4	2	8	84
4	8	8	8	8	8	8	4	4	4	8	2	8	2	8	4	92
5	2	8	8	8	8	2	6	4	4	2	2	2	2	2	2	62
6	8	8	8	6	2	2	6	2	2	8	6	8	8	4	2	80
7	8	6	4	4	4	4	6	4	4	2	4	4	2	4	4	64
8	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	4	6	4	70
9	8	4	6	6	2	4	6	4	4	4	4	6	6	3	6	73
10	8	4	4	2	6	2	4	2	2	4	4	4	2	4	2	54
11	8	4	4	8	4	4	4	2	2	4	6	4	4	8	6	72
12	8	6	4	2	4	2	2	2	2	4	8	4	4	4	2	58
13	8	4	6	2	6	2	2	2	2	4	2	4	4	4	4	56
14	8	6	4	6	4	4	4	4	4	2	2	2	4	4	6	64
15	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	2	4	4	4	4	54
16	4	4	4	2	4	2	2	2	2	2	4	4	2	4	2	44
17	2	4	8	4	6	6	6	2	2	2	4	6	4	6	4	66
18	8	8	8	4	4	6	6	6	2	2	4	2	4	4	2	70

19	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4	2	2	4	52
20	8	4	4	4	4	6	6	2	2	2	2	4	2	6	2	58
21	6	8	8	6	8	8	2	6	6	4	4	8	2	4	4	84
22	8	2	8	6	8	6	6	4	2	4	2	4	6	6	6	78
23	8	4	8	6	4	2	4	2	8	8	4	8	4	8	2	80
24	8	4	4	4	4	2	4	2	2	2	2	8	4	4	4	58
25	8	8	4	2	2	4	6	2	8	8	2	2	2	6	4	68
26	4	4	4	2	2	4	4	6	6	4	2	4	2	2	6	56
27	8	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	64
28	8	4	8	8	4	4	4	8	8	4	6	4	4	8	6	88
29	8	2	4	2	4	4	2	4	4	4	8	4	8	8	2	68
30	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	56
31	8	4	2	4	2	2	2	4	4	8	2	2	4	2	6	56
32	4	6	6	2	6	8	8	2	2	8	8	2	2	2	4	70
33	4	4	4	4	4	4	6	4	4	2	2	4	4	4	8	62
34	8	2	4	4	4	2	2	2	8	2	8	2	2	2	6	58
35	6	4	2	8	2	2	4	4	4	2	2	2	4	2	6	54
Jumlah	236	160	190	168	152	144	162	125	143	146	140	164	122	153	154	2359
r_{hitung}	0,337	0,104	0,766	0,659	0,365	0,567	0,475	0,373	0,391	0,521	0,314	0,604	0,137	0,418	0,299	6,330764784
r_{tabel}	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334
Kriteria	Valid	Tidak	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak	Valid	Tidak	Valid	Tidak	

r-Tabel

n	Taraf Signifikan		n	Taraf Signifikan		n	Taraf Signifikan	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0,997	0,999	27	0,381	0,487	55	0,266	0,345
4	0,950	0,990	28	0,374	0,478	60	0,254	0,330
5	0,878	0,959	29	0,367	0,470	65	0,244	0,317
6	0,811	0,917	30	0,361	0,463	70	0,235	0,306
7	0,754	0,874	31	0,355	0,456	75	0,227	0,296
8	0,707	0,834	32	0,349	0,449	80	0,220	0,286
9	0,666	0,798	33	0,344	0,442	85	0,213	0,278
10	0,632	0,765	34	0,339	0,436	90	0,207	0,270
11	0,602	0,735	35	0,334	0,430	95	0,202	0,263
12	0,576	0,708	36	0,329	0,424	10	0,195	0,256
13	0,553	0,684	37	0,325	0,418	12	0,176	0,230
14	0,532	0,661	38	0,320	0,413	15	0,159	0,210
15	0,514	0,641	39	0,316	0,408	17	0,148	0,194
16	0,497	0,623	40	0,312	0,403	20	0,138	0,181
17	0,482	0,606	41	0,308	0,398	30	0,113	0,148
18	0,468	0,590	42	0,304	0,393	40	0,098	0,128
19	0,456	0,575	43	0,301	0,389	50	0,088	0,115
20	0,444	0,561	44	0,297	0,384	60	0,080	0,105
21	0,433	0,549	45	0,294	0,380	700	0,074	0,097
22	0,423	0,537	46	0,291	0,376	800	0,070	0,091
23	0,413	0,526	47	0,288	0,372	900	0,065	0,086
24	0,404	0,515	48	0,284	0,368	000	0,062	0,081
25	0,396	0,505	49	0,281	0,364			
26	0,388	0,496	50	0,279	0,361			

Validasi item 1 dari 11 soal esai yang telah diteskan kepada 35 peserta didik dianalisis satu per satu sebagai berikut.

Tabel 3.2.2 Perhitungan uji validitas soal nomor 1

Responden	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	8	98	196	64	9604
2	8	88	704	64	7744
3	6	84	504	36	7056
4	8	92	736	64	8464
5	2	62	124	4	3844
6	8	80	640	64	6400
7	8	64	512	64	4096
8	8	70	560	64	4900
9	8	73	584	64	5329
10	8	54	432	64	2916
11	8	72	576	64	5184
12	8	58	464	64	3364
13	8	56	448	64	3136
14	8	64	512	64	4096
15	4	54	216	16	2916
16	4	44	176	16	1936
17	2	66	132	4	4356
18	8	70	560	64	4900
19	4	52	208	16	2704
20	8	58	464	64	3364
21	6	84	504	36	7056
22	8	78	624	64	6084
23	8	80	640	64	6400
24	8	58	464	64	3364
25	8	68	544	64	4624
26	4	56	224	16	3136
27	8	64	512	64	4096
28	8	88	704	64	7744
29	8	68	544	64	4624
30	6	56	336	36	3136
31	8	56	448	64	3136
32	4	70	280	16	4900
33	4	62	248	16	3844

Responden	X	Y	XY	X ²	Y ²
34	8	58	464	64	3364
35	6	54	324	36	2916
jumlah	236	2359	15608	1720	164733

Persamaan yang digunakan untuk menguji validitas adalah dengan menggunakan persamaan product moment sebagai berikut.

$$r^{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2(N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)\}}}$$

$$r^{xy} = \frac{35 \times 16196 - 236 \times 2359}{\sqrt{(35)1720 - (236)^2(35 \times 164733) - (2359)^2}}$$

$$r^{xy} = \frac{566860 - 556724}{\sqrt{60200 - 55696(5765655 - 5564881)}}$$

$$r^{xy} = \frac{10136}{\sqrt{4504 - (904286096)}}$$

$$r^{xy} = \frac{10136}{\sqrt{9258480}}$$

$$r^{xy} = \frac{10136}{30071.3500860869231442725}$$

$$r^{xy} = 0,33706501274412722253151 = 0,337$$

Karena nilai r_{hitung} yang diperoleh sebesar 0,337 dalam perhitungan ternyata lebih besar dibandingkan nilai r_{tabel} 0,334 maka dapat disimpulkan bahwa butir soal nomor 1 dinyatakan valid.

1.3 ANALISIS RELIABILITAS

Tabel 3.3.1 Nilai untuk Relibilitas Tes Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI SMAN 10 Bulukumba

NoResponden	No Item											ΣX	ΣX^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
R1	8	8	8	6	8	8	8	8	8	8	2	80	6400
R2	8	8	8	2	8	8	3	3	8	8	8	72	5184
R3	6	8	8	8	2	8	2	8	2	8	2	62	3844
R4	8	8	8	8	8	4	4	4	8	8	8	76	5776
R5	2	8	8	8	2	6	4	4	2	2	2	48	2304
R6	8	8	6	2	2	6	2	2	8	8	4	56	3136
R7	8	4	4	4	4	6	4	4	2	4	4	48	2304
R8	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	6	54	2916
R9	8	6	6	2	4	6	4	4	4	6	3	53	2809
R10	8	4	2	6	2	4	2	2	4	4	4	42	1764
R11	8	4	8	4	4	4	2	2	4	4	8	52	2704
R12	8	4	2	4	2	2	2	2	4	4	4	38	1444
R13	8	6	2	6	2	2	2	2	4	4	4	42	1764
R14	8	4	6	4	4	4	4	4	2	2	4	46	2116
R15	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	40	1600
R16	4	4	2	4	2	2	2	2	2	4	4	32	1024
R17	2	8	4	6	6	6	2	2	2	6	6	50	2500

R18	8	8	4	4	6	6	6	2	2	2	4	52	2704
R19	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	2	40	1600
R20	8	4	4	4	6	6	2	2	2	4	6	48	2304
R21	6	8	6	8	8	2	6	6	4	8	4	66	4356
R22	8	8	6	8	6	6	4	2	4	4	6	62	3844
R23	8	8	6	4	2	4	2	8	8	8	8	66	4356
R24	8	4	4	4	2	4	2	2	8	4	4	44	1936
R25	8	4	2	2	4	6	2	8	8	2	6	52	2704
R26	4	4	2	2	4	4	6	6	4	4	2	42	1764
R27	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	2304
R28	8	8	8	4	4	4	8	8	4	4	8	68	4624
R29	8	4	2	4	4	2	4	4	4	4	8	48	2304
R30	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	44	1936
R31	8	2	4	2	2	2	4	4	8	2	2	40	1600
R32	4	6	2	6	8	8	2	2	8	2	2	50	2500
R33	4	4	4	4	4	6	4	4	2	4	4	44	1936
R34	8	4	4	4	2	2	2	8	2	2	2	40	1600
R35	6	2	8	2	2	4	4	4	2	2	2	38	1444
$\sum X_i$	236	190	168	152	144	162	125	143	146	164	153	1783	95405
$\sum X_i^2$	55696	36100	28224	23104	20736	26244	15625	20449	21316	26896	23409		
N	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Varian	3,677	4,016	4,617	3,768	4,101	3,376	2,702	4,364	5,113	4,787	4,348		

Σ Varian	44,870												
Varian T	134,53												
N Soal	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
R11	1,083												
Realibilitas	Sangat Tinggi												

Reliabilitas instrumen tes keterampilan proses sains peserta didik kelas XI di SMAN 10 Bulukumba sebesar 1.083 dengan kriteria sangat tinggi sehingga dapat dikatakan bahwa instrumen tes tersebut reliabel.

1.4 Daya Pembeda

Tabel 3.4.1 Daya Pembeda

NoResponden	No Item											skor Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
R1	8	8	8	6	8	8	8	8	8	8	2	80
R4	8	8	8	8	8	4	4	4	8	8	8	76
R2	8	8	8	2	8	8	3	3	8	8	8	72
R28	8	8	8	4	4	4	8	8	4	4	8	68
R21	6	8	6	8	8	2	6	6	4	8	4	66
R23	8	8	6	4	2	4	2	8	8	8	8	66
R3	6	8	8	8	2	8	2	8	2	8	2	62

KELOMPOK ATAS

R22	8	8	6	8	6	6	4	2	4	4	6	62
R6	8	8	6	2	2	6	2	2	8	8	4	56
R8	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	6	54
R9	8	6	6	2	4	6	4	4	4	6	3	53
R11	8	4	8	4	4	4	2	2	4	4	8	52
R18	8	8	4	4	6	6	6	2	2	2	4	52
R25	8	4	2	2	4	6	2	8	8	2	6	52
R17	2	8	4	6	6	6	2	2	2	6	6	50
R32	4	6	2	6	8	8	2	2	8	2	2	50
R5	2	8	8	8	2	6	4	4	2	2	2	48
R7	8	4	4	4	4	6	4	4	2	4	4	48
R20	8	4	4	4	6	6	2	2	2	4	6	48
R27	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
R29	8	4	2	4	4	2	4	4	4	4	8	48
R14	8	4	6	4	4	4	4	4	2	2	4	46
R24	8	4	4	4	2	4	2	2	2	8	4	44
R30	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	44
R33	4	4	4	4	4	6	4	4	2	4	4	44
R10	8	4	2	6	2	4	2	2	4	4	4	42
R13	8	6	2	6	2	2	2	2	4	4	4	42
R26	4	4	2	2	4	4	6	6	4	4	2	42
R15	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	40

KELOMPOK BAWAH

R19	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	2	40
R31	8	2	4	2	2	2	4	4	8	2	2	40
R34	8	4	4	4	2	2	2	8	2	2	2	40
R12	8	4	2	4	2	2	2	2	4	4	4	38
R35	6	2	8	2	2	4	4	4	2	2	2	38
R16	4	4	2	4	2	2	2	2	2	4	4	32
Jumlah	236	190	168	152	144	162	125	143	146	164	153	1783
BA	124	124	106	90	90	102	69	81	90	100	91	
BB	112	66	62	62	54	60	56	62	56	64	62	
JA	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
JB	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	
D	0,30	3	2,24	1,35	1,82	2,14	0,54	0,85	1,71	1,79	1,41	
Kriteria	Cukup	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	

3.5 ANALISIS TARAF KESUKARAN

$$1. P = \frac{B}{N} = \frac{24}{35} = 0,68 \text{ (sedang)}$$

$$2. P = \frac{B}{N} = \frac{12}{35} = 0,34 \text{ (sedang)}$$

$$3. P = \frac{B}{N} = \frac{6}{35} = 0,17 \text{ (sukar)}$$

$$4. P = \frac{B}{N} = \frac{5}{35} = 0,14 \text{ (Sukar)}$$

$$5. P = \frac{B}{N} = \frac{5}{35} = 0,14 \text{ (Sukar)}$$

$$6. P = \frac{B}{N} = \frac{3}{35} = 0,10 \text{ (Sukar)}$$

$$7. P = \frac{B}{N} = \frac{2}{35} = 0,06 \text{ (sukar)}$$

$$8. P = \frac{B}{N} = \frac{6}{35} = 0,17 \text{ (sukar)}$$

$$9. P = \frac{B}{N} = \frac{8}{35} = 0,23 \text{ (sukar)}$$

$$10. P = \frac{B}{N} = \frac{9}{35} = 0,26 \text{ (sukar)}$$

$$11. P = \frac{B}{N} = \frac{6}{35} = 0,17 \text{ (sukar)}$$



RIWAYAT HIDUP



Ihzan Wahyudi, dilahirkan di Campulea pada tanggal 27 Desember 2001. Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Negeri 276 Campulea dan selesai pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 40 Bulukumba dan selesai pada tahun 2017. Selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 10 Bulukumba dan selesai pada tahun 2020. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Muhammadiyah Makassar, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) dan mengambil Program Studi Strata 1 (S1) Jurusan Pendidikan Fisika dengan Nomor Induk Mahasiswa (NIM) 105391101020. Alamat : BTN Anugrah Reski Paccinongan Gowa. No. Hp : 082393813582. Adapun pengalaman organisasi yang pernah digeluti oleh penulis selama berkuliah yaitu Himaprodi Pendidikan Fisika 2022-2023 dan Pikom IMM FKIP. Selama berkuliah penulis sering mengikuti berbagai kegiatan kemahasiswaan yang diadakan oleh Kemendikbud-RI seperti Program Kreativitas Mahasiswa (PKM), Asistensi Mengajar, dan Wirausaha Merdeka.

