



**EFEKTIVITAS MODEL *LEARNING CYCLE 7E* TERHADAP
KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN HASIL BELAJAR
SISWA PADA MATERI TERMODINAMIKA DI SMA**

SKRIPSI

Oleh :

**Gesi Wanrista
NIM 150210102012**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**EFEKTIVITAS MODEL *LEARNING CYCLE 7E* TERHADAP
KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN HASIL BELAJAR
SISWA PADA MATERI TERMODINAMIKA DI SMA**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh :

**Gesi Wannista
NIM 150210102012**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan segala cinta dan kasih kepada:

1. Ibunda Riris Kurniawati dan Ayahanda Irwanto yang berjuang untuk memberikan bekal ilmu pengetahuan hingga pendidikan yang lebih tinggi kepadaku, terima kasih atas segala doa, motivasi, dan dukungan selama ini;
2. Bapak Ibu guru serta dosen dari TK, SD, SMP, SMA hingga PTN yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat, membimbing dengan kesabaran dan keikhlasan hati;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang kubanggakan.

MOTTO

“Bukan BISA atau tidak bisa, namun MAU atau Tidak untuk bertindak.”

(KH. M. Balya' Firjoun Barlaman AS)

Menuntut ilmu adalah Taqwa. Menyampaikan ilmu adalah ibadah. Mengulang-
ngulang ilmu adalah berdzikir. Mencari ilmu adalah Jihad. (Imam Al-Ghazali)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gesi Wanrista

NIM : 150210102012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Efektivitas Model *Learning Cycle 7E* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Termodinamika di SMA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 3 Mei 2019

Yang menyatakan,

Gesi Wanrista

NIM 150210102012

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS MODEL *LEARNING CYCLE 7E* TERHADAP
KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN HASIL BELAJAR
SISWA PADA MATERI TERMODINAMIKA DI SMA**

Oleh :

**Gesi Wannista
NIM 150210102012**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Alex Harijanto, M.Si.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2019

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efektivitas Model *Learning Cycle 7E* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Termodinamika di SMA” karya Gesi Wannista telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.

NIP. 19620401 198702 1 001

Drs. Alex Harijanto, M.Si.

NIP. 19641117 199103 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Sri Handono B.P., M.Si.

NIP. 19580318 198503 1 004

Dr. Yushardi, S.Si., M.Si.

NIP. 19650420 199512 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

NIP. 196808021993031004

RINGKASAN

Efektifitas Model *Learning Cycle 7E* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Termodinamika di SMA; Gesi Wannista, 150210102012; 59 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Fisika sebagai salah satu bidang mata pelajaran IPA mempunyai peranan penting dalam pengembangan teknologi di masa depan. Namun, banyak fakta di lapangan yang menyebutkan beragam permasalahan dalam pembelajaran fisika yang terjadi pada siswa, diantaranya masih rendahnya keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar mengapa demikian, karena siswa menganggap bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sangat sulit dipahami, kemudian siswa belum terbiasa dalam memahami konsep, melainkan cenderung menghafal konsep dan rumus yang akibatnya hanya akan menjadi pengetahuan jangka pendek, sehingga pelajaran fisika tentu saja memerlukan perhatian yang khusus dari guru fisika. Selain itu, kurang optimalnya perolehan nilai hasil belajar fisika dikarenakan pemilihan strategi pembelajaran yang kurang menekankan pada proses sains. Oleh karena itu, diperlukan pemilihan model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik fisika, salah satunya adalah model *Learning Cycle 7E*. Model *Learning Cycle 7E* mempunyai kelebihan, diantaranya model ini berpusat pada siswa, selain itu dapat membantu mengembangkan sikap ilmiah siswa dan meningkatkan motivasi belajar karena siswa dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran sehingga pembelajaran akan menjadi lebih bermakna untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Selain itu juga terdapat kelemahan pada model *Learning Cycle 7E* diantaranya yaitu efektivitas pembelajaran rendah jika guru kurang menguasai materi dan langkah-langkah pembelajaran.

Tujuan dari penelitian ini yaitu: 1) mengkaji efektivitas penggunaan model *Learning Cycle 7E* terhadap hasil belajar siswa dan 2) mendeskripsikan keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan model *Learning Cycle 7E* pada materi Termodinamika di SMA. Penelitian ini merupakan penelitian

eksperimen yang dilakukan di SMA Negeri 1 Cluring Banyuwangi. Dalam hal ini sebelum pemilihan sampel perlu dilakukan uji homogenitas dan penentuan sampel menggunakan *cluster random sampling* dan menggunakan desain *pretest-posttest control group* dengan metode pengumpulan data meliputi tes, observasi, dan wawancara serta menggunakan analisis data teknik uji t berbantuan SPSS 23. Dari hasil analisis uji homogenitas diperoleh dua kelas dimana satu kelas sebagai kelas eksperimen yaitu kelas XI MIPA 3 dan satu kelas kontrol yaitu XI MIPA 1. Setelah dilakukan uji *Independent Sample t-test* diketahui bahwa nilai *pre-test* hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki sig.(2-tailed) $0.090 > 0.05$, berdasarkan kriteria pengujian jika $p > 0.05$ maka H_0 yang berbunyi tidak ada perbedaan antara hasil belajar kelas eksperimen dengan kelas kontrol diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelas memiliki kemampuan awal kognitif yang homogen hal ini juga sama pada nilai kemampuan awal siswa pada berpikir kritis. Kemudian pada *post-test* hasil belajar siswa aspek kognitif memiliki sig. (2-tailed) $0.016 < 0.05$, berdasarkan kriteria pengujian jika $p < 0.05$, maka H_0 yang berbunyi hasil belajar pada kelas eksperimen tidak berbeda secara signifikan dengan hasil belajar siswa pada kelas kontrol ditolak, dan H_a yang berbunyi hasil belajar siswa pada kelas eksperimen berbeda secara signifikan dengan hasil belajar siswa kelas kontrol diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan model *Learning Cycle 7E* efektif terhadap hasil belajar siswa. Pada *post-test* ketrampilan berpikir kritis juga sama halnya dengan *post-test* hasil belajar kognitif siswa, berdasarkan uji *Independent Sample t-test* diperoleh sig. (2-tailed) $0.00 < 0.05$, maka hipotesis H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan penggunaan model *Learning Cycle 7E* terhadap ketrampilan berpikir siswa di SMA Negeri 1 Cluring.

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, maka kesimpulan dari penelitian ini, antara lain yaitu; 1) model *Learning Cycle 7E* efektif terhadap hasil belajar siswa pada materi Termodinamika di SMA dan 2) ada pengaruh yang signifikan penggunaan model *Learning Cycle 7E* terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa materi Termodinamika di SMA.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model *Learning Cycle 7E* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Termodinamika di SMA”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Prof. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember yang telah meluangkan waktu demi kelancaran penyusunan skripsi ini;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember;
4. Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Drs. Alex Harijanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan perhatian guna memberikan bimbingan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Dr. Sri Handono B.P, M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Yushardi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Dwianto Budhiono, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Cluring-Banyuwangi yang telah memberikan izin penelitian;
7. Suryadi, S.Pd., selaku guru bidang studi fisika SMAN 1 Cluring-Banyuwangi yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu kegiatan penelitian di SMAN 1 Cluring-Banyuwangi;

8. Semua observer yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu kegiatan penelitian;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 3 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Efektivitas Pembelajaran.....	7
2.2 Pembelajaran Fisika.....	8
2.3 Model Pembelajaran <i>Learning Cycle 7E</i>	11
2.4 Keterampilan Berpikir Kritis.....	12
2.5 Hasil Belajar	15
2.6 Termodinamika.....	19
2.7 Model Pembelajaran <i>Learning Cycle 7E</i> pada Termodinamika.....	26
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	27
3.1.1 Jenis Penelitian.....	34
3.1.2 Desain Penelitian	34

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	28
3.3.1 Populasi Penelitian.....	28
3.3.2 Sampel Penelitian	25
3.4 Definisi Operasional Variabel.....	30
3.4.1 Variabel Penelitian.....	31
3.4.2 Operasional Variabel.....	34
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
3.6 Teknik Pengumpulan Data	31
3.7 Teknik Analisa Data	32
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil Penelitian.....	43
4.4.1 Hasil Analisis Data Kemampuan Awal Siswa.....	44
4.4.2 Analisis Data Efektivitas Model.....	46
4.4.3 Pencapaian Aspek Ketrampilan Berpikir Kritis.....	52
4.2 Pembahasan	56
BAB 5. PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Konversi Kompetensi Pengetahuan	12
2.2 Model <i>Learning Cycle 7E</i> pada Termodinamika	15
3.1 Kriteria Keterampilan Berpikir Kritis	33
3.2 Kriteria Hasil Belajar.....	33
4.1 Nilai Ulangan Harian Fisika Materi Sebelumnya (Homogenitas)	45
4.2 Rekapitulasi Nilai <i>Pre-test</i> Hasil Belajar	50
4.3 Ringkasan Hasil <i>Pre-test Uji Independent Sample T-test</i>	50
4.4 Rekapitulasi Nilai <i>Pre-test</i> Keterampilan Berpikir Kritis Siswa	51
4.5 Ringkasan Hasil <i>Pre-test Uji Independent Sample T-test</i> Kritis.....	51
4.6 Rekapitulasi Rata-rata Hasil Belajar Siswa.....	52
4.7 Rekapitulasi <i>Uji N-gain</i>	53
4.8 Ringkasan Nilai Hasil Belajar <i>Post-test</i> Psikomotorik	54
4.9 Rekapitulasi Hasil Nilai Rata-rata Berpikir Kritis Siswa.....	55
4.10 Rekapitulasi Nilai <i>Post-test</i> Berpikir Kritis Siswa.....	55
4.11 Ringkasan Hasil <i>Post-test</i> Berpikir Kritis Siswa	55
4.12 Jumlah Siswa pada Kategori Indikator Berpikir Kritis	55
4.13 Pencapaian Aspek Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen.....	55
4.14 Pencapaian Aspek Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol	55

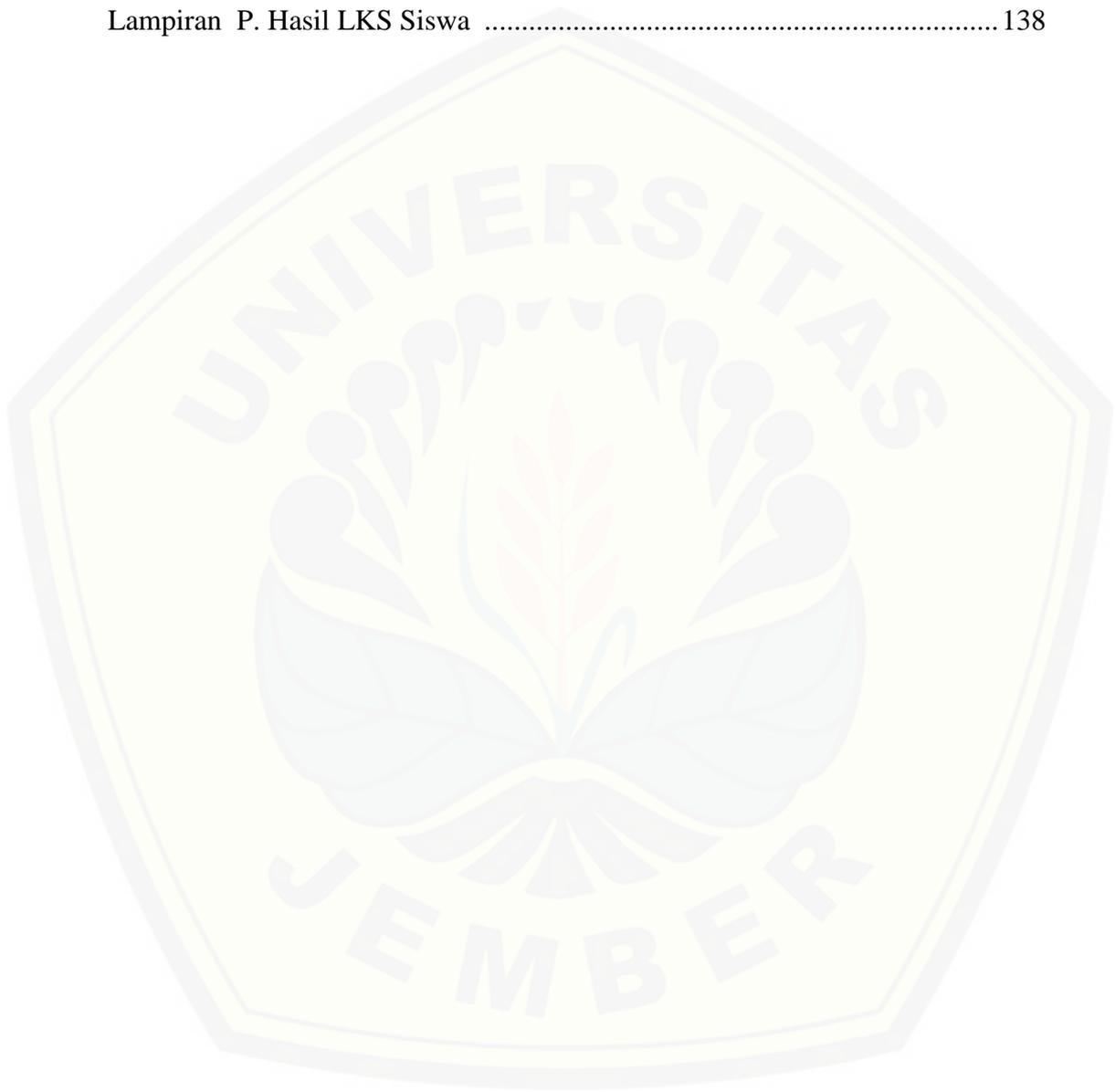
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gambar Hukum ke-0 Termodinamika	10
2.2 Grafik (P-V) Proses Isotermal.....	18
2.3 Grafik (P-V) Proses Adiabatik	19
2.4 Grafik (P-V) Proses Isobarik.....	21
2.5 Grafik (P-V) Proses Isokhorik	21
2.6 Siklus Carnot	22
2.7 Diagram Alir Mesin Kalor.....	23
3.1 Desain Penelitian.....	30
3.2 Bagan Prosedur Penelitian	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Matrik Penelitian	72
Lampiran B. Uji Homogenitas	74
Lampiran C.1 Analisi Hasil Belajar Siswa <i>N-gain</i> Kelas Eksperimen	74
Lampiran C.2 Analisi Hasil Belajar Siswa <i>N-gain</i> Kelas Kontrol.....	77
Lampiran C.3 Nilai <i>Pre-test</i> Hasil Belajar Siswa	78
Lampiran C.4 Nilai <i>Post-test</i> Hasil Belajar Siswa.....	79
Lampiran C.5 Nilai Ranah Afektif Siswa	80
Lampiran C.6 Nilai Ranah Psikomotor Siswa	80
Lampiran D.1 Data Pencapaian Aspek Ketrampilan Kritis Eksperimen	82
Lampiran D.2 Data Pencapaian Aspek Ketrampilan Kritis Kontrol.....	83
Lampiran D.3 Data Nilai <i>Pre-test</i> Ketrampilan Berpikir Kritis.....	83
Lampiran D.4 Data Nilai <i>Post-test</i> Ketrampilan Berpikir Kritis	87
Lampiran E. Silabus Pembelajaran	88
Lampiran F.1 RPP Pertemuan Pertama.....	88
Lampiran F.2 RPP Pertemuan Kedua	89
Lampiran F.3 RPP Pertemuan Ketiga	91
Lampiran G.1 LKS 1	91
Lampiran G.2 LKS 2	93
Lampiran H.1 Kisi-kisi <i>Pre-test</i> Kritis.....	95
Lampiran H.2 Kisi-kisi <i>Post-test</i> Kritis	95
Lampiran H.3 Kisi-kisi <i>Pre-test</i> Hasil Belajar.....	97
Lampiran H.4 Kisi-kisi <i>Post-test</i> Hasil Belajar	98
Lampiran H.5 Rubrik Penilaian Ketrampilan Kritis	101
Lampiran H.6 Soal <i>Pre-test</i>	106
Lampiran H.7 Soal <i>Post-test</i>	114
Lampiran H.8 Pedoman Penilaian Hasil Belajar.....	131
Lampiran I. Pedoman Pengumpulan Data	134
Lampiran J. Pedoman Wawancara	135
Lampiran K. Dokumentasi Penelitian	135

Lampiran L. Surat Penelitian.....	136
Lampiran M. Hasil Belajar Siswa	135
Lampiran N. Hasil Ketrampilan Kritis Siswa	137
Lampiran O. Hasil Observasi.....	137
Lampiran P. Hasil LKS Siswa	138



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan aspek penting yang ada pada diri seseorang. Dalam Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional menegaskan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. Meningkatkan kualitas pendidikan melalui sumber daya manusia untuk menghadapi tantangan arus globalisasi merupakan hal yang penting (Rahma, 2012). Peningkatan mutu pendidikan ini sejalan dengan upaya pemerintah dalam mengembangkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) menjadi kurikulum 2013 yang bertujuan untuk mempersiapkan warga Indonesia menjadi pribadi yang kritis, kreatif, inovatif, dan afektif (Sudewi *et al.*, 2014). Karena kurikulum 2013 lebih menekankan pada pembentukan karakter dan pembelajaran yang berbasis *scientific approach* (pendekatan ilmiah), yang meliputi aspek kompetensi sikap, pengetahuan, dan ketrampilan (BPSDM, 2014). Proses pembelajaran melalui pendekatan saintifik merupakan proses pembelajaran yang dirancang agar siswa secara aktif mampu mengonstruksi konsep, hukum, dan prinsip melalui tahapan-tahapan mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan serta mengomunikasikan konsep, hukum, dan prinsip yang ditemukan (Machin, 2014). Salah satu mata pelajaran yang menuntut siswa untuk berpikir kritis, kreatif, inovatif, dan afektif yaitu fisika.

Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang berkaitan dengan peristiwa alam sekitar dan dapat mengembangkan kemampuan berpikir analisis dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Pada dasarnya pembelajaran fisika adalah suatu proses mewujudkan produk ilmiah yang terdiri atas tiga komponen

penting berupa konsep, prinsip, dan teori yang diperoleh melalui serangkaian proses ilmiah (Trianto, 2010:137-138). Salah satu tujuan pembelajaran fisika di sekolah adalah mengembangkan kemampuan berpikir. Kemampuan berpikir merupakan dasar dalam suatu proses pembelajaran (Heong, *et al.*, 2011). Pembelajaran yang menjadikan siswa sebagai penerima materi saja tidak dapat mengembangkan kemampuan berpikir siswa yang salah satunya adalah berpikir kritis. Dalam hal ini mengajarkan dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis menjadi sangat penting untuk dikembangkan di sekolah agar siswa mampu dan terbiasa menghadapi berbagai permasalahan disekitarnya. Menurut Husnidar (2014), penguasaan kemampuan berpikir kritis tidak cukup dijadikan sebagai tujuan pendidikan semata, tetapi juga sebagai proses fundamental yang menginginkan siswa untuk mengatasi berbagai permasalahan di masa mendatang di lingkungannya. Oleh karena itu dalam proses pembelajaran guru tidak boleh mengabaikan penguasaan kemampuan berpikir kritis.

Pembelajaran fisika akan lebih efektif jika dalam pembelajaran siswa diberi pengalaman langsung, sehingga dengan pengalaman itu siswa dapat merasakan pengalaman belajar yang bermakna (Sumarli, 2017). Menurut Anafidah *at al.* (2017) mengatakan bahwa, fakta dilapangan pembelajaran fisika di sekolah masih bersifat *teacher center* (berpusat pada guru), sehingga hal itu akan membuat siswa kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan ketrampilan berpikirnya. Hal ini sejalan dengan Dwi (2013) mengatakan bahwa, siswa menjadi pasif dan tidak kreatif karena pembelajaran saat ini masih didominasi oleh guru. Dikarenakan kurangnya melibatkan siswa secara aktif selama pembelajaran, siswa cenderung hanya bisa mengerjakan soal yang bersifat mengingat, menjelaskan dan belum bisa mengerjakan soal yang bersifat menganalisis, sehingga hal tersebut merujuk pada rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa (Anggraeni *et al.*, 2016). Pembelajaran yang kurang melibatkan siswa secara aktif menyebabkan ketidakseimbangannya kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik siswa (Setyorini *et al.*, 2011).

Berdasarkan studi hasil survei Internasional yang dilakukan oleh *International Program for International Student Assessment* (PISA) bahwa

Indonesia pada tahun 2015 berada pada peringkat ke-61 dari 70 negara dengan skor rata-rata 403 (OECD, 2016). Penelitian terakhir PISA Indonesia mengalami peningkatan sains, yaitu 382 pada tahun 2012 dan 403 pada tahun 2015 meskipun belum mencapai skor rata-rata dari yang telah ditetapkan PISA sejumlah 500 selama dua periode (Nizam, 2016). Survei ini didukung oleh *Trends in Mathematics and Sciences Study* (TIMSS) mengenai pencapaian IPA, pada tahun 2011 Indonesia menduduki peringkat ke-40 dari 42 negara dengan skor rata-rata 406. Menurut IEA (2016), bahwa kemampuan Indonesia pada bidang fisika memasuki kategori *intermediate* yang berarti siswa hanya mampu menerapkan pengetahuan dan menafsirkan informasi. Kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia masih rendah dan perlu ditingkatkan hal ini terlihat pada literasi sains di Indonesia masih jauh dibawah rata-rata Internasional. Hal ini didukung oleh Rahmawati dalam Djufri (2017), yang mengatakan bahwa siswa Indonesia lemah disemua aspek baik matematika dan sains, sehingga perlunya penguatan dalam hal kemampuan mengintegrasikan informasi, menggenarilansir pengetahuan yang dimiliki dan menarik kesimpulan yang merupakan salah satu dari kemampuan berpikir kritis.

Model pembelajaran yang sesuai untuk pembelajaran fisika berbasis konstruktivis yang berpusat pada siswa dimana melibatkan siswa berperan aktif di setiap fase pembelajarannya yaitu model *Learning Cycle 7E* (Sumiyati *et al.*, 2016). Pendekatan konstruktivisme merupakan pandangan pembelajaran yang membelajarkan siswa untuk mengkontruksi atau membangun pengetahuannya sendiri melalui skemata yang telah siswa miliki sebelumnya, siswa belajar mengkontruksi pengetahuan berdasarkan pengalaman eksplorasinya, yakni melalui kegiatan percobaan, pengamatan, diskusi, dan tugas-tugas atau pemecahan masalah (Sumiyati *et al.*, 2016). Pada pembelajaran *Learning Cycle 7E*, siswa diarahkan untuk aktif, mengalami sendiri, merefleksi tentang temuan yang ia peroleh, menginterpretasi temuannya terhadap skemata awal yang telah ia miliki, dan memprediksikan temuantemuannya itu ke dalam situasi yang baru (Huda, 2013). Model pembelajaran *Learning Cycle 7E* menggunakan rangkaian dengan tahap-tahap kegiatan (fase) yang diorganisasi sedemikian rupa, sehingga

siswa dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dalam pembelajaran dengan jalan berperan aktif (Kamdi, 2007:96).

Menurut Sumiyati et al. (2016), adapun implementasi tahapan model *Learning Cycle 7E* pada pelaksanaan pembelajarannya ialah meliputi; Fase *Elicit*, pada kegiatan ini guru memberikan apersepsi dengan bertanya jawab terkait materi yang akan disampaikan; Fase *Engagment*, menyelaraskan persepsi siswa dengan konsep yang dibawa oleh guru kegiatan guru pada fase ini ialah memberikan penjelasan materi untuk mengklarifikasi persepsi siswa yang masih salah dan guru memberikan penjelasan tetapi tidak dibahas secara lengkap, guru mengundang pengetahuan siswa dengan mempertunjukkan kegiatan yang menarik sehingga siswa memiliki rasa ingin tahu dan tertarik untuk mempelajari materi secara lebih lanjut; Fase *Exploration*, pada kegiatan ini siswa diarahkan untuk mengeksplorasi pengetahuannya, yakni melalui kegiatan percobaan, pengamatan, dan diskusi sehingga terjadi proses pebentukan pengetahuan; Fase *Explanation*, pada fase ini kegiatan siswa ialah melaporkan hasil diskusi dan percobaannya dengan melakukan persentasi, siswa dapat menambah pengetahuan konsepnya dari gagasan-gagasan atau temuan-temuan yang diperoleh dari teman-temannya melalui percobaan; Fase *Elaboration*, pada kegiatan ini, guru memberikan tugas untuk melatih siswa dalam memecahkan permasalahan berdasarkan konsep yang siswa peroleh; Fase *Evaluation*, pada kegiatan ini, guru mengevaluasi siswa atas pengalaman dan latihannya, guru menilai perubahan-perubahan yang terjadi pada siswa atas pengetahuannya; Fase *Extend*, pada kegiatan ini, guru memberikan penguatan konsep dengan memberikan contoh aplikasi dan keterkaitan konsep dengan konsep lain di dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran dengan menerapkan model *Learning Cycle 7E* menuntut siswa untuk mempelajari materi secara bermakna dengan bekerja dan berpikir sehingga pengetahuan yang diperolehnya merupakan hasil konstruksi dari pengalaman yang dialami langsung oleh siswa (Sumiyati et al., 2016).

Dalam hal ini model *Learning Cycle 7E* memiliki beberapa kelebihan diantaranya menurut Fajaroh dan Dasna (2009:99), kelebihan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* yaitu dapat membantu mengembangkan sikap ilmiah siswa

dan meningkatkan motivasi belajar karena siswa dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran. Penelitian yang terkait dengan penggunaan model pembelajaran *Learning Cycle* adalah penelitian yang dilakukan oleh Sari (2016), menyatakan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Learning Cycle* terhadap hasil belajar fisika siswa. Selain itu, model *Learning Cycle 7E* juga dapat memunculkan keberanian siswa untuk berpendapat, membantu mengembangkan sikap ilmiah siswa, dan memberikan kesempatan kepada siswa untuk berpikir, mencari, menemukan, dan menjelaskan contoh penerapan konsep yang telah dipelajari, serta menjadikan pembelajaran lebih bermakna.

Selain kelebihan, juga terdapat kelemahan dalam model *Learning Cycle 7E*, salah satu kelemahan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* menurut Ngalimun (2014) yaitu efektivitas pembelajaran rendah jika guru kurang menguasai materi dan langkah-langkah pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian lain yang dilakukan Nainggolan (2011), menyimpulkan bahwa model pembelajaran *Learning Cycle* dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Tetapi, masih memiliki kelemahan yaitu masih ada siswa yang kurang tertarik dengan pengajaran konsep karena telah terbiasa mengerjakan soal-soal perhitungan fisika dan masih banyak siswa yang kurang aktif dalam setiap fase model pembelajaran *Learning Cycle*, sehingga alokasi waktu yang telah ditentukan di dalam RPP tidak terpenuhi. Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti akan melakukan penelitian yang berjudul “Efektivitas model *Learning Cycle 7E* terhadap ketrampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa pada materi termodinamika di SMA”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

- a. Bagaimanakah efektivitas model *Learning Cycle 7E* terhadap hasil belajar siswa pada materi Termodinamika di SMA?
- b. Bagaimanakah ketrampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan model *Learning Cycle 7E* pada materi Termodinamika di SMA?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

- a. Mengakaji efektivitas penggunaan model *Learning Cycle 7E* terhadap hasil belajar siswa pada materi Termodinamika di SMA.
- b. Mendeskripsikan ketrampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan model *Learning Cycle 7E* pada materi Termodinamika di SMA.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, antara lain:

- a. Bagi peneliti, penelitian ini sebagai sarana untuk mendapatkan informasi secara langsung mengenai ketrampilan berpikir kritis siswa pada model pembelajaran *Learning Cycle 7E* pada materi termodinamika dan pengalaman terjun secara langsung dalam bidang pendidikan.
- b. Bagi peneliti lain, penelitian ini dengan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* dapat dijadikan sebagai referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan materi yang berbeda.
- c. Bagi guru, penelitian ini dapat memberikan informasi tingkat ketrampilan berpikir kritis siswa dalam menyelesaikan permasalahan fisika untuk memperbaiki strategi pembelajaran yang digunakan dengan menggunakan model *Learning Cycle 7E*.
- d. Bagi siswa, penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai ketrampilan berpikir kritis pada model pembelajaran *Learning Cycle 7E* materi termodinamika.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Efektivitas Pembelajaran

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (1990:219), efektivitas berasal dari kata dasar efektif yang memiliki makna pengaruh atau akibat dan juga dapat bermakna memberikan hasil yang memuaskan. Efektivitas Pembelajaran bermakna sebagai suatu tingkat keberhasilan dari keterkaitan tujuan pembelajaran dengan hasil yang diperoleh dalam kata lain adalah hasil belajar. Menurut Mulyasa (2002:82), efektivitas adalah kesesuaian antara orang yang melaksanakan tugas dengan sasaran yang ingin dicapai. Sedangkan menurut Komariah dan Triatna (2005:34), efektivitas adalah ukuran yang menyatakan sejauh mana sasaran telah tercapai, dimana yang dimaksud sasaran yaitu mencakup kualitas, kuantitas dan waktu. Selain itu, efektivitas merupakan penilaian yang telah dibuat sehubungan dengan prestasi individu, kelompok organisasi dan sasaran lainnya, apabila semakin dekat prestasi dengan ketercapaian maka akan lebih efektif penilaiannya. Keefektivan suatu pembelajaran merupakan segala upaya dari seorang pendidik untuk membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan sehingga peserta didik mampu mengikuti kegiatan pembelajaran dengan mudah. Untuk mengukur keefektivan pembelajaran dapat menggunakan tes tertentu, karena hasil dari tes tersebut berguna untuk mengetahui kemajuan pengetahuan siswa pada beberapa aspek pengetahuan sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran (Trianto, 2010). Menurut Isjon (2009:59), pembelajaran yang efektif dapat menciptakan suatu lingkungan yang optimal secara fisik maupun mental, tanpa adanya tekanan sehingga suasana hati menjadi tenang, sehingga siswa dapat dengan mudah memahami materi yang dipelajari.

Dari beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa efektivitas pembelajaran merupakan suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh tujuan pembelajaran yang dicapai peserta didik dalam suatu pembelajaran yang telah direncanakan terlebih dahulu melalui uji kompetensi yang diberikan kepada siswa.

2.2 Pembelajaran Fisika

Belajar merupakan bagian dari seperangkat proses kognitif yang diharapkan mampu mengubah sifat stimulus lingkungan, melalui informasi yang diolah, dan dijadikan kapabilitas baru (Dimiyati dan Mudjiono, 2006:10). Menurut Santyasa (2007:1), belajar merupakan kegiatan siswa membangun pengetahuannya, dimana siswa sendiri yang bertanggung jawab terhadap peristiwa belajar dan hasil belajar. Sedangkan pembelajaran adalah kegiatan guru secara terprogram dalam desain intruksional untuk membuat siswa belajar secara aktif, yang menekankan pada penyediaan sumber belajar (Dimiyati dan Mudjiono, 2002:297). Sedangkan Sudjana (2010:6), mendefinisikan pembelajaran sebagai interaksi antara guru dan siswa dalam rangka mencapai tujuan belajar mengajar. Jadi pembelajaran adalah proses yang direncanakan secara sistematis untuk menciptakan suasana belajar yang kondusif bagi siswa, sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai secara maksimal.

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang alam, seperti benda-benda alam, kejadian-kejadian alam, gejala-gejala alam serta interaksi benda yang berada di alam (Sarojo, 2002:2). Pembelajaran fisika adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik menguasai pengetahuan dan konsep fisika serta hukum-hukum fisika melalui kegiatan mengamati, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengukur, menganalisis data, dan menyimpulkan permasalahan serta menerapkan dalam kehidupan sehari-hari (Damayanti, 2013:58). Menurut Trianto (2010:137-138), pada dasarnya pembelajaran fisika adalah suatu proses mewujudkan produk ilmiah

Berdasarkan penjelasan mengenai pengertian pembelajaran dan fisika di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika adalah proses interaksi belajar mengajar oleh guru dengan siswa untuk memperoleh pengetahuan, kemampuan dan sikap melalui fenomena alam yang terjadi di sekitar atau bisa juga diartikan sebagai suatu proses untuk membantu siswa belajar dengan baik, sehingga siswa dapat menguasai pengetahuan dan konsep fisika serta hukum-hukum fisika dalam kehidupan sehari-hari.

2.3 Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E*

Model pembelajaran merupakan suatu rencana yang digunakan untuk membentuk kurikulum (rencana pembelajaran jangka panjang) dalam membimbing dan merancang bahan-bahan pembelajaran di kelas atau yang lain Joyce dan Weil (Rusman, 2013:133). Menurut Winataputra (Mulyono, 2012:25), model pembelajaran merupakan kerangka konseptual yang melukiskan prosedur sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan belajar tertentu yang membantu guru dalam merencanakan dan melaksanakan aktivitas belajar mengajar. Salah satu model pembelajaran yang menekankan pada penemuan dan bersifat *student centred* adalah model *Learning Cycle (LC)*. *Learning Cycle* adalah suatu model pembelajaran yang berlandaskan pada teori belajar konstruktivisme. Teori ini menyatakan bahwa anak membangun sendiri pengetahuan dari pengalamannya sendiri ketika berinteraksi dengan lingkungannya (Trianto, 2007). Berdasarkan pandangan Piaget dalam Trianto (2007), pengetahuan datang dari tindakan perkembangan kognitif sebagian besar bergantung pada seberapa jauh anak aktif berinteraksi dengan lingkungannya. Dalam hal ini peran guru adalah sebagai fasilitator dan buku sebagai pemberi informasi.

Model pembelajaran yang menyenangkan dan berpusat pada siswa serta menyediakan sumber belajar yang sesuai salah satunya adalah *Learning Cycle* (Wahyuni, 2013). Hal itu senada dengan penelitian yang dilakukan oleh Arifin dalam Shoimin (2014:58), menyatakan bahwa model pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*). Salah satu kelebihan pembelajaran menggunakan model *Learning Cycle* yaitu meningkatkan motivasi belajar karena siswa dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran dimana model *Learning Cycle* yang pada hakikatnya mengacu dari teori belajar piaget, yaitu teori belajar konstruktivisme bahwa belajar merupakan pengembangan aspek kognitif dengan tujuan pembelajaran yaitu untuk meningkatkan pemahaman siswa (Arifin dalam Shoimin, 2014:58).

Model *learning Cycle* pada awalnya dikembangkan dalam tiga fase pembelajaran, yaitu fase *exploration*, fase *invention*, dan fase *discovery* yang

kemudian istilahnya diganti menjadi *Exploration*, *Concept Introduction*, dan *Concept Application* (E-I-A), tetapi tujuan pedagogisnya masih tetap sama. Model *Learning Cycle* kemudian dikembangkan dan dirinci lagi menjadi lima fase 5E (*Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration*, *Evaluation*) dimana setiap fase mempunyai fungsi khusus untuk menyumbang fungsi belajar yang dikaitkan dengan asumsi tentang aktifitas mental dan fisik siswa serta strategi yang digunakan guru. Model *Learning Cycle* dewasa ini, dikembangkan lagi menjadi tujuh fase yang dikenal dengan sebutan 7E (*Elicit*, *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate*, *Evaluate*, dan *Extend*). Dari model *Learning Cycle* 5E, dimana fase *engage* berkembang menjadi dua yaitu *elicit* dan *engage*. Pada fase *elaborate* dan *evaluate* juga berkembang menjadi tiga, yaitu *elaborate*, *evaluate*, dan *extend*. Perubahan ini tidak untuk mempersulit, tetapi untuk memastikan bahwa guru tidak mengabaikan fase penting dalam pembelajaran (Eisenkraft, 2003:57).

Tahap-tahap pembelajaran pada model *Learning Cycle* 7E ada tujuh fase yang meliputi fase *elicit* (mendatangkan pengetahuan awal), *engage* (membangkitkan minat), *explore* (mengeksplorasi), *explain* (menjelaskan), *elaborate* (mengelaborasi), *evaluate* (mengevaluasi), dan *extend* (memperluas), dimana tujuh fase tersebut diuraikan sebagai berikut:

a. *Elicit* (mendatangkan pengetahuan awal)

Pada fase ini, guru berusaha menimbulkan pemahaman awal siswa. Penelitian di bidang kognitif sains menunjukkan bahwa pemahaman awal merupakan komponen yang penting dalam proses pembelajaran. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa siswa lebih mahir menerapkan konsep dibanding siswa lain (Eisenkraft, 2003:57). Fase ini dapat dilakukan dengan cara guru memberi pertanyaan pada siswa tentang fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang terkait dengan materi yang dipelajari. Namun, pada fase ini guru tidak memberitahukan jawaban yang benar dari pertanyaan yang telah diajukan sebelumnya. Pada fase ini guru hanya memancing rasa ingin tahu siswa, sehingga siswa akan lebih termotivasi untuk belajar agar dapat mengetahui jawaban sebenarnya.

b. *Engagement* (pembangkitan minat)

Tahap awal dari siklus belajar ialah tahap pembangkit minat. Pada tahap ini, guru berusaha membangkitkan dan mengembangkan minat serta keingintahuan siswa tentang topik yang akan diajarkan dengan cara guru mengajukan pertanyaan tentang proses fenomena dalam kehidupan sehari-hari, sehingga siswa akan memberikan respon. Respon siswa kemudian dapat dijadikan pijakan guru untuk mengetahui pengetahuan awal siswa tentang pokok bahasan. Selanjutnya guru harus membangun keterkaitan antara pengalaman keseharian siswa dengan topik yang akan disampaikan (Eisenkraft, 2003:57).

c. *Exploration* (eksplorasi)

Tahap eksplorasi dibentuk kelompok kecil yang terdiri dua sampai empat siswa, kemudian diberi kesempatan untuk bekerjasama dalam kelompok kecil tanpa pembelajaran langsung dari guru. Kelompok kecil ini, siswa didorong untuk menguji hipotesis atau membuat hipotesis baru yang kemudian mencoba alternatif pemecahannya dengan teman sekelompok dengan cara melakukan dan mencatat hasil pengamatan serta pendapat yang berkembang dalam diskusi. Guru sebagai fasilitator dan motivator pada tahap ini dan tujuan tahap ini yaitu untuk mengecek pengetahuan yang dimiliki siswa apakah benar, atau masih salah (Eisenkraft, 2003:57).

d. *Explanation* (penjelasan)

Tahap penjelasan disini guru dituntut untuk mendorong siswa menjelaskan suatu konsep dengan pemikiran sendiri dengan meminta bukti dan klarifikasi atas penjelasan siswa serta saling mendengarkan secara kritis penjelasan antar guru atau siswa. Dengan adanya diskusi, guru memberi definisi dan penjelasan tentang konsep yang dibahas dengan menggunakan penjelasan siswa lebih dahulu sebagai dasar diskusi (Eisenkraft, 2003:57).

e. *Elaboration* (elaborasi)

Tahap elaborasi siswa menerapkan konsep dan keterampilan yang telah dipelajari dalam situasi baru. Siswa akan dapat belajar secara bermakna, karena telah menerapkan konsep yang baru dipelajarinya dalam situasi baru. Jika

tahap ini dapat dirancang dengan baik oleh guru, maka motivasi belajar siswa tentu dapat mendorong peningkatan hasil belajar siswa (Eisenkraft, 2003:58).

f. *Evaluation* (evaluasi)

Evaluasi merupakan tahap akhir dari siklus belajar, di mana guru dapat mengamati pengetahuan atau pemahaman siswa dalam menerapkan konsep baru. Siswa dapat melakukan evaluasi diri dengan mengajukan pertanyaan terbuka dan mencari jawaban yang menggunakan observasi, bukti dan penjelasan yang diperoleh sebelumnya. Hasil evaluasi dapat dijadikan guru sebagai bahan evaluasi dan tolak ukur tentang proses penerapan model siklus belajar yang sedang diterapkan, apakah sudah berjalan dengan baik, cukup baik, atau masih kurang, serta melakukan evaluasi diri siswa akan mengetahui kekurangan atau kemajuan dalam proses pembelajaran yang sudah dilakukan (Eisenkraft, 2003:58).

g. *Extend* (memperluas)

Fase extend guru membimbing siswa untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat pada konteks baru. Fase ini dilakukan dengan cara mengaitkan materi yang telah dipelajari dengan materi selanjutnya. Ketujuh tahapan yang sudah dijelaskan merupakan hal-hal yang harus dilakukan guru dan siswa untuk menerapkan *Learning Cycle 7E* pada pembelajaran di kelas. Guru dan siswa mempunyai peranan masing-masing dalam setiap kegiatan pembelajaran yang dilakukan dengan menggunakan tahapan dari *Learning Cycle* (Eisenkraft, 2003:58).

Pada setiap model pembelajaran tentunya memiliki kekurangan dan kelebihan, sam halnya model *Learning Cycle 7E* ini juga terdapat kelebihan dan kelemahan diantaranya yaitu: kelemahan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* antara lain; (a) efektivitas pembelajaran rendah jika guru kurang menguasai materi dan langkah-langkah pembelajaran, (b) menuntut kesungguhan dan kreatifitas guru dalam merancang dan melaksanakan proses pembelajaran, (c) memerlukan pengelolaan kelas yang lebih terencana dan terorganisasi, (d) memerlukan waktu dan tenaga yang lebih banyak dalam menyusun rencana dan melaksanakan pembelajaran (Ngalimun, 2014). Sedangkan kelebihan dari model

pembelajaran *Learning Cycle 7E* antara lain; (a) meningkatkan motivasi belajar karena peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran, (b) membantu mengembangkan sikap ilmiah peserta didik, dan (c) pembelajaran menjadi lebih bermakna (Ngalimun, 2014).

Berdasarkan penjelasan mengenai pengertian model pembelajaran, maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Learning Cycle 7E* merupakan model yang bersifat *Student Centered* (berpusat pada siswa) dimana model ini dapat meningkatkan motivasi belajar, pengetahuan siswa dengan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar.

2.4 Ketrampilan Berpikir Kritis

Berpikir adalah suatu proses yang membentuk sebuah representasi mental baru melalui transformasi informasi oleh interaksi kompleks dari atribusi mental yang mencakup pertimbangan, pengabstrakan, penalaran, penggambaran, pemecahan masalah logis, pembentukan konsep, kreativitas, dan kecerdasan (Solso dkk, 2008). Sedangkan, berpikir kritis adalah proses terarah yang digunakan dalam kegiatan mental seperti memecahkan masalah, mengambil keputusan, menganalisis, mengasumsikan dan melaksanakan penelitian ilmiah (Fisher, 2009:3).

Berpikir kritis bertujuan untuk memberi pertimbangan atau keputusan mengenai sesuatu. Indikator berpikir kritis meliputi pengertian, analisis, kaitan, pengevaluasian, penjelasan dan pengaturan diri (Filsaime, 2008:65). Bagi individu ketrampilan berpikir kritis berperan penting dalam menganalisis pemikiran, argumen, masalah dengan teliti berdasarkan kebenaran informasi dan sumber data, berusaha memberikan sebuah penilaian terhadap argumen, pemikiran, dan masalah dengan benar, mampu memecahkan sebuah permasalahan dengan logis dalam berbagai situasi dan membuat keputusan berdasarkan pertimbangan beberapa bukti dan fakta yang relevan. Ketrampilan berpikir kritis ini bukanlah ketrampilan yang dapat didapatkan dari bawaan sejak lahir, sehingga ketrampilan ini dapat diterapkan, dilatih, dan dikembangkan melalui proses pembelajaran (Ritdamaya dan Suhandi, 2016).

Pada penelitian ini digunakan indikator kemampuan berpikir kritis menurut Ennis menyatakan bahwa berpikir kritis merupakan pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus untuk memutuskan apa yang mesti dipercaya atau dilakukan. Ennis, 1996 (Fatmawati *et al.*, 2014:913) menyatakan ada lima indikator berpikir kritis yaitu: (1) mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan; (2) mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu masalah; (3) mampu memilih argumen logis, relevan, dan akurat; (4) mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda; dan (5) mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan. Sedangkan, Ennis dalam (Ritdamaya dan Suhandi, 2016) mengemukakan terdapat lima indikator ketrampilan berfikir kritis diantaranya sebagai berikut:

- a. Memberikan penjelasan dasar (*elementary clarification*), yang meliputi: 1) memfokuskan pertanyaan, 2) menganalisis argumen, 3) mengajukan pertanyaan dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan tantangan (Ritdamaya dan Suhandi, 2016).
- b. Menentukan dasar pengambilan keputusan (*The basic for the decision*) yang meliputi: 1) mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak, 2) melakukan observasi, dan 3) menilai laporan observasi (Ritdamaya dan Suhandi, 2016).
- c. Menarik kesimpulan (*Inverence*) yang meliputi 1) mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, 2) menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi, 3) membuat dan menentukan pertimbangan nilai (Ritdamaya dan Suhandi, 2016).
- d. Memberikan penjelasan lanjut (*Advanced clarivication*) yang meliputi: 1) mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi tersebut, 2) mengidentifikasi asumsi (Ritdamaya dan Suhandi, 2016).
- e. Memperkirakan dan menggabungkan (*Srategies and tactics*) yang meliputi: 1) menentukan tindakan, dan 2) berinteraksi dengan orang lain (Ritdamaya dan Suhandi, 2016).

Pada penelitian ini selain dijabarkan di atas, berpikir kritis merupakan proses kognisi siswa secara mendalam yang ditetapkan pada kegiatan pembelajaran dengan memenuhi indikator-indikator selain itu, juga dijelaskan pada tabel berpikir kritis di bawah ini menurut Ennis yang terdiri dari lima indikator yang tercantum pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Indikator, Sub Indikator, dan Penjelasan Berpikir Kritis

Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator Berpikir Kritis	Penjelasan
1. <i>Elementary clarification</i> (memberikan penjelasan sederhana)	Menganalisis argumen	1) Mengidentifikasi alasan yang dinyatakan (ekplisit) 2) Mengidentifikasi alasan yang tidak dinyatakan (implisit)
2. <i>Basic support</i> (membangun ketrampilan dasar)	Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil	1) Melibatkan sedikit dugaan 2) Mencatat hal-hal yang diinginkan
3. <i>Inference</i> (inferensi)		1) Merancang eksperimen 2) Mencari penjelasan lain yang mungkin 3) Bukti-buktyi yang menguatkan
4. <i>Advance clarification</i> (memberikan penjelasan lebih lanjut)		1) Penalaran secara implisit 2) Asumsi yang dibutuhkan mengkontruksi argumen
5. <i>Strategies and tactics</i> (mengatur strategi dan taktik)		1) Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin 2) Merumuskan alternatif solusi 3) Memutuskan hal-hal yang akan dilakukan

(Ennis, 1996)

2.5 Hasil Belajar

Matlin berpendapat bahwa belajar adalah suatu perubahan tingkah laku yang relatif permanen sebagai hasil dari pengalaman. Selanjutnya dalam konteks sekolah, belajar adalah suatu proses usaha yang dilakukan siswa untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku secara keseluruhan, sebagai hasil pengalaman peserta didik sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya (Akbar dan Hawadi, 2004). Menilai hasil belajar berarti aktivitas untuk mendapatkan informasi dalam bentuk apapun yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan tentang hasil belajar peserta didik baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif (Bektiarso, 2015:132).

Hasil belajar peserta didik dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal siswa. Faktor internal siswa diantaranya meliputi gangguan kesehatan, cacat tubuh, faktor psikologis (intelegensi, minat belajar, perhatian, bakat, motivasi, kematangan dan kesiapan peserta didik), dan faktor kelelahan. Sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi proses dan hasil belajar siswa meliputi faktor keluarga, sekolah dan masyarakat (Majid, 2008).

Menurut Dimiyanti dan Mudjiono (2009:22-31), terdapat 3 jenis perilaku hasil belajar yang dikenal dengan taksonomi intruksional Bloom yaitu:

- a. Ranah kognitif yang berkenaan dengan hasil belajar intelektual. Menurut Bloom (dalam Usman, 1997:29) membagi aspek kognitif yang terdiri dari enam jenis perilaku atau tingkatan yaitu pengetahuan (C1), pemahaman (C2), penerapan (C3), analisis (C4), sintesis (C5), dan penilaian atau evaluasi (C6). Keenam perilaku ini bersifat hierarkis, artinya perilaku pengetahuan tergolong rendah, dan perilaku evaluasi tergolong tinggi.
- b. Ranah afektif yang berkenaan dengan sikap. Kurikulum 2013 membagi kompetensi sikap menjadi dua yaitu sikap spiritual yang terkait dengan pembentukan peserta didik yang beriman dan bertakwa, dan sikap sosial yang terkait dengan pembentukan peserta didik berakhlak mulia, mandiri, demokratis, dan bertanggung jawab. Kompetensi sikap spiritual mengacu pada KI-1: Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya, sedangkan kompetensi sikap sosial mengacu pada K-2: Menghargai dan menghayati

perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun percaya diri dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.

- c. Ranah psikomotor yang berkenaan dengan hasil belajar keterampilan dan kemampuan tindak. Berdasarkan Permendikbud (2013 :66) tentang Standar Penilaian, pendidik menilai kompetensi ketrampilan melalui penilaian kinerja yaitu penilaian yang menuntut peserta didik mendemonstrasikan suatu kompetensi tertentu dengan menggunakan tes praktik, proyek dan penilaian portofolio.

Tabel 2.2 Konversi Kompetensi Pengetahuan, Ketrampilan, dan Sikap Rekap Nilai Hasil Belajar sesuai dengan Permendikbud No. 81 A Tahun 2013 Tentang Implementasi Kurikulum

Predikat	Nilai Kompetensi		Sikap
	Pengetahuan	Ketrampilan	
A	4	4	SB
A ⁻	3.66	3.66	
B ⁺	3.33	3.33	
B	3	3	B
B ⁻	2.66	2.66	
C ⁺	2.33	2.33	
C	2	2	C
C ⁻	1.66	1.66	
D ⁺	1.33	1.33	D

Permendikbud (2013: 22).

- d. Hasil belajar belajar yang dicapai siswa dipengaruhi oleh dua faktor utama yakni faktor dari dalam diri siswa dan faktor yang datang dari luar diri siswa atau faktor lingkungan (Sudjana, 2002:39).

Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi hasil belajar siswa di sekolah yaitu lingkungan belajar dimana didalamnya terdapat kualitas pengajaran yang mempengaruhi tinggi rendahnya atau efektif tidaknya proses belajar-mengajar dalam mencapai tujuan pengajaran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil belajar merupakan perubahan tingkah laku, pengetahuan dan pengalaman siswa. Dalam penelitian ini, hasil belajar yang berlaku sebagai variabel terikat adalah hasil belajar dalam ranah kognitif dengan instrumen tes hasil belajar di akhir

pertemuan. Pada pelaksanaannya penilaian hasil belajar siswa dilakukan dengan tes, baik tes uraian maupun tes obyektif.

2.6 Termodinamika

Giancoli (2001), mengungkapkan bahwa termodinamika adalah nama yang diberikan untuk studi proses dimana energi ditransfer sebagai kalor dan sebagai kerja. Namun berdasarkan asal kata, Maron dan Shapiro (2004), menjelaskan bahwa termodinamika berasal dari bahasa Yunani yaitu kata *therme* = panas (kalor) dan *dynamis* = gerak. Kajian termodinamika secara formal dimulai pada awal abad ke-19 melalui pemikiran mengenai pergerakan daya dari kalor (*heat*), yaitu kemampuan benda panas untuk menghasilkan kerja (*work*). Termodinamika merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang memusatkan pada energi (terutama energi panas) dan transformasinya. Termodinamika merupakan cabang fisika yang mempelajari tentang perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain, terutama perubahan dari energi panas ke dalam bentuk energi lain (Surya, 1996:311). Hubungan ini didasarkan pada dua hukum-hukum dasar termodinamika, yaitu Hukum pertama termodinamika dan Hukum kedua termodinamika. Hukum-hukum termodinamika selalu berkaitan dengan sistem dan lingkungan (Giancoli, 2001: 519). Sistem adalah benda atau keadaan yang menjadi fokus perhatian, sedangkan Lingkungan merupakan benda atau keadaan diluar sistem. Sistem terdiri dari 3, yaitu:

- a. Sistem terbuka: suatu sistem dimana materi, panas dan kerja (usaha) dari luar dapat masuk dalam sistem.
- b. Sistem tertutup: suatu sistem dimana panas dan kerja (usaha) dari luar dapat masuk dalam sistem tetapi materi tidak dapat masuk.
- c. Sistem terisolasi: suatu sistem dimana panas, kerja (usaha), dan materi tidak dapat menembus kedalam sistem (Surya, 1996:311).

Termodinamika adalah proses mempelajari dimana energi dipindah sebagai kalor dan usaha, untuk membedakan kalor didefinisikan sebagai perpindahan energi akibat perbedaan temperatur, sedangkan usaha adalah perpindahan energi yang tidak diakibatkan perbedaan temperatur. Termodinamika sering mengacu

pada sistem tertentu. Sistem adalah semua benda atau sekelompok benda yang dipertimbangkan. Berikut ini hukum termodinamika:

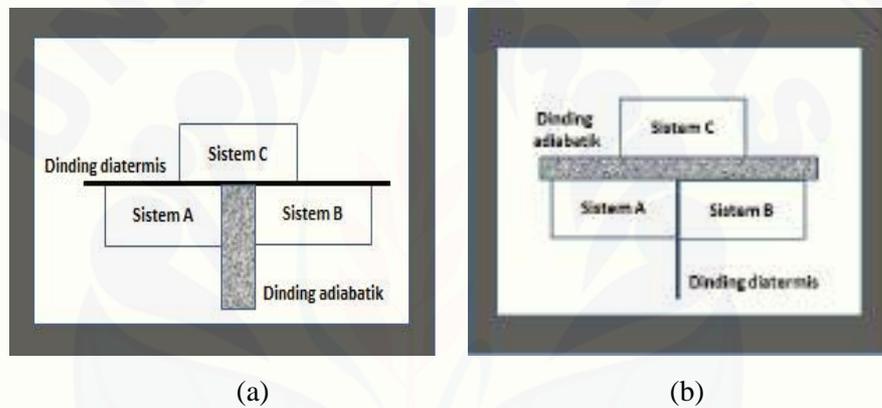
2.6.1 Hukum ke-0 Termodinamika

Hukum ke-0 termodinamika ditemukan pada tahun 1930-an, jauh setelah Hukum pertama dan kedua termodinamika ditemukan dan dinomori. Karena konsep temperatur adalah dasar kedua hukum, maka hukum yang menetapkan suhu sebagai konsep yang valid harus memiliki nomor terendah sehingga diberi nomor 0 (Halliday *et al.*, 2010:515). Bunyi dari Hukum ke-0 termodinamika adalah “ Apabila dua benda berada dalam kesetimbangan termal dengan benda ketiga, maka keduanya berada dalam kesetimbangan termal” (Moran & Shapiro, 2004:19).

Kesetimbangan termal merupakan keadaan yang dicapai oleh dua sistem atau lebih, yang dicirikan dengan batasan nilai dari koordinat sebuah sistem setelah terjadi hubungan antara satu dengan yang lain melalui dinding diatermis (Waenana, 2007). Dinding diatermis merupakan suatu pembatas dimana suatu panas dapat berhubungan antara satu sistem dengan sistem yang lain, dengan tidak adanya perpindahan materi. Tidak seperti dinding diatermis, dinding adiabatik mencegah adanya hubungan antara satu sistem dengan sistem yang lain dan juga mencegah adanya kesetimbangan temperatur antara keduanya. Dinding adiabatik yang ideal tidak menghantarkan panas.

Misalkan dua sistem A dan B, dipisahkan oleh dinding adiabatik akan tetapi masih ada hubungan bersama dengan sistem ketiga, yaitu C melewati dinding diatermis, keseluruhan sistem dikelilingi oleh dinding adiabatik sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1a. Setiap percobaan menunjukkan bahwa dua sistem akan terjadi kesetimbangan termal dengan sistem ketiga. Tidak akan terjadi perubahan selanjutnya jika dinding adiabatik yang memisahkan sistem A dan B diganti dengan dinding diatermik, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1b. Jika kedua sistem A dan B telah terjadi kesetimbangan termal dengan sistem C pada waktu bersamaan, pertama kali yang ditetapkan adalah kesetimbangan antara A dan C lalu menetapkan kesetimbangan antara B dan C (keadaan sistem C sama pada kedua kasus). Kemudian ketika A dan B terjadi hubungan melalui dinding

diatermik, maka akan terjadi kesetimbangan termal diantara keduanya. Selanjutnya, tetap menggunakan pernyataan bahwa “dua sistem berada pada kesetimbangan termal” yang berarti juga dua sistem tersebut dalam keadaan dimana jika dua sistem dihubungkan oleh dinding diatermik maka gabungan sistem tersebut akan berada pada kesetimbangan termal. Fakta eksperimen secara singkat dapat diungkapkan melalui hubungan berikut. Jika dua sistem (A dan B) yang memiliki kesetimbangan termal dengan sistem ketiga (C), maka A dan B berada dalam kesetimbangan termal terhadap satu sama lain. Sebagaimana yang telah diungkapkan oleh Ralph Flower, postulat kesetimbangan termal ini dinyatakan sebagai hukum ke-0 termodinamika.



Gambar 2.1 Hukum ke-0 Termodinamika
(Zemansky, Kalor dan Termodinamika)

2.6.2 Hukum ke-I Termodinamika

Energi dalam sistem adalah jumlah total semua energi molekul sistem. Energi dalam sistem akan bertambah jika kerja dilakukan pada sistem, atau jika kalor ditambahkan ke sistem. Energi dalam sistem akan berkurang jika kalor dilepaskan dari sistem atau jika kerja dilakukan oleh sistem pada sesuatu yang lain. Energi dalam adalah suatu sifat mikroskopik zat, sehingga energi dalam tidak dapat diukur secara langsung, namun yang dapat diukur secara tidak langsung adalah perubahan energi dalam ketika suatu sistem berubah dari keadaan awal 1 ke keadaan awal 2.

$$\Delta U = U_2 - U_1 \quad (2.1)$$

Perubahan energi dalam ΔU diukur secara tidak langsung dengan menggunakan hukum I termodinamika, yang merupakan hukum kekekalan energi “energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat dikonversi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Secara umum, hukum ini menyatakan bahwa jumlah kalor Q yang diserap oleh gas sama dengan usaha W yang dilakukan oleh gas dan penambahan energi dalam ΔU . Secara matematis dinyatakan sebagai berikut.

$$Q = W + \Delta U \quad (2.2)$$

Dengan ketentuan, jika:

$Q (+)$ = sistem menerima (menyerap) kalor dari lingkungan

$Q (-)$ = sistem memberi (melepas) kalor ke lingkungan

$W (+)$ = sistem melakukan usaha

$W (-)$ = sistem dikenai usaha

Dengan Q adalah kalor yang ditambahkan kesistem dan W adalah kerja yang dilakukan oleh sistem. Jika $W > 0$ (W bernilai positif) maka kerja dilakukan oleh sistem, sedangkan jika $W < 0$ (W bernilai negatif) maka kerja dilakukan pada sistem (Maron & Shapiro, 2004:19). Karena W adalah kerja dilakukan pada sistem, kemudian jika W negatif dan ΔU akan bertambah. Dengan cara yang sama Q positif untuk kalor yang ditambahkan pada sistem, maka jika kalor keluar dari sistem, Q negatif. Persamaan diatas dikenal sebagai Hukum pertama termodinamika. Ini merupakan satu dari Hukum fisika yang terkenal, dan pembuktiannya tinggal pada eksperimen (seperti Joule) dengan tidak ada kekecualian tidak terlihat. Karena Q dan W menyatakan energi yang ditransfer ke dalam atau keluar sistem, energi internal (dalam) juga ikut berubah. Hukum pertama termodinamika merupakan pernyataan dari hukum kekekalan energi. Perlu diperhatikan bahwa hukum kekekalan energi tidak dirumuskan sampai abad ke-19, yang tergantung pada interpretasi kalor sebagai transfer energi. Persamaan Hukum pertama termodinamika digunakan untuk sistem tertutup. Bisa juga digunakan pada sistem terbuka jika mengambil kedalam perhitungan perubahan energi internal yang disebabkan peningkatan atau penurunan jumlah materi. Sistem terisolasi, $W = Q = 0$ dan dengan demikian $\Delta U = 0$ (Giancoli, 2001:519).

Beberapa kasus khusus pada Hukum pertama termodinamika adalah sebagai berikut:

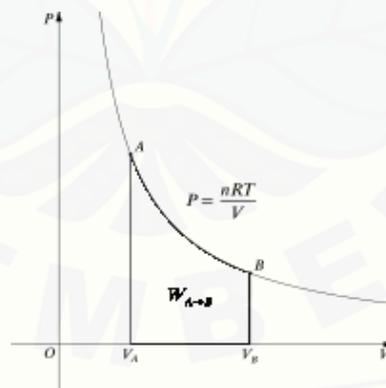
a. Proses Isotermal

Adalah proses yang dialami gas pada suhu tetap. Usaha yang dilakukan gas pada proses ini tidak dapat dihitung dengan persamaan $W = p\Delta V$. Hal ini dikarenakan tekanannya tidak konstan. Namun dapat diselesaikan dengan melakukan pengintegralan sebagai berikut

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (2.3)$$

Karena $P = \frac{nRT}{V}$, maka:

$$\begin{aligned} W &= \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV \\ &= nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \end{aligned} \quad (2.4)$$



Gambar 2.2 Grafik (P-V) proses isotermal (Sumber:

https://www.google.co.id/imgres?imgurl=https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fa/Isothermal_process.svg).

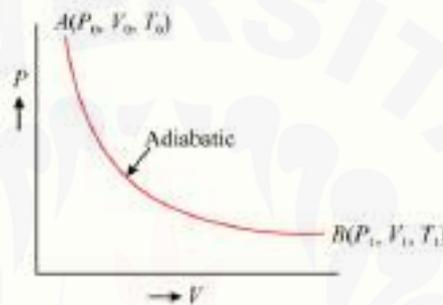
b. Proses Adiabatik

Adalah salah satu proses yang terjadi sangat cepat atau terjadi dalam suatu sistem yang terisolasi dengan baik sehingga tidak ada transfer energi panas yang

terjadi antara sistem dan lingkungannya. Dengan mengasumsikan $Q = 0$. Pada Hukum pertama termodinamika maka akan menghasilkan

$$\Delta U = -W \quad (2.5)$$

Hal ini menjelaskan kepada kita bahwa jika usaha dilakukan oleh sistem (yaitu, jika W adalah positif). Maka energi internal sistem akan menurun sebanding dengan jumlah usaha. Sebaliknya jika usaha dilakukan pada sistem (yaitu, jika W adalah negatif), maka energi internal sistem akan meningkat sebanding dengan jumlah tersebut.



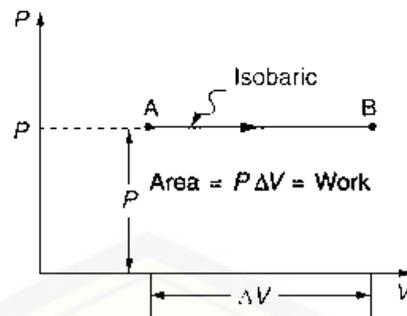
Gambar 2.3 Grafik (P-V) proses adiabatik (Sumber: <http://www.askiitians.com/iit-jee-thermal-physics/work-done-during-isothermal-expansion.html>)

c. Proses Isobarik

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

$$W = p\Delta V \quad (2.6)$$

Usaha yang dilakukan gas terhadap lingkungannya atau sebaliknya sama dengan luas daerah bawah grafik tekanan terhadap volume (grafik p-V)



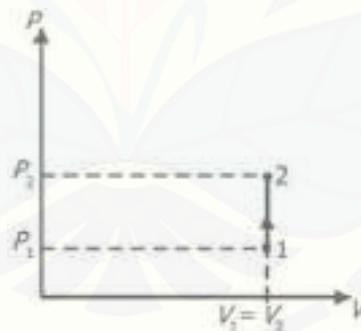
Gambar 2.4 Grafik (P-V) proses isobarik (Sumber: <https://www.google.co.id/search?q=gambar+proses+termodinamika&source>).

d. Proses Isokhorik

Jika volume sistem (seperti gas) dipertahankan konstan, sistem tidak dapat melakukan usaha dan jika nilai $W = 0$ dalam Hukum pertama termodinamika maka akan menghasilkan

$$\Delta U = Q \quad (2.7)$$

Jadi jika panas diserap oleh sistem (yaitu, jika Q adalah positif), maka energi internal sistem akan meningkat. Sebaliknya, jika usah panas hilang selama proses (yaitu, jika Q adalah negatif), maka energi internal sistem akan menurun.



Gambar 2.5 Grafik (P-V) proses isokhorik (sumber: https://www.google.com/search?q=gambar+proses+isokhorik&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjtiPmq6zcAhWNTX0KHAcMBrYQsAQIK_A&biw=1366&bih=654#imgrc=c_R0trHo31UTM:

2.6.3 Hukum ke-II Termodinamika

Hukum I termodinamika menyatakan bahwa energi adalah kekal, tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Energi hanya dapat berubah dari 23 satu bentuk ke bentuk lainnya. Berdasarkan teori ini, kita dapat mengubah

energi kalor ke bentuk lain sesuka kita asalkan memenuhi hukum kekekalan energi. Namun, kenyataannya tidak demikian. Energi tidak dapat diubah tiba-tiba. Misalnya, menjatuhkan sebuah bola besi dari suatu ketinggian tertentu. Pada saat bola besi jatuh, energi potensialnya berubah menjadi energi kinetik. Saat bola besi menumbuk tanah, sebagian besar energi kinetiknya berubah menjadi energi panas dan sebagian kecil berubah menjadi energi bunyi. Sedangkan, jika prosesnya dibalik, maka bola besi dipanaskan sehingga memiliki energi panas sebesar energi panas ketika bola besi menumbuk tanah, mungkinkah energi ini akan berubah menjadi energi kinetik, dan kemudian berubah menjadi energi potensial sehingga bola besi dapat naik. Peristiwa ini tidak mungkin terjadi pada bola besi yang dipanaskan sampai meleleh. Hal ini menunjukkan proses perubahan bentuk energi hanya dapat berlangsung dalam satu arah dan tidak dapat dibalik. Proses tidak dapat dibalik arahnya dinamakan proses irreversibel. Proses yang dapat dibalik arahnya dinamakan proses reversibel. Peristiwa ini menyebabkan terbentuknya hukum termodinamika.

Hukum II termodinamika membatasi perubahan energi yang dapat terjadi dan tidak dapat terjadi. Pembatasan ini dapat dinyatakan dengan berbagai cara, antara lain hukum II termodinamika dalam pernyataan aliran kalor: “Kalor mengalir secara spontan dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tidak mengalir secara spontan dalam arah kebalikannya”, hukum II termodinamika dalam pernyataan 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”. Pernyataan Carnot ini telah kita buktikan pada waktu kita membicarakan mesin Carnot. Kita tahu bahwa walaupun mesin Carnot merupakan mesin yang efisiensinya paling tinggi, mesin ini tetap tidak mampu merubah seluruh panas yang diserapnya menjadi kerja atau usaha (Surya, 1996:338).

a. Siklus Carnot

Carnot mengemukakan siklus ideal yang disebut siklus carnot. Siklus carnot terdiri dari dua proses isothermal dan dua proses adiabatik reversibel, yaitu:

1. Sistem berupa gas ideal dalam keadaan kesetimbangan mula-mula dinatakan oleh T_p kemudian dikontakkan dengan tandon suhu T_p , gas memuai secara perlahan. Selama proses tersebut kalor yang diserap adalah Q_p . Proses terjadi secara isothermal pada suhu T_p dan gas melakukan kerja dengan memuai.
2. Sistem diisolasi secara termis, gas memuai secara lebih perlahan. Proses terjadi secara adiabatik karena tidak ada kalor yang masuk maupun keluar sistem. Sistem melakukan kerja dan suhu turun ke T_D .
3. Sistem dikontakkan dengan tandon yang bersuhu T_D dan gas dimampatkan secara perlahan. Selama proses tersebut kalor Q_D . Dipindahkan dari gas ke tandon. Pemampatan terjadi secara isothermal pada T_D dan kerja dilakukan pada gas.
4. Sistem diisolasi secara termis dan dimampatkan secara perlahan ke keadaan awal. Pemampatan terjadi secara adiabatik, kerja dilakukan pada gas dan suhu naik ke T_D .

Siklus Carnot ideal terdiri dari empat proses yang dilakukan dalam satu siklus, dua diantaranya yaitu adiabatik ($Q = 0$) dan dua isothermal ($\Delta T = 0$). Siklus ideal ini diperlihatkan pada Gambar 2.6. Setiap proses dianggap dilakukan secara berlawanan arah, maka setiap proses (misalnya sepanjang pemuaian gas mendorong piston) dilakukan begitu lambat sehingga proses dapat dianggap sebagai sederet keadaan kesetimbangan, dan seluruh proses dapat dilakukan berlawanan arah tanpa mengubah magnitudo usaha yang dilakukan atau kalor yang dipertukarkan. Di lain pihak, proses sesungguhnya akan terjadi jauh lebih cepat, akan ada turbulensi dalam gas, akan ada gesekan, dan seterusnya. Karena faktor-faktor ini, proses sesungguhnya tidak dapat dilakukan berlawanan arah secara presisi-turbulensi akan berbeda dan kalor yang hilang akibat gesekan tidak akan berbalik sendiri, maka proses sesungguhnya tidak reversibel.

Proses-proses isothermal dari mesin Carnot, dimana kalor Q_H dan Q_L dipindahkan, diasumsikan dilakukan pada temperatur konstan T_H dan T_L . Jadi sistem diasumsikan bersentuhan langsung dengan penampungan-penampungan kalor ideal yang sedemikian besar sehingga temperatur mereka tidak berubah secara signifikan ketika Q_H dan Q_L dipindahkan. Carnot memperlihatkan bahwa

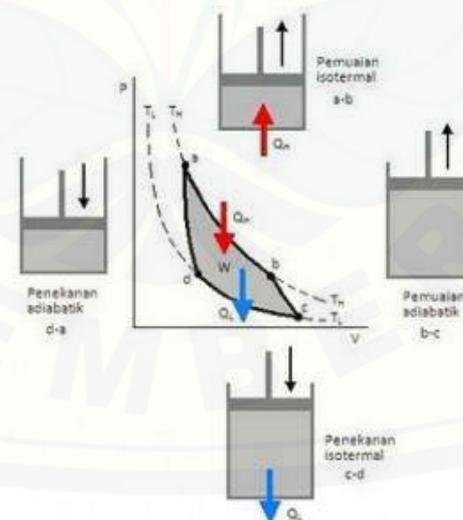
untuk mesin reversibel yang ideal, kalor Q_H dan Q_L sebanding dengan temperatur operasi T_H dan T_L (dalam kelvin), jadi efisiensi dapat ditulis sebagai berikut:

$$e_{ideal} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad \left[\begin{array}{l} \text{efisiensi} \\ \text{Carnot (ideal)} \end{array} \right] \quad (2.8)$$

(Giancoli, 2001:522)

Mesin real tidak pernah dapat mempunyai efisiensi setinggi ini karena kehilangan disebabkan gesekan dan sebagainya. Mesin real yang baik didesain untuk mencapai 60% hingga 80% efisiensi Carnot. Mesin kalor bekerja dalam satu siklus, dan siklus untuk mesin Carnot mulai dari titik a pada diagram PV:

- Gas mula-mula dikembangkan secara isothermal, dengan penambahan kalor Q_H , sepanjang lintasan ab pada suhu T_H .
- Berikut pengembangan secara adiabatik dari b ke c tidak ada kalor bertukar, tetapi suhu turun ke T_L
- Gas kemudian dimampatkan pada suhu konstan T_L , lintasan c ke d, dan kalor Q_L dikeluarkan.
- Akhirnya gas dimampatkan secara adiabatik, lintasan da, kembali ke keadaan semula.



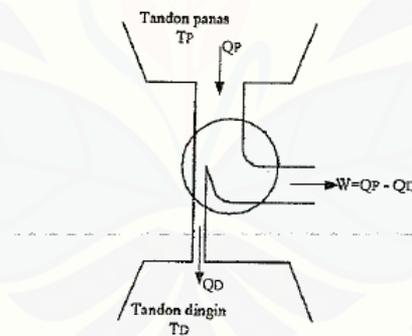
Gambar 2.6 Siklus Carnot (source: <https://www.google.co.id/>).

Pada temperatur normal, mesin yang memiliki efisiensi 100% tidak mungkin ada. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kelvin-Planck tentang Hukum kedua termodinamika yang menyatakan bahwa “Tidak ada alat yang dapat

mengubah sejumlah kalor yang diberikan secara sempurna kedalam kerja“. Contohnya, jika mesin kapal tidak membutuhkan penampungan air bersuhu rendah untuk menghabiskan kalor yang masuk, kapal dapat berlayar menyebrangi lautan menggunakan sumber energi internal air laut yang sangat banyak. (Giancoli, 2001:531).

b. Mesin Kalor

Mesin kalor adalah sebuah alat yang mengubah kalor menjadi energi mekanis atau lebih tepat suatu sistem yang bekerja tandon yang memberikan kalor secara terus menerus dan usaha yang dapat melalui permukaan batasnya. Beberapa contoh dari mesin kalor adalah mesin Carnot, mesin Brayton (mesin bakar), mesin Rankine dan mesin disel. Sebuah tandon yang memberikan kalor besar adalah tandon kalor, sedangkan kalor lainnya disebut tandon dingin. Tandon dingin ini berfungsi menyerap kalor dalam jumlah yang sangat besar tanpa terjadi perubahan panas yang berarti.



Gambar 2.7 Diagram Alir Mesin Kalor

Perubahan energi dalam mesin kalor secara skematis di berikan pada gambar 2.7. Lingkaran menggambarkan mesin, kalor Q_p yang diberikan kepada mesin oleh tandon kalor sebanding dengan luas penampang pipa. Kalor Q_D yang terbuang melalui saluran pembuangan ke tandon dingin berbanding lurus dengan luas penampang pipa keluar. Sebagian kalor diubah menjadi kerja mekanis W yang digambarkan pada pipa cabang kekanan. Jadi Q_p adalah kalor yang diserap oleh mesin dan Q_D adalah kalor yang dibuang oleh mesin per siklus. Kalor netto yang diserap adalah

$$Q = Q_p - Q_D \quad (2.9)$$

Kalor yang diserap dari tandon kalor biasanya diperoleh dari pembakaran bahan bakar. Dengan menggunakan hukum pertama untuk satu siklus lengkap tidak ada perubahan neto energi dala, diperoleh:

$$W = Q_p - Q_D \text{ (siklus daya)} \quad (2.10)$$

Siklus yang menghasilkan kerja neto yang dipindahkan ke lingkungan pada setiap siklus disebut siklus daya. Mesin kalor secara ideal mempunyai efisiensi

$$\eta = \frac{W}{Q_P} = \frac{Q_p - Q_D}{Q_P} = 1 - \frac{Q_D}{Q_P} \quad (2.11)$$

Nilai dari efisiensi tidak pernah lebih besar 1 (100%). Pada mesin aktual, nilai nilai selalu kurang dari satu. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua kalor yang diserap diubah menjadi kerja (Khuriati, A. 2007).

c. Entropi

Hukum II termodinamika berkaitan dengan fakta bahwa beberapa proses adalah *irreversible*, artinya proses-proses tersebut hanya berlangsung dalam satu arah saja. Semua proses *irreversible* memiliki satu kesamaan, yaitu sistem dan lingkungannya bergerak ke arah keadaan yang lebih tidak teratur (Tipler, 1998). Pada abad ke sembilan belas, Hukum termodinamika kedua akhirnya dinyatakan secara umum dinamakan berdasarkan kuantitas yang disebut entropi, diperkenalkan oleh Clausius pada tahun 1860-an. Entropi, tidak seperti kalor, merupakan fungsi keadaan sistem. Jadi, sistem dalam keadaan tertentu memiliki temperatur, volume, tekanan, dan seterusnya, dan juga nilai entropi tertentu.

Berdasarkan persamaan Clausius yang ditunjukkan dalam bentuk diferensial sebagai berikut

$$dS \geq \frac{\delta Q}{T} \quad (2.12)$$

Dapat disimpulkan bahwa perubahan entropi dari sistem tertutup selama proses ireversibel lebih besar daripada hasil integral dari $\frac{\delta Q}{T}$ yang dihitung untuk proses tersebut. Dalam keadaan yang lebih terbatas dari proses reversibel dua kuantitas tersebut menjadi sama. Ditegaskan kembali bahwa T dalam persamaan ini merupakan temperatur mutlak pada batasan dimana

deferensiasi δQ merupakan kalor yang dialirkan antara sistem dengan lingkungannya. Persamaan $\Delta S = S_2 - S_1$ mewakili perubahan entropi dari sistem. Proses reversibel, persamaan tersebut menjadi sama dengan $\int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$, yang mewakili aliran entropi dengan panas. Tanda ketidaksamaan dalam persamaan sebelumnya digunakan sebagai pengingat tetap bahwa perubahan entropi dalam sistem tertutup selama proses *irreversibel* selalu lebih besar dari aliran entropi. Entropi yang dihasilkan selama proses berlangsung disebut dengan entropi semesta atau entropi total. Selisih antara perubahan entropi dari sistem tertutup dan aliran entropi adalah sebanding dengan entropi semesta. Dapat dinyatakan dalam persamaan

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} + S_{semesta} \quad (2.13)$$

Entropi total atau entropi semesta selalu lebih besar atau sama dengan nol. Nilai ini bergantung pada proses, dan nilai ini bukan merupakan sifat dari sistem. Hal ini juga berarti jika transfer entropi bernilai nol, maka entropi semesta atau total sama dengan perubahan entropi dalam sistem. Sedangkan untuk sistem terisolasi (sistem adiabat tertutup), tidak ada aliran panas sehingga persamaan perubahan entropi menjadi

$$\Delta S_{isolasi} \geq 0 \quad (2.14)$$

Persamaan ini dapat dinyatakan “entropi dari sistem terisolasi selama proses berlangsung selalu meningkat atau dalam kondisi terbatas dari proses reversibel entropi bernilai tetap”. Dengan kata lain, entropi tidak pernah menurun. Pernyataan ini dikenal sebagai prinsip peningkatan entropi. Entropi merupakan salah satu sifat ekstensif, dimana entropi total dari sistem sama dengan jumlah dari entropi dari setiap bagian dalam sistem. Sebuah sistem yang terisolasi terdiri dari beberapa subsistem. Contohnya, sebuah sistem dan lingkungannya, merupakan suatu sistem yang terisolasi karena keduanya dapat tertutup oleh sekat fleksibel yang cukup besar dimana tidak ada panas, kerja atau massa yang melewatinya. Oleh karena itu, sistem dan lingkungannya tersebut dapat dipandang sebagai dua subsistem dari sistem yang terisolasi, dan perubahan entropi dari sistem terisolasi selama proses ini adalah jumlah dari perubahan

entropi sistem dan perubahan entropi lingkungannya, dimana ini juga sama dengan entropi semesta. Dapat dituliskan dalam persamaan

$$S_{semesta} = \Delta S_{total} = \Delta S_{sistem} + \Delta S_{lingkungan} \geq 0 \quad (2.15)$$

Prinsip peningkatan entropi tidak menyatakan secara langsung bahwa entropi dari suatu sistem dapat menurun. perubahan entropi dari suatu sistem dapat bernilai negatif selama proses berlangsung, namun entropi total tidak. Perubahan entropi dalam berbagai keadaan secara ringkas dapat ditulis

$$\Delta S_{isolasi} = \begin{cases} > 0 & \text{Proses Ireversibel} \\ = 0 & \text{Proses Reversibel} \\ < 0 & \text{Proses yang tidak mungkin} \end{cases}$$

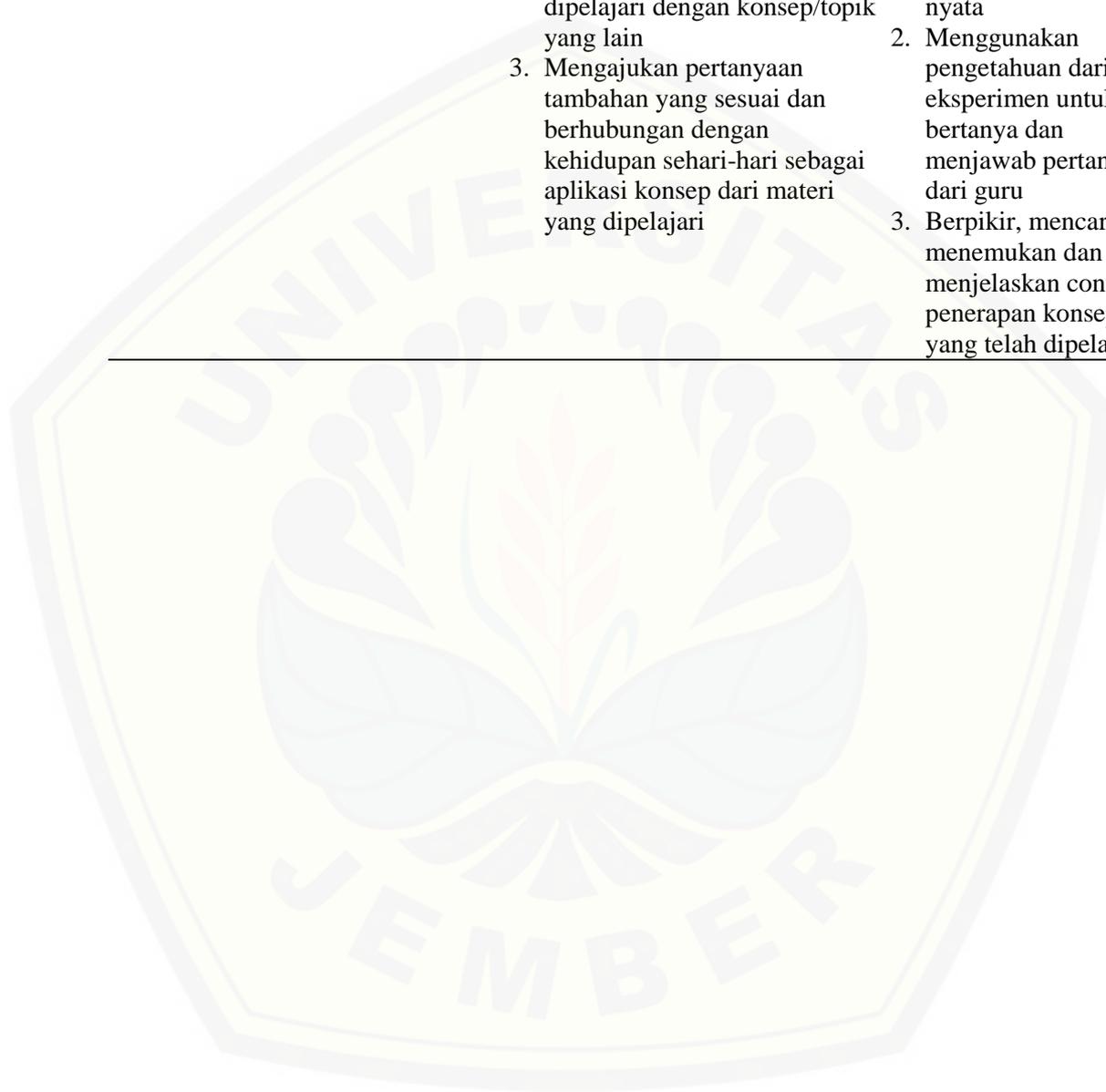
2.7 Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E* pada Materi Termodinamika

Tabel 2.2 Sintakmatik Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E* pada Materi Termodinamika

Fase	Arah Pembelajaran	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa
<i>Elicit</i>	<ol style="list-style-type: none"> Menarik perhatian siswa sebelum pemberian pengetahuan Membantu dalam mentransfer pengetahuan Membangun pengetahuan baru di atas pengetahuan yang telah ada 	<ol style="list-style-type: none"> Memfokuskan siswa terhadap materi yang akan dipelajari Mengajukan pertanyaan kepada siswa dengan pertanyaan seperti “Apa yang kamu ketahui?” yang sesuai dengan permasalahan pada materi Menampung semua jawaban siswa 	<ol style="list-style-type: none"> Memfokuskan diri terhadap apa yang disampaikan oleh guru Mengingat kembali materi yang telah dipelajari Mengajukan pendapat jawaban berdasarkan pengetahuan sebelumnya atau pengalamannya
<i>Engage</i>	<ol style="list-style-type: none"> Memfokuskan pikiran dan perhatian siswa Bertukar informasi dan pengalaman dengan siswa 	<ol style="list-style-type: none"> Menyajikan demonstrasi atau bercerita tentang fenomena alam yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari Memberikan pertanyaan untuk merangsang motivasi dan keingintahuan siswa 	<ol style="list-style-type: none"> Memperhatikan guru ketika sedang menjelaskan atau mendemonstrasikan sebuah fenomena Mencari berbagai informasi tentang konsep yang akan dipelajari
<i>Explore</i>	<ol style="list-style-type: none"> Melakukan eksperimen dengan menggunakan alat parktikum Mencatat data, membuat grafik, menginterpretasi hasil 	<ol style="list-style-type: none"> Menjelaskan maksud dari pembelajaran yaitu untuk melaksanakan eksperimen atau diskusi Membimbing siswa dalam melakukan eksperimen dengan menggunakan alat praktikum Memberi waktu yang cukup 	<ol style="list-style-type: none"> Melakukan eksperimen dengan menggunakan alat praktikum untuk mendapatkan data Mencatat data, membuat grafik, dan mempresentasikan

	3. Diskusi	kepada siswa untuk	hasil
	4. Guru membimbing siswa melakukan eksperimen	menyelesaikan eksperimen	3. Diskusi kelompok untuk menjawab permasalahan yang disajikan dalam LKS
Explain	1. Siswa mengkomunikasikan apa yang telah dieksplorasi secara tertulis dan lisan	1. Membimbing siswa dalam menyiapkan laporan (data dan kesimpulan) dari hasil eksperimen	1. Melakukan presentasi dengan cara menjelaskan data yang diperoleh dari hasil eksperimen
	2. Menjelaskan hasil kegiatan eksplorasi di depan kelas	2. Menganjurkan siswa untuk menjelaskan laporan eksperimen dengan kata-kata mereka sendiri	2. Mendengarkan penjelasan kelompok lain
	3. Pembeneran	3. Memfasilitasi siswa untuk melakukan presentasi laporan eksperimen	3. Mengajukan pertanyaan terhadap penjelasan kelompok lain
		4. Mengarahkan siswa pada data dan petunjuk telah diperoleh dari pengalaman sebelumnya atau dari hasil eksperimen untuk mendapatkan kesimpulan	4. Mendengarkan dan memahami penjelasan/klarifikasi yang disampaikan oleh guru (jika ada)
			5. Menyimpulkan hasil eksperimen berdasarkan data yang telah didapat dan petunjuk (penjelasan) dari guru
Elaborate	1. Transfer pembelajaran	1. Mengajak siswa untuk menggunakan istilah umum	1. Menggunakan istilah umum dan pengetahuan yang baru
	2. Aplikasi dari pengetahuan baru yang telah didapatkan	2. Memberikan soal atau permasalahan dan mengarahkan siswa untuk menyelesaikan	2. Menggunakan informasi sebelumnya yang didapat untuk bertanya, mengemukakan pendapat, dan membuat keputusan
		3. Menganjurkan siswa untuk menggunakan konsep yang telah mereka dapatkan	3. Menerapkan materi untuk menyelesaikan soal
Evaluate	Melakukan penilaian:	1. Memberikan penguatan terhadap konsep yang telah dipelajari	1. Mengerjakan kuis/tes
	a. Formatif	2. Melakukan penilaian kinerja melalui observasi selama pembelajaran	2. Menjawab pertanyaan lisan yang diajukan oleh guru (baik berupa pendapat maupun fakta)
	b. Summatif		
	c. Informal		
	d. Formal	3. Memberikan kuis/tes	

Extend	<ol style="list-style-type: none">1. Menghubungkan satu konsep ke konsep lain2. Menghubungkan subjek satu ke subjek lain	<ol style="list-style-type: none">1. Memperlihatkan hubungan antara konsep yang dipelajari dengan konsep yang lain2. Memberikan pertanyaan untuk membantu siswa melihat hubungan antara konsep yang dipelajari dengan konsep/topik yang lain3. Mengajukan pertanyaan tambahan yang sesuai dan berhubungan dengan kehidupan sehari-hari sebagai aplikasi konsep dari materi yang dipelajari	<ol style="list-style-type: none">1. Membuat hubungan antara konsep yang telah dipelajari dengan kehidupan sehari-hari sebagai gambaran aplikasi konsep yang nyata2. Menggunakan pengetahuan dari hasil eksperimen untuk bertanya dan menjawab pertanyaan dari guru3. Berpikir, mencari, menemukan dan menjelaskan contoh penerapan konsep yang telah dipelajari
---------------	---	--	--



BAB 3. METODE PENELITIAN

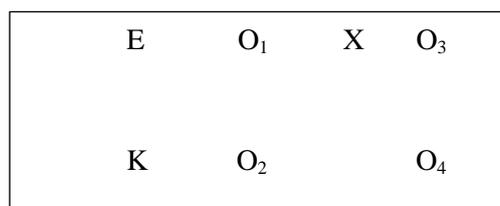
3.1 Jenis dan Desain Penelitian

3.1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen dapat didefinisikan sebagai metode untuk menguji hubungan sebab akibat antar variabel bebas (*independen*) yang terdapat pada objek percobaan, dan variabel terikat (*dependen*) yang terdapat pada karakteristik subjek yang telah diberi uji coba, variabel kontrol digunakan untuk mengetahui efektivitas eksperimen. Penelitian eksperimen dinyatakan efektif apabila kelompok yang diberi perlakuan memperoleh hasil yang lebih baik dari kelompok yang tidak diberi perlakuan (Mulyatiningsih, 2004:86-89). Penelitian ini menggunakan dua kelas yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diberikan perlakuan dengan menerapkan model pembelajaran *Learning Cycle 7E*, sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional atau yang sering digunakan oleh guru. Penelitian ini mendeskripsikan ketrampilan berpikir kritis dan mengkaji hasil belajar siswa SMA pada mata pelajaran fisika materi termodinamika.

3.1.2 Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan *Pretest-Posttest Control Group Design*. Dalam desain ini terdapat dua kelompok dengan kelompok pertama diberi perlakuan (X) dan kelompok yang lain tidak diberi perlakuan (Sugiyono, 2013). Berikut adalah desain penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design* yang dijelaskan dalam gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Desain Penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design*

Keterangan :

X = Perlakuan proses belajar menerapkan model *Learning Cycle 7E*

E = Kelas eksperimen

K = Kelas kontrol

O₁ = *Pre-test* untuk kelas eksperimen

O₃ = *Post-test* untuk kelas eksperimen

O₂ = *Pre-test* untuk kelas kontrol

O₄ = *Post-test* untuk kelas kontrol (Sugiyono, 2013).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Cluring Banyuwangi pada semester genap tahun pelajaran 2018/2019 pada materi termodinamika, dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- a. Tempat penelitian ditentukan melalui metode *purposive sampling area*, artinya daerah yang sengaja dipilih dan menyelaraskan dengan karakteristik tujuan penelitian.
- b. Sekolah yang bersangkutan bersedia menjadi tempat penelitian yang diajukan oleh peneliti dan di sekolah tersebut belum pernah diadakan penelitian sejenis.
- c. Ketrampilan berpikir kritis siswa masih rendah dan hasil belajar siswa masih di bawah rata-rata KKM.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Menurut Sugiyono (2013:117) populasi merupakan suatu wilayah generalisasi yang didalamnya terdapat objek atau subjek yang memiliki kualitas tertentu dan karakteristik yang telah ditetapkan peneliti untuk dipelajari serta menarik kesimpulan. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Cluring Banyuwangi tahun ajaran 2018/2019.

3.3.2 Sampel Penelitian

Menurut Sugiyono (2013:118), sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Sebelum pengambilan sampel,

peneliti terlebih dahulu melakukan uji homogenitas berdasarkan data hasil ulangan harian fisika siswa pada bab sebelumnya dengan menggunakan uji *one way ANOVA* menggunakan aplikasi SPSS 23 (*Statistical Package for Sosial Science*), uji homogenitas ini bertujuan untuk mengetahui seragam atau tidaknya variasi sampel-sampel yang diambil dari populasi yang sama (Arikunto, 2016: 318). Apabila populasi dinyatakan homogen maka penentuan sampel dapat dilanjutkan dengan menggunakan metode *cluster random sampling* yaitu teknik pengambilan sampel secara acak atau sembarang dari kelompok anggota yang terhimpun dalam kelas (*cluster*), melalui teknik ini maka didapat kelas eksperimen dan kelas kontrol. Namun, jika populasi tidak homogen maka penentuan sampel dilakukan dengan memilih dua kelas yang mempunyai nilai rata-rata ulangan harian atau kemampuan fisika dengan selisih terkecil (yang sama atau hampir sama), kemudian ditentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan cara pengundian.

3.4 Definisi Operasional Variabel

Variabel adalah objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian:

3.4.1 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yang digunakan yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono 2009:39). Variabel bebas pada penelitian ini adalah model pembelajaran *Learning Cycle 7E*. Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah ketrampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa.

3.4.2 Operasional Variabel

Definisi operasional variabel digunakan untuk menghindari terjadinya perbedaan persepsi dalam penelitian. Istilah-istilah yang perlu dijelaskan dalam penelitian ini adalah:

- a. Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E*

Model pembelajaran *Learning Cycle 7E* merupakan model pembelajaran yang menyenangkan dan berpusat pada siswa serta menyediakan sumber belajar yang sesuai. *Learning Cycle* adalah suatu model pembelajaran yang berlandaskan pada teori belajar konstruktivisme. Teori ini menyatakan bahwa anak membangun sendiri pengetahuan dari pengalamannya sendiri ketika berinteraksi dengan lingkungannya.

b. Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan untuk berpikir yang terarah dan jelas yang digunakan dalam kegiatan mental seperti memecahkan masalah, mengambil keputusan, membujuk, menganalisis asumsi, dan melakukan penelitian ilmiah. Indikator berpikir kritis yang dikaji dalam penelitian ini adalah indikator berpikir kritis yang diungkapkan oleh Ennis, diantaranya (1) *Elementary clarification* (2) *Strategies and tactics* (3) *The basic for the decision* (4) *Advanced clarification* (5) *Inference*.

c. Hasil Belajar Siswa

Hasil belajar siswa adalah hasil dari suatu interaksi dalam pembelajaran berupa perubahan tingkah laku siswa dalam aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Pada penelitian ini, hasil belajar siswa yang diteliti pada aspek kognitif berupa pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis, dan evaluasi. Data hasil belajar siswa aspek kognitif dalam penelitian ini diperoleh dari hasil *pre-test* dan *post-test*.

d. Materi Termodinamika

Materi termodinamika adalah salah satu materi dalam mata pelajaran fisika jenjang SMA yang terdapat pada kelas XI semester genap. Materi termodinamika yang digunakan dalam penelitian ini di antara lain usaha dan berbagai proses dalam Termodinamika, hukum I Termodinamika dan hukum II Termodinamika.

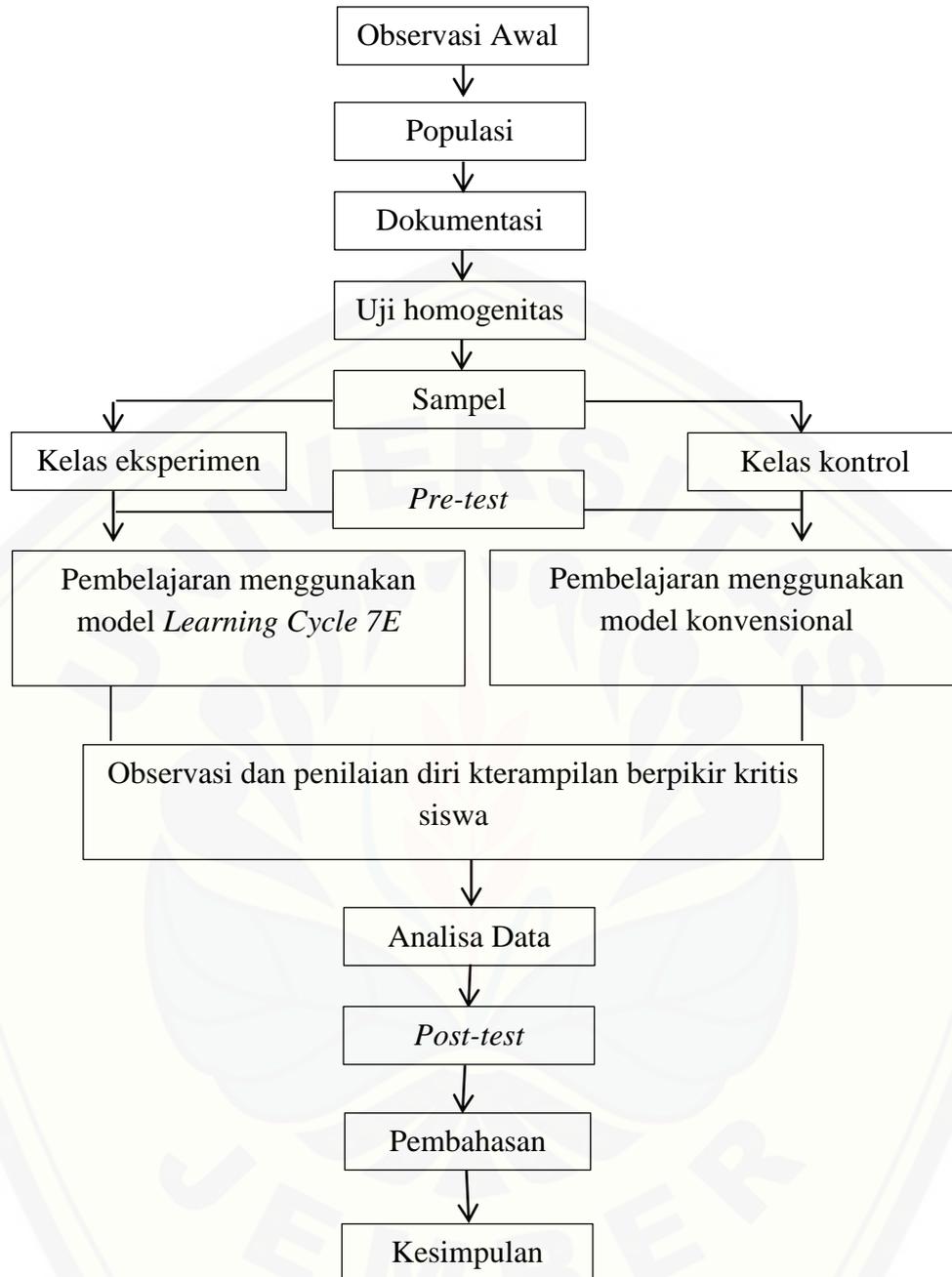
3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan peneliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Peneliti melakukan persiapan penelitian

- b. Peneliti melakukan observasi ke sekolah
- c. Peneliti menentukan populasi dan daerah penelitian
- d. Peneliti melakukan dokumentasi dengan mengambil daftar nama siswa dan data hasil belajar ulangan harian siswa pada materi sebelumnya
- e. Peneliti melakukan uji homogenitas untuk mengetahui kelas yang homogen
- f. Peneliti menentukan sampel penelitian, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen menggunakan *cluster radom sampling*
- g. Peneliti melakukan *pre-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol
- h. Peneliti melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan model *Learning Cycle 7E* pada kelas eksperimen, dan menggunakan model konvensional pada kelas kontrol.
- i. Peneliti melakukan observasi pada saat pembelajaran berlangsung untuk mengambil dokumen berupa foto dan video pembelajaran pada kelas kontrol dan kelas eksperimen
- j. Peneliti melakukan *post-tes* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen
- k. Peneliti menganalisa data hasil yang telah diperoleh
- l. Peneliti membahas hasil analisis data
- m. Peneliti menarik kesimpulan

Berikut merupakan alur penelitian efektivitas model pembelajaran *Learning Cycle 7E* terhadap ketrampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Bagan prosedur penelitian

3.6 Teknik Pengumpulan Data

3.6.1 Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung maupun tidak langsung tentang hal-hal yang diamati dan mencatatnya pada lembar observasi (Sanjaya, 2013:270). Metode observasi dalam penelitian

ini dilakukan untuk mendapatkan dokumen berupa foto dan video pembelajaran, serta untuk mendapatkan data dalam ranah afektif.

3.6.2 Dokumentasi

Dokumentasi merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumentasi bisa berbentuk gambar, lisan, tulisan, atau karya-karya monumental. Cara memperoleh data yaitu dengan memusatkan perhatian penelitian, pada tempat, orang, dan kertas. Data penelitian yang diambil dalam penelitian ini adalah berupa daftar nama siswa yang menjadi subjek penelitian, nilai ulangan harian pada pokok bahasan sebelumnya, data hasil nilai *pre-test* dan hasil nilai *post-test*, foto kegiatan selama proses pembelajaran fisika pada kelas kontrol dan eksperimen, serta dokumen pendukung lainnya.

3.6.3 Wawancara

Wawancara adalah sebuah cara untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan melalui pertanyaan langsung kepada informan. Hasil wawancara kemudian digunakan untuk data pendukung dalam pembahasan. Data yang diperoleh dalam wawancara adalah:

- a. Informasi tentang pembelajaran yang diterapkan guru, bahan ajar yang digunakan guru, penilaian yang diterapkan guru, prestasi siswa, kendala serta kelemahan yang dimiliki siswa dalam mempelajari fisika.
- b. Tanggapan siswa tentang pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 7E*.

3.6.4 Tes

Tes merupakan prosedur sistematis dimana individual yang dites direpresentasikan dengan suatu stimuli jawaban mereka yang dapat menunjukkan kedalam angka (Sukardi, 2003: 138). Pada penelitian ini tes digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa yang berupa hasil kognitif setelah dilakukan pembelajaran fisika menggunakan pembelajaran *Learning Cycle 7E* berupa soal esai. Selain hasil belajar tes ini juga digunakan untuk mengukur ketrampilan berpikir kritis siswa, bentuk tes untuk mengukur ketrampilan berpikir kritis yaitu

tes dalam bentuk uraian dimana jawaban dari tes tersebut dapat mengukur ketrampilan berpikir kritis siswa. Soal *pre-test* dan soal *post-test* adalah soal yang diambil dari bank soal dari buku paket yang digunakan siswa, soal-soal ujian nasional dan buku paket fisika kelas XI SMA, sehingga dalam *pre-test* dan *post-test* tidak memerlukan uji validasi dan reliabilitas.

3.7 Teknik Analisa Data

3.7.1 Analisis Data Ketrampilan Berpikir Kritis

Analisis data merupakan penguraian atau pemecahan suatu keseluruhan menjadi komponen-komponen yang lebih kecil, sesuai dengan tujuan analisis. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini dalam bentuk eksperimen terhadap data yang diperoleh dari hasil tes tertulis yang telah diselesaikan oleh siswa serta hasil wawancara yang telah dilakukan untuk mengetahui ketrampilan berpikir kritis siswa melalui model pembelajaran *Learning Cycle 7E* pada materi termodinamika. Analisis data ketrampilan berpikir kritis merupakan hasil *pre-test* dan *post-test* siswa yang dilaksanakan di awal dan di akhir pembelajaran. Untuk mengetahui ketrampilan berpikir kritis dari nilai *pre-test* dan *post-test* kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat diketahui dengan menggunakan uji *Paired Sampel T-Test* pada SPSS 23 dengan pengujian hipotesis terhadap ketrampilan berpikir kritis pada kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah sebagai berikut:

Untuk menguji ketrampilan berpikir kritis siswa setelah diberlakukannya model pembelajaran *Learning Cycle 7E* yakni dengan menggunakan presentase ketrampilan berpikir kritis siswa. Adapun penilaian dan kriteria skor untuk ketrampilan berpikir kritis siswa adalah sebagai berikut:

$$Nk = \frac{\sum skor\ perolehan}{\sum skor\ maksimal} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

N_k = nilai ketrampilan berpikir kritis

Dari perhitungan menggunakan rumus di atas, maka langkah selanjutnya yaitu mengkategorikan tingkat ketrampilan berpikir kritis siswa menurut tabel di bawah ini:

Tabel 3.1 Kriteria Ketrampilan Berpikir Kritis

Presentase ketrampilan berpikir kritis	Kriteria
76-100%	Baik Sekali
51-75%	Baik
26-50%	Cukup
≤26%	Kurang

(Sochibin *et all*, 2009:99).

a) Uji Normalitas

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan SPSS 23 yaitu *Kolmogorov-Smirnov*. Uji normalitas yaitu uji untuk mengukur apakah data memiliki distribusi normal sehingga dapat digunakan. Apabila nilai signifikansi di atas 0,05, maka data distribusi dinyatakan normal dan apabila nilai signifikasinya di bawah 0,05, maka data tidak terdistribusi normal.

$X_{hitung}^2 \geq X_{tabel}^2$ artinya distribusi data tidak normal

$X_{hitung}^2 \leq X_{tabel}^2$ artinya distribusi data normal

b) Uji Hipotesis

Hipotesis pertama yaitu “Model *Learning Cycle 7E* berpengaruh signifikan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa materi termodinamika di SMA.”

1) Rumusan Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik:

$H_0 : \mu_E = \mu_k$ (tidak ada perbedaan nilai rata-rata ketrampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol)

$H_a : \mu_E > \mu_k$ (nilai rata-rata ketrampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol)

Keterangan:

μ_E = ketrampilan berpikir kritis kelas eksperimen

μ_K = ketrampilan berpikir kritis kelas kontrol

2) Kriteria Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan SPSS 23 dengan taraf signifikan 5 % (0,05) dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Harga $t_{test} \geq t_{tabel}$ atau (Sig) < 0,05, maka nihil (H_0) ditolak dan (H_a) diterima

- b. Harga $t_{test} \leq t_{tabel}$ atau $(Sig) > 0,05$, maka nihil (H_0) diterima dan (H_a) ditolak (Arikunto, 2010:311).

3.7.2 Analisis Data Hasil Belajar Siswa

Untuk mengkaji lebih baik tidaknya hasil belajar menggunakan model *Learning Cycle 7E*, dilakukan analisis data menggunakan rumus:

$$\text{Nilai (\%)} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (3.2)$$

a) Uji Normalitas

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan SPSS 23 yaitu *Kolmogorov-Smirnov*. Uji normalitas yaitu uji untuk mengukur apakah data memiliki distribusi normal sehingga dapat digunakan. Apabila nilai signifikansi di atas 0,05, maka data distribusi dinyatakan normal dan apabila nilai signifikasinya di bawah 0,05, maka data tidak terdistribusi normal.

$$X_{hitung}^2 \geq X_{tabel}^2 \text{ artinya distribusi data tidak normal}$$

$$X_{hitung}^2 \leq X_{tabel}^2 \text{ artinya distribusi data normal}$$

b) Uji Hipotesis

Hipotesis kedua yaitu “Model *Learning Cycle 7E* efektif terhadap hasil belajar siswa materi termodinamika di SMA.”

1) Rumusan Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik:

$H_0 : \mu_E = \mu_k$ (tidak ada perbedaan rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol)

$H_a : \mu_E > \mu_k$ (rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol)

Keterangan:

μ_E = hasil belajar siswa kelas eksperimen

μ_K = hasil belajar siswa kelas kontrol

2) Kriteria Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan SPSS 23 dengan taraf signifikan 5 % (0,05) dengan kriteria sebagai berikut:

- Harga $t_{test} \geq t_{tabel}$ atau (Sig) < 0,05, maka hipotesis nihil (H_0) ditolak dan (H_a) diterima
- Harga $t_{test} \leq t_{tabel}$ atau (Sig) > 0,05, maka nihil (H_0) diterima dan (H_a) ditolak (Arikunto, 2010:311).

3.7.3 Uji *N*-gain

Data efektivitas pembelajaran dengan menggunakan model *Learning Cycle 7E* diperoleh dari hasil *pre-test* dan *post-test*. Selanjutnya data tersebut dianalisis menggunakan persamaan uji *N*-gain ternormalisasi untuk mengetahui adanya peningkatan yang signifikan hasil belajar sebelum dan sesudah menggunakan model *Learning Cycle 7E* pada materi termodinamika. Persamaan nilai Gain ternormalisasi menurut Hake (1999) adalah sebagai berikut:

$$N_g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}} \quad (3.3)$$

Keterangan :

N_g = Skor peningkatan

S_{pre} = Nilai *pre-test*

S_{post} = Nilai *post-test*

S_{max} = Nilai maksimum

Tabel 3.2 Kriteria hasil belajar

Nilai <i>N</i> -Gain	Kriteria
$N_g \geq 0,7$	Gain tinggi
$0,3 \leq N_g < 0,7$	Gain sedang
$N_g < 0,3$	Gain rendah

(Hake, 1999).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

a. Efektivitas Hasil Belajar

Model *Learning Cycle 7E* efektif terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi termodinamika di SMA dalam kategori sedang. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan model *Learning Cycle 7E*, besar peningkatan (*N-gain*) tersebut adalah 0,67. Artinya, efektivitas hasil belajar kategori sedang berarti hasil belajar siswa dalam pembelajaran sudah baik dan mencapai kriteria yang diharapkan, dalam hal ini berarti guru juga lebih menguasai materi dan langkah-langkah pembelajaran, sehingga dengan penggunaan model *Learning Cycle 7E* pembelajaran menjadi lebih bermakna. Berdasarkan hasil tersebut bahwa model *Learning Cycle 7E* efektif terhadap hasil belajar kognitif siswa.

b. Ketrampilan Berpikir Kritis

Ketrampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan model *Learning Cycle 7E* materi termodinamika pada indikator *elementary clarification, the basic for the decusion, inverence, advanced clarification, dan strategies and tactics* termasuk dalam kategori baik sekali.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, diajukan beberapa saran sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut dengan pokok bahasan yang berbeda.
- b. Bagi guru, model *Learning Cycle 7E* diharapkan dapat menunjang pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013 dengan pendekatan *scientific*, namun disini guru sebaiknya harus melakukan pengelolaan kelas

yang lebih terencana, terorganisasi dan memmanagement waktu dengan sebaik-baiknya serta menuntut kesungguhan juga kreatifitas dalam merancang pembelajaran.

- c. Bagi siswa, sebaiknya belajar terlebih dahulu materi yang akan diajarkan oleh guru, agar siswa siap untuk mengikuti kegiatan pembelajaran di kelas.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R dan Hawadi. 2004. *Akselerasi A-Z, Program Percepatan Belajar dan Anak Berbakat Intelektual*. Jakarta : Grasindo.
- Anafidah, A., Masykuru, M., dan Sarwanto. 2017. Pengembangan modul fisika berbais CTL (*Contextual Theacing and Learning*) pada materi dinamika partikel untuk meningkatkan ketrampilan berfikir kritis siswa kelas x SMAN 1 Ngawi. *Jurnal Inkuiri*.6(3). ISSN: 2252-7893.
- Anggraeni, Y.N., B.A. Prayitno, dan J. Ariyanto. 2014. Penerapan model konstruktivisis-metakognitif pada materi sistem koordinasi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI MIA 1 SMA Negeri 6 Surakarta tahun pelajaran 2015/2016. *Jurnal Bio-Pedagogi*. 5(2):48-55.
- Arikunto, S.2010. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Astuti, E Y., dan H. Sutarto. 2016. Komparasi kemampuan berpikir kritis pada pembelajaran group investigasion dan guided discovery berbasis portofolio siswa kelas VII. *Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*. 6(1):84-92.
- Aziz, Z. 2013. Penggunaan Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi. *Jurnal Pendidikan*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Badan Pusat Sumber Daya Manusia Kemendikbud dan Penjamu Pendidikan. 2014. *Rasional Kurikulum 2013*. Jakarta: Kemendikbud.
- Bektiarso, S. 2015. *Stratgi Pembelajaran*. Yogyakarta: LaksBang PRESSindo.
- Budiningsih, C. Asri. 2005. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Damayanti, D.S., Ngazizah, N.,& Setyadi, K.E. 2013. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing untuk Mengoptimalkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Listrik Dinamis SMA Negeri 3 Purworejo Kelas X Tahun Pelajaran 2012/2013. *Radiasi-Pendidikan Fisika*. 3(1). 58-62.
- David, H., Resnick. R., dan Walker, J. 2010. *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Djalil, A. 2011. *Pembelajaran Kelas Rangkap*. Jakarta: Universitas Terbuka.

- Djufri E., dan I. Wilujeng. 2017. The Influence of sbb Based On Lab Work Toward Science Process Skills of Students. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*. 4(2):125-133.
- Depdikbud. 1990. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Depdiknas. 2003. *Undang-undang Sistem Pendidikan Nasional Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Sisdiknas)*. Jakarta: Depdiknas.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2002. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Dwi L.M., H. Arif dan K. Sentot. 2013. Pengaruh Strategi PBL Berbasis ICT terhadap Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 9(1):8-17.
- Eisenkraft, A. 2003. *Expanding The 5E Model: A proposed 7E Model Emphasizes "Transfer of Learning" and The importance of Eliciting Prior Understanding*. Published by The National Science Teachers Association, 1840 Wilson Blvd., Arlington, VA 22201-3000.
- Ennis, R. H. 1996. *Critical Thinking*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Fatmawati, H. Mardiyana, dan Triyanto. 2014. Analisis Berpikir Kritis Siswa dalam Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Polya pada Pokok Bahasan Persamaan Kuadrat. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*. 2(9) : 899-910.
- Fajaroh & Dasna. 2009. *Pembelajaran dengan Siklus Belajar*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.
- Filsaime, Dennis K. 2008. *Menguak Rahasia Berpikir Kritis dan Kreatif*. Jakarta: Prestasi Pustakaraya.
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika Edisi Ketujuh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hake, R.1999. Analyzing Change/ Gain Score. *Article Indiana University: USA* <http://www.physics.indiana.edu>. Diakses: 8 Maret 2018, 07:45.

- Heong, Y.M., Yunos, J. M., Hassan, R. B., Othman, W. W., Kiong, T. T. 2011. The Perception of the Level of Higher Order Thinking Skills Among Technical Education Students. *International Conference on Social Science and Humanity Journal*. 5(2):281.
- Hasret, N. & Yalcin, N. 2006. *The Effectiveness of The Learning Cycle Model to Increase Students Achievement in The Physics Laboratory*. Journal of Turkish Science Education. 3, Issue 2.
- Herdianto, dkk. 2014. Identifikasi Profil Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Fluida Statis dengan Modifikasi *High-a Binaural Beats* dan *Guide Problem Solving*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (jipf)*. ISSN: 2302-4496. Vol.03. No.02. Tahun 2014, 154-160.
- Huda, M. 2013. *Model-model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Husein, S., Gunawan, dan Herayanti, L. 2015. Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*.1(3). ISSN. 2407-6902.
- Husnidar, Ikhsan M., Rizal, S. 2014. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Disposisi Matematis Siswa. *Jurnal Dididik Matematika*. (ISSN.2355-4186).Vol.01. No.01 Tahun 2014.
- Isjon. 2009. *Pembelajaran Kooperatif, Meningkatkan Kecerdasan Komunikasi antara Peserta Didik*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Jacob, S. M., Sam, H. K. 2008. Measuring Critical Thingking In Problem Solving Through Online Discussion Forums In First Year University Mathematics. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientist*.Vol.1.
- Kamdi, W. 2007. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.
- Komariah dan Triatna. 2005. *Visionary Leader Ship Menuju Sekolah Efektif*. Bandung: Bumi Aksara.
- Machin, A. 2014. Implementasi Pendekatan Sainifik, Penanaman Karakter dan Konservasi pada Pembelajaran Materi Pertumbuhan. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 1: 28-35.
- Maguna, A., Darsikin, dan Marungkil, P. 2014. Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru pada Materi Kelistrikan (Studi Deskriptif pada

- Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Tadulako tahun angkatan 2014). *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako*. 4(3) : 2338-3240.
- Majid, M.,S. 2008. Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Kontekstual melalui metode Eksperimen dan Demonstrasi Diskusi pada materi kinematika gerak lurus. *Jurnal Teknika STTKD*. 3 (02).
- Maron & Shapiro. 2004. *Termodinamika Teknik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Maulana. 2018. *Dasar-dasar Konsep Peluang*. Bandung: UPI Press.
- Mulyasa, E. 2002. *Manajemen Berbasis Sekolah*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mulyatiningsih, E. 2004. *Metodologi Penelitian Terapan Bidang pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Mulyono. 2012. *Strategi Pembelajaran Menuju Efektifitas Pembelajaran di Abad Global*. Malang: UN-Maliki Press.1.
- Nainggolan, B. 2011. *Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle Dalam Mengatasi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Pokok Kinematika Gerak Lurus di SMA Swasta Santa Maria Tarutung T.P 2011/2012*. Medan: Skripsi, FMIPA Unimed.
- Nizam. 2016. *Ringkasan hasil-hasil asesmen : belajar UN, PISA, TIMSS, INAP puspendik*. Jakarta : Balitbang Kemendikbud.
- OECD. 2016. *PISA 2015 Result : Snapshot of Performance in Science, Reading in mathematics*: Canada : OECD.
- Oktaviani, W., Gunawan, dan Sutrio. 2017. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidika Fisika dan Teknologi*. 3 (1).
- Pratiwi, N. W., dan Supardi, Z. A. I. 2014. Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E pada Materi Fluida Statis Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. Vol. 3(2) : 143-148. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/8084>.
- Rahma, A N. 2012. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inquiri Berpendekatan SETS Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan untuk Menumbuhkan Ketrampilan Berpikir Kritis dan Empati Siswa terhadap Lingkungan. *Jurnal of Educational and Evaluation*. 1(2):134-138.

- Rahmawati, M. dkk. 2014. Analisis Ketrampilan Berfikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan *Starter* Eksperimen. *Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*. Vol 5 no 1. p-ISSN:2301-6111 e-ISSN: 2549-0826.
- Ritdamaya, D dan Suhandi, A. 2016. Kontruksi Instrumen Tes Ketrampilan Berfikir Kritis Terkait Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*. 2(2). p-ISSN: 2461-0933 e-ISSN: 2461-1433.
- Rusman. 2013. *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Sanjaya, W. 2013. *Strategi Pembelajaran: Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.
- Sari, I. N. 2016. Penerapan Model Learning Cycle 5E Dalam Materi Besaran Pokok Dan Turunan Di Kelas VII SMP Negeri 1 Sengah Temila. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*. Vol. 5(2): 279-285. <https://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-biruni/index>.
- Sarojo, G. A. 2002. *Seri Fisika dasar Mekanika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Santyasa, I. W. 2007. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Jurusan Pendidikan Fisika: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Setyorini, U., S.E. Sukiwo, dan B. Subali. 2011. Penerapan Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika indonesia*. 7(2):52-66.
- Shoimin, Aris. 2014. *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Sochibin, A., P. Dwijananti dan P. Marwoto. 2009. Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terpimpin untuk Peningkatan Pemahaman dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 5 (2): 96-101.
- Solso, R. L., Maclin, O. H., dan Maclin, M. K. 2008. *Psikologi Kognitif*. Jakarta: Erlangga.
- Sudewi, Ni. L., I.W., Subagia, dan I. N. Tika. 2014. Studi Komparasi Penggunaan Model Pembelajaran PBL dan Kooperatif Iipe GI Terhadap Hasil Belajar Berdasarkan Taksonomi Bloom. *E-journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*. 4.

- Sudjana. 2002. *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung : Sinar Baru Algesindo.
- Sudjana. 2010. *Strategi Pembelajaran*. Bandung: Falah.
- Sugiyono. 2013. *Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardi. 2003. *Metodologi Penelitian Pendidikan-Kompetensi dan Praktiknya*. Yogyakarta: Bumi Aksara.
- Sumarli. 2017. Analisis Model Pembelajaran Tipe *Think-pair-share* Berbasis Pemecahan Masalah terhadap Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi Siswa. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. 3(1). p-ISSN: 2477-5959 e-ISSN:2477-8451.
- Sumiyati, Y., Atep, S., Dadan, D. 2016. Penerapan Model *Learning Cycle 7E* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Proses Daur Air. *Jurnal Pena Ilmiah*. 1(1):43-44.
- Surya, Y. 1996. *Olimpiade Fisika*. Jakarta: Primatika Cipta Ilmu.
- Susanti, T. S., Prayitno, B. A., Sudarisman, S. 2015. Pengaruh Model Problem Based Learning disertai Media Key Relation Chart Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Kerjasama Siswa dalam Kelompok pada Kelas VIII SMPN 14 Surakarta Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Pendidika Biologi*. Vol 7. No.01 Tahun 2015:1-5.
- Tipler. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Trianto. 2007. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif*. Jakarta : PT Kencana Prenada Media Group.
- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana.
- Wahyuni, S. 2015. Pengembangan bahan ajar IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 6.
- Wahyuni, S. 2013. Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Melalui Pembelajaran IPA Berbasis *Problem Based Learning*. *Jurnal pendidikan kimia*. 3(2): 53-64.
- Wena, M. 2007. *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Zuhra, Fahma. 2017. Model Pembelajaran *Learning Cycle 7E* Berbantuan Buku Saku Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. Vol. 05(01), hlm 134-139.



LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

NAMA : Gesi Wanrista

NIM : 150210102012

RG : 3

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	DATA DAN TEKNIK PENGAMBILAN DATA	METODE PENELITIAN
Efektivitas Model <i>Learning Cycle 7E</i> Terhadap Ketrampilan Berfikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Termodinamika di SMA	a. Mengkaji efektivitas model <i>Learning Cycle 7E</i> terhadap hasil belajar siswa pada materi Termodinamika di SMA. b. Mendeskripsikan ketrampilan berpikir siswa setelah menggunakan model <i>Learning Cycle 7E</i> pada materi Termodinamika di SMA.	<ul style="list-style-type: none"> • Variabel terikat: Berpikir kritis dan hasil belajar • Variabel bebas: Model <i>Learning Cycle 7E</i> • Variabel kontrol: Siswa dan materi Termodinamika 	Sumber data: 1. Subyek penelitian: siswa kelas XI SMA 2. Informan: a. Kepala sekolah b. Guru mata pelajaran Fisika c. Referensi d. Dokumentasi 3. Pengumpulan data: a. Ketrampilan berpikir kritis pada siswa: berupa soal tes b. Hasil belajar siswa: berupa	a. Jenis penelitian : Eksperimen b. Penentuan daerah penelitian : <i>Purposive Sampling Area</i> c. Desain penelitian : <i>Preetest-Posttest control group design</i> d. Sampel penelitin : <i>Cluster random sampling</i> e. Indikator : Ketrampilan berpikir kritis: 1. <i>Elementary clarification</i> 2. <i>Strategies and tactics</i> 3. <i>The basic for the decision</i> 4. <i>Anvanced clarification</i> 5. <i>Inference</i>

		<p>post test c. Wawancara d. dokumentasi</p>	<p>f. Analisis data :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uji homogenitas : menggunakan SPSS 23 • Untuk mengetahui ketrampilan berpikir kritis menggunakan rumus: $N_k = \frac{\sum skor\ perolehan}{\sum skor\ maksimal} \times 100\%$ <p>Keterangan: N_k = nilai ketrampilan berpikir kritis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untuk mengetahui peningkatan hasil belajar siswa menggunakan rumus: $N_g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$ <p>Keterangan : N_g = Skor peningkatan S_{pre} = Nilai <i>pre-test</i> S_{post} = Nilai <i>post-test</i> S_{max} = Nilai maksimum</p>
--	--	--	--

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Utama

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si
NIP. 19620401 198702 1 001

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Anggota

Drs. Alex Harijanto, M.Si
NIP. 19641117 199103 1 001

LAMPIRAN B. UJI HOMOGENITAS

Tebel B.1 Data Ulangan Harian Siswa Materi Sebelumnya

NO.	KELAS				
	XI MIPA	XI MIPA	XI MIPA	XI MIPA	XI MIPA
	1	2	3	4	5
1.	76	77	78	80	80
2.	75	78	79	85	83
3.	79	80	82	83	85
4.	81	81	79	79	77
5.	80	86	80	85	75
6.	83	80	85	79	80
7.	82	77	87	83	83
8.	76	81	82	80	85
9.	75	77	79	85	75
10.	79	78	78	79	79
11.	81	86	85	77	80
12.	80	77	80	80	83
13.	83	78	78	83	85
14.	82	80	79	85	77
15.	75	81	87	79	80
16.	82	78	85	80	79
17.	76	86	82	77	85
18.	81	78	80	83	83
19.	79	81	87	80	77
20.	80	77	85	85	75
21.	83	78	82	79	85
22.	88	78	79	83	83
23.	75	80	80	85	80
24.	80	81	78	77	77
25.	82	86	87	79	79
26.	88	80	85	83	75
27.	79	81	82	80	85
28.	76	77	80	85	77
29.	82	78	79	79	79
30.	81	81	78	80	80
31.	76	80	87	83	83
32.	77	86	85	79	85
33.	75	77	82	77	75
34.	81	78	80	80	83
35.	79	81	79	83	80
36.	81	80	78	85	79

Hasil Pengolahan Data Tertera seperti di bawah ini:

Descriptives

NILAI

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					XI MIPA 1	36		
XI MIPA 2	36	79,97	2,863	,477	79,00	80,94	77	86
XI MIPA 3	36	81,61	3,192	,532	80,53	82,69	78	87
XI MIPA 4	36	81,22	2,737	,456	80,30	82,15	77	85
XI MIPA 5	36	80,31	3,421	,570	79,15	81,46	75	85
Total	180	80,56	3,180	,237	80,09	81,02	75	88

Test of Homogeneity of Variances

NILAI

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,019	4	175	,399

ANOVA

NILAI

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	99,056	4	24,764	2,532	,042
Within Groups	1711,389	175	9,779		
Total	1810,444	179			

LAMPIRAN C. ANALISIS DATA HASIL BELAJAR SISWA

C.1 Analisis Data Hasil Belajar Siswa Kelas Eksperimen

No	Nama Siswa	Nilai <i>Pretest</i>	Nilai <i>Posttest</i>	Nilai <i>Posttest</i> - Nilai <i>Pretest</i>	Nilai Maksimum	Nilai Maks – Nilai <i>Pretest</i>	<i>N-gain</i>	Kriteria
1	AH	50	83	33	100	50	0,70	Tinggi
2	AVSS	67	92	25	100	33	0,80	Tinggi
3	ANK	25	67	42	100	75	0,60	Sedang
4	AAR	42	75	33	100	58	0,60	Sedang
5	ACDP	33	58	25	100	67	0,40	Sedang
6	BTAL	33	75	42	100	67	0,63	Sedang
7	CI	50	92	42	100	50	0,84	Tinggi
8	DBI	67	100	33	100	33	1,00	Tinggi
9	DKA	25	67	42	100	75	0,60	Sedang
10	DAL	42	83	41	100	58	0,71	Tinggi
11	DAB	58	83	25	100	42	0,60	Sedang
12	DAMS	58	100	42	100	42	1,00	Tinggi
13	DS	50	92	42	100	50	0,84	Tinggi
14	DP	67	100	33	100	33	1,00	Tinggi
15	EKM	25	83	58	100	75	0,80	Tinggi
16	GNF	58	83	25	100	42	0,60	Sedang
17	GAEV	42	92	50	100	58	0,90	Tinggi
18	GYS	33	67	34	100	67	0,51	Sedang
19	IOP	50	75	25	100	60	0,42	Sedang
20	IDK	25	58	33	100	75	0,44	Sedang
21	MDFNR	67	100	33	100	33	1,00	Tinggi
22	NJ	33	58	25	100	67	0,40	Sedang

23	NZ	42	75	33	100	58	0,60	Sedang	
24	OM	58	92	34	100	42	0,81	Tinggi	
25	PRNW	50	83	33	100	50	0,70	Tinggi	
26	RAIN	33	67	34	100	67	0,51	Sedang	
27	SU	58	83	25	100	42	0,60	Sedang	
28	SPR	67	92	25	100	33	0,80	Tinggi	
29	SPN	25	58	33	100	75	0,44	Sedang	
30	SM	42	100	58	100	58	1,00	Tinggi	
31	SANI	25	75	50	100	75	0,70	Sedang	
32	SKA	33	58	25	100	67	0,37	Sedang	
33	TKR	58	83	25	100	42	0,60	Sedang	
34	UM	42	67	25	100	58	0,43	Sedang	
35	VMP	50	75	25	100	50	0,50	Sedang	
36	VFIP	67	92	25	100	33	0,80	Tinggi	
	Nilai Terendah	25	58	-	-	-	-	-	
	Nilai Tertinggi	67	100	-	-	-	-	-	
	Jumlah	1645	2883	1238	3600	1965	24,25	-	
	Rata-rata	45,69	80,08	34,38	100	54,58	0,674	-	
							<i>N-gain</i>	0,674%	Sedang

Hasil Belajar Kelas Eksperimen

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
PREETEST	36	45,69	14,730	25	67
POSTTEST	36	80,08	13,622	58	100

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		PREETEST	POSTTEST
N		36	36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	45,69	80,08
	Std. Deviation	14,730	13,622
Most Extreme Differences	Absolute	,139	,142
	Positive	,139	,109
	Negative	-,132	-,142
Test Statistic		,139	,142
Asymp. Sig. (2-tailed)		,076 ^c	,062 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Lampiran C.2 Analisis Data Hasil Belajar Siswa Kelas Kontrol

No	Nama Siswa	Nilai <i>Pretest</i>	Nilai <i>Posttest</i>	Nilai <i>Posttest</i> - Nilai <i>Pretest</i>	Nilai Maksimum	Nilai Maks – Nilai <i>Pretest</i>	<i>N-gain</i>	Kriteria
1	ADP	33	75	42	100	67	0,62	Sedang
2	ALA	58	92	34	100	42	0,80	Tinggi
3	ARF	50	83	33	100	50	0,66	Sedang
4	AW	42	67	25	100	58	0,43	Sedang
5	ARP	17	58	41	100	83	0,49	Sedang
6	AFA	25	75	50	100	75	0,67	Sedang
7	DA	33	83	50	100	67	0,74	Tinggi
8	DS	58	83	25	100	42	0,59	Sedang
9	DAP	42	67	25	100	58	0,43	Sedang
10	DRW	50	75	25	100	50	0,50	Sedang
11	DDS	17	58	41	100	83	0,49	Sedang
12	GSI	25	58	33	100	75	0,44	Sedang
13	HPR	42	67	25	100	58	0,43	Sedang
14	IKN	50	83	33	100	50	0,66	Sedang
15	INK	58	75	17	100	42	0,40	Sedang
16	KTM	42	67	25	100	58	0,43	Sedang
17	KNA	17	58	41	100	83	0,49	Sedang
18	MANS	25	67	42	100	75	0,56	Sedang
19	MFR	58	75	17	100	42	0,40	Sedang
20	MFA	33	58	25	100	67	0,37	Sedang
21	MDW	42	67	25	100	58	0,43	Sedang
22	MON	25	58	33	100	75	0,44	Sedang
23	PPA	58	83	25	100	42	0,59	Sedang

24	PAD	42	75	33	100	58	0,56	Sedang	
25	RNNJ	33	58	25	100	67	0,37	Sedang	
26	RAM	50	83	25	100	50	0,50	Sedang	
27	SMD	42	75	33	100	58	0,56	Sedang	
28	SPR	25	67	42	100	75	0,56	Sedang	
29	TNL	50	92	42	100	50	0,84	Tinggi	
30	VCF	33	58	25	100	67	0,37	Sedang	
31	VNS	58	92	34	100	42	0,80	Tinggi	
32	VRSI	42	67	25	100	58	0,43	Sedang	
33	WKDA	33	75	42	100	67	0,62	Sedang	
34	WKJ	50	83	33	100	50	0,66	Sedang	
35	YRW	25	75	50	100	75	0,66	Sedang	
36	NPM	58	92	34	100	42	0,80	Tinggi	
	Nilai Terendah	17	58	-	-	-	-	-	
	Nilai Tertinggi	58	92	-	-	-	-	-	
	Jumlah	1441	2649	1175	3600	2159	19,79	-	
	Rata-rata	40,02	73,58	32,63	100	59,97	0,55	-	
							<i>N-gain</i>	0,55%	Sedang

Hasil Belajar Kelas Kontrol

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
PREETEST	36	40,03	13,235	17	58
POSTTEST	36	73,58	11,440	58	92

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		PREETEST	POSTTEST
N		36	36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	40,03	73,58
	Std. Deviation	13,235	11,440
Most Extreme Differences	Absolute	,143	,136
	Positive	,122	,136
	Negative	-,143	-,133
Test Statistic		,143	,136
Asymp. Sig. (2-tailed)		,062 ^c	,092 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Lampiran C.3 Data Nilai Ranah Kognitif (*Pree-test*) Hasil Belajar Siswa

No.	Hasil Belajar Kelas Eksperimen	No.	Hasil Belajar Kelas Kontrol
1	50	1	33
2	67	2	58
3	25	3	50
4	42	4	42
5	58	5	17
6	33	6	25
7	50	7	33
8	67	8	58
9	20	9	42
10	42	10	50
11	58	11	17
12	33	12	25
13	50	13	42
14	67	14	50
15	25	15	58
16	58	16	42
17	42	17	17
18	33	18	25
19	50	19	58
20	25	20	33
21	67	21	42
22	33	22	25
23	42	23	58
24	58	24	42
25	50	25	33
26	33	26	50
27	58	27	42
28	67	28	25
29	25	29	50
30	42	30	33
31	25	31	58
32	33	32	42
33	58	33	33
34	42	34	50
35	50	35	25
36	67	36	58
Rata-rata	45,69	Rata-rata	40,03

Lampiran C.4 Data Nilai Ranah Kognitif (*Post-test*) Hasil Belajar Siswa

No.	Hasil Belajar Kelas Eksperimen	No.	Hasil Belajar Kelas Kontrol
1	83	1	75
2	92	2	92
3	67	3	83
4	75	4	67
5	100	5	58
6	75	6	75
7	92	7	83
8	100	8	83
9	67	9	67
10	83	10	75
11	83	11	58
12	58	12	58
13	92	13	67
14	100	14	83
15	83	15	75
16	83	16	67
17	92	17	58
18	67	18	67
19	75	19	75
20	58	20	58
21	100	21	67
22	58	22	58
23	75	23	83
24	92	24	75
25	83	25	58
26	67	26	83
27	83	27	75
28	92	28	67
29	58	29	92
30	100	30	58
31	75	31	92
32	58	32	67
33	83	33	75
34	67	34	83
35	75	35	75
36	92	36	92
Rata-rata	80,08	Rata-rata	73,58

Lampiran C.5 Nilai Ranah Afektif Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

No. Absen	Nilai Afektif	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1	80	86
2	80	84
3	75	82
4	80	74
5	76	83
6	83	79
7	86	75
8	77	79
9	78	78
10	88	73
11	82	83
12	79	76
13	79	75
14	78	78
15	81	78
16	78	75
17	79	79
18	78	77
19	76	76
20	78	75
21	82	80
22	79	83
23	80	84
24	84	78
25	77	70
26	78	80
27	81	79
28	78	74
29	75	77
30	76	75
31	79	70
32	80	83
33	78	87
34	76	78
35	81	79
36	81	80
Rata - rata	79,33	78,38

Lampiran C.6 Nilai Ranah Psikomotor Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

No.	Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol		
	Skor	Skor (%)	Predikat	Skor	Skor (%)	Predikat
1	3,8	90	A	3,7	97	A
2	3,32	84	A ⁻	3,1	75	B ⁺
3	3,64	88	A ⁻	3,3	83	B ⁺
4	3,48	86	A ⁻	3,5	88	A ⁻
5	3,52	87	A ⁻	3,4	84	A ⁻
6	3,12	82	A ⁻	3,4	84	A ⁻
7	3,56	87	A ⁻	3	69	B ⁻
8	3,92	92	A	3,3	83	B ⁺
9	3	80	B ⁺	3,3	80	B ⁺
10	3,2	83	B ⁺	3,3	83	B ⁺
11	2,92	79	B ⁻	3,3	80	B ⁺
12	3,16	82	A ⁻	3,7	97	A
13	3,64	88	A ⁻	3,4	87	B ⁺
14	3,48	86	A ⁻	3	72	B ⁻
15	3,6	88	A ⁻	3,3	83	B ⁺
16	3,68	89	A	3,2	77	B ⁺
17	3,08	81	A ⁻	3,4	87	A ⁻
18	3	80	B ⁺	3,43	87	A ⁻
19	3,64	88	A ⁻	3,5	88	A ⁻
20	3,8	90	A	3,6	92	A ⁻
21	3,6	88	A ⁻	3,2	77	B
22	3,76	90	A	3,2	77	B ⁺
23	3,48	86	A ⁻	3,4	84	A ⁻
24	3,76	90	A	3,3	83	B ⁺
25	3,16	82	A ⁻	3,3	80	B ⁺
26	3,16	82	A ⁻	3,6	94	A ⁻
27	3,48	86	A ⁻	3,4	85	A ⁻
28	3,68	89	A ⁻	3,3	82	B ⁺
29	3,04	81	B ⁺	3,3	83	B ⁺
30	3,48	86	A ⁻	3,5	89	A ⁻
31	3,56	87	A ⁻	3,3	83	B ⁺
32	3,64	88	A ⁻	3,2	79	B ⁺
33	3,52	87	A ⁻	3,6	92	A ⁻
34	3,68	89	A	3,3	83	B ⁺
35	3	80	B ⁻	3,5	89	A ⁻
36	3,52	87	A ⁻	3,5	88	A ⁻
Rata – rata		85,77			84	

LAMPIRAN D. DATA KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS**D.1 Data Pencapaian Aspek Ketrampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen**

No. Absen	<i>The basic for the decision</i>	<i>Elementary clarivication</i>	<i>Inverence</i>	<i>Advanced clarivication</i>	<i>Strategies and tactics</i>
1.	20	15	20	10	20
2.	20	10	15	10	20
3.	15	15	10	20	20
4.	20	20	10	20	20
5.	10	20	10	20	20
6.	20	20	15	20	20
7.	20	15	15	20	20
8.	10	10	10	20	20
9.	15	10	20	20	10
10.	10	5	10	20	20
11.	20	10	15	10	20
12.	20	15	15	20	20
13.	20	10	10	20	20
14.	15	15	15	10	20
15.	10	15	15	20	20
16.	15	20	10	20	20
17.	10	5	10	20	20
18.	15	15	0	15	20
19.	10	10	20	15	20
20.	10	10	10	20	20
21.	15	10	10	10	20
22.	10	15	15	20	20
23.	15	20	20	20	20
24.	20	20	15	20	20
25.	15	10	10	15	20
26.	20	15	20	20	20
27.	15	20	10	20	20
28.	5	10	10	20	20
29.	10	10	15	20	20
30.	20	20	10	20	20
31.	10	10	10	20	20
32.	10	15	15	20	20
33.	15	20	10	20	20
34.	20	20	15	20	20

35.	10	10	10	20	20
36.	10	10	15	20	20
Total	535	500	465	655	710
Skor Maksimal	720	720	720	720	720
Nilai Ketrampilan	74,30	69,44	64,58	90,97	98,61



Lampiran D.2 Data Pencapaian Aspek Ketrampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol

No. Absen	<i>The basic for the decision</i>	<i>Elementary clarivication</i>	<i>Inverence</i>	<i>Advanced clarivication</i>	<i>Strategies and tactics</i>
1.	15	10	5	20	10
2.	15	10	15	20	20
3.	15	10	5	20	20
4.	10	10	10	10	15
5.	15	10	10	20	20
6.	15	10	10	10	20
7.	15	10	0	5	20
8.	10	10	10	15	15
9.	15	10	15	20	20
10.	10	10	10	20	20
11.	15	10	5	5	20
12.	15	10	10	20	20
13.	15	10	0	20	20
14.	15	10	5	20	20
15.	15	10	0	5	20
16.	15	10	5	15	20
17.	15	10	5	5	20
18.	15	10	15	20	20
19.	10	10	5	10	15
20.	15	10	10	20	20
21.	15	5	5	20	20
22.	10	10	5	10	10
23.	10	10	20	20	10
24.	15	5	0	20	20
25.	20	10	10	10	20
26.	10	10	5	10	10
27.	15	10	5	10	20
28.	10	10	15	20	20
29.	15	10	5	5	20
30.	15	10	5	10	10
31.	15	10	15	20	20
32.	10	10	5	10	10
33.	15	10	10	20	20
34.	15	10	0	20	20
35.	15	10	5	20	20

36.	15	10	5	10	15
Total	500	350	265	535	640
Skor Maksimal	720	720	720	720	720
Nilai Ketrampilan	69,44	48,61	36,81	74,31	88,89



Lampiran D.3 Data Nilai *Pre-test* Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa

No.	Berpikir Kritis Kelas Eksperimen	Kriteria	No.	Berpikir Kritis Kelas Kontrol	Kriteria
1	55	Baik	1	45	Cukup
2	40	Cukup	2	50	Cukup
3	50	Cukup	3	20	Kurang
4	25	Kurang	4	60	Baik
5	20	Kurang	5	35	Cukup
6	45	Cukup	6	30	Cukup
7	35	Cukup	7	25	Kurang
8	30	Cukup	8	55	Baik
9	20	Kurang	9	40	Cukup
10	65	Baik	10	45	Cukup
11	25	Kurang	11	50	Cukup
12	50	Baik	12	35	Cukup
13	30	Cukup	13	25	Kurang
14	45	Cukup	14	60	Baik
15	40	Cukup	15	30	Cukup
16	60	Baik	16	20	Kurang
17	55	Baik	17	40	Cukup
18	35	Cukup	18	55	Baik
19	30	Cukup	19	50	Cukup
20	20	Kurang	20	45	Cukup
21	25	Kurang	21	25	Kurang
22	35	Cukup	22	35	Cukup
23	65	Baik	23	60	Baik
24	20	Kurang	24	30	Cukup
25	40	Cukup	25	40	Cukup
26	60	Baik	26	55	Baik
27	70	Baik	27	50	Cukup
28	35	Cukup	28	25	Kurang
29	55	Baik	29	55	Baik
30	50	Cukup	30	50	Cukup
31	45	Cukup	31	20	Kurang
32	60	Baik	32	45	Cukup
33	25	Kurang	33	30	Cukup
34	65	Baik	34	40	Cukup
35	30	Cukup	35	60	Baik
36	40	Cukup	36	35	Cukup
Rata-rata	41,53	Cukup	Rata-rata	40,83	Cukup

Lampiran D.4 Data Nilai *Post-test* Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa

No.	Berpikir Kritis Kelas Eksperimen	Kriteria	No.	Berpikir Kritis Kelas Kontrol	Kriteria
1	85	Baik Sekali	1	60	Baik
2	75	Baik	2	80	Baik Sekali
3	80	Baik Sekali	3	70	Baik
4	90	Baik Sekali	4	55	Baik
5	80	Baik Sekali	5	75	Baik
6	95	Baik Sekali	6	65	Baik
7	90	Baik Sekali	7	50	Cukup
8	70	Baik	8	60	Baik
9	75	Baik	9	80	Baik Sekali
10	65	Baik	10	70	Baik
11	85	Baik Sekali	11	55	Baik
12	90	Baik Sekali	12	75	Baik
13	80	Baik Sekali	13	65	Baik
14	75	Baik	14	70	Baik
15	90	Baik Sekali	15	50	Cukup
16	85	Baik Sekali	16	65	Baik
17	65	Baik	17	55	Baik
18	65	Baik	18	80	Tinggi
19	75	Baik	19	50	Cukup
20	70	Baik	20	75	Baik
21	65	Baik	21	55	Baik
22	80	Baik Sekali	22	45	Cukup
23	95	Baik Sekali	23	80	Baik Sekali
24	95	Baik Sekali	24	60	Baik
25	70	Baik	25	70	Baik
26	95	Baik Sekali	26	45	Cukup
27	85	Baik Sekali	27	60	Baik
28	65	Baik	28	75	Baik
29	75	Baik	29	55	Baik
30	90	Baik Sekali	30	50	Cukup
31	70	Baik	31	80	Baik Sekali
32	80	Baik Sekali	32	45	Cukup
33	85	Baik Sekali	33	75	Baik
34	95	Baik Sekali	34	65	Baik
35	70	Baik	35	70	Baik
36	80	Baik Sekali	36	55	Baik
Rata-rata	80	Baik Sekali	Rata-rata	63,61	Baik

LAMPIRAN E. SILABUS

SILABUS PEMBELAJARAN FISIKA

Satuan Pendidikan : SMAN 1 Cluring

Kelas/ Semester : XI/Genap

Mata Pelajaran : Fisika

Materi : Termodinamika

Kompetensi Inti :

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Materi	Penilaian			Alokasi Waktu	Sumber Belajar
				Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen		
3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika 4.7 Merencanakan dan melaksanakan percobaan hukum I dan II Termodinamika	Hukum Termodinamika: a. Usaha dan berbagai proses dalam Termodinamika b. Hukum I Termodinamika c. Hukum II Termodinamika	1. Elicit (Medatangkan pengetahuan awal) a. Menarik perhatian siswa sebelum pemberian pengetahuan dengan memberikan pertanyaan mengenai suatu fenomena dalam kehidupan sehari-hari hukum Termodinamika. b. Membantu dalam mentransfer pengetahuan tentang usaha dan berbagai proses dalam Termodinamika, hukum I dan II Termodinamika. c. Membangun pengetahuan baru di atas pengetahuan yang telah ada. 2. Engagement	3.7.1 Menjelaskan pengertian kesetimbangan kalor 3.7.2 Menjelaskan perbedaan antara sistem dan lingkungan dalam Termodinamika 3.7.3 Menjelaskan pengertian usaha dalam Termodinamika 3.7.4 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan hukum Termodinamika 4.7.1 Menjelaskan konsep hukum I Termodinamika 4.7.2 Menganalisis perubahan energi pada	Tes Tulis	Soal <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> ketrampilan berpikir kritis	Terlampir	4 x 2 JP (8 JP)	a. Buku fisika 2 untuk kelas XI SMA dan MA b. LKS c. Sumber lain yang relevan

	<p>(Pembangkitan minat)</p> <p>a. Mengajukan pertanyaan tentang proses faktual dalam kehidupan sehari-hari berkaitan materi hukum ke I, II Termodinamika.</p> <p>3. Exploration (Eksplorasi)</p> <p><u>Mengamati</u></p> <p>a. Mengamati alat dan bahan yang diperlukan dalam melakukan percobaan hukum Termodinamika.</p> <p>b. Mengidentifikasi variabel-variabel dalam percobaan hukum Termodinamika</p> <p><u>Menanya</u></p> <p>c. Merumuskan hipotesis sesuai dengan tujuan percobaan hukum Termodinamika.</p> <p>d. Mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan materi percobaan hukum Termodinamika.</p> <p><u>Mencoba/mengumpulkan informasi</u></p>	<p>hukum I Termodinamika</p> <p>4.7.3 Menganalisis proses-proses dalam Termodinamika (isobarik, isokhorik, isothermal dan adiabatik)</p> <p>4.7.4 Memecahkan persoalan tentang hukum I Termodinamika</p> <p>4.7.5 Melakukan percobaan hukum I Termodinamika</p> <p>4.7.6 Menjelaskan pernyataan Kelvin Planck tentang hukum II Termodinamika</p> <p>4.7.7 Menjelaskan pernyataan Clausius tentang hukum II Termodinamika</p> <p>4.7.8 Menganalisis</p>					
--	---	--	--	--	--	--	--

	<p>e. Menyusun alat sederhana untuk melakukan percobaan hukum Termodinamika.</p> <p>f. Melakukan percobaan dan mencatat data yang didapatkan pada LKS.</p> <p><u>Mengasosiasi/menganalisis data atau informasi</u></p> <p>g. Menganalisis data yang didapat.</p> <p>4. Explanation (Penjelasan)</p> <p><u>Mengkomunikasikan</u></p> <p>a. Mengemukakan hasil percobaan hukum ke I, II Termodinamika.</p> <p>b. Melakukan diskusi dengan mengajukan dan menanggapi pertanyaan.</p> <p>5. Elaboration (Penerapan)</p> <p>a. Memberikan contoh-contoh tentang penerapan materi dalam kehidupan sehari-hari tentang hukum ke I, II Termodinamika.</p>	<p>aplikasi dari prinsip hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>4.7.9 Mendefinisikan mesin kalor dan persamaannya</p>					
--	---	--	--	--	--	--	--

		<p>b. Menerapkan hukum Termodinamika dalam menyelesaikan permasalahan fisika pada kehidupan sehari-hari.</p> <p>6. Evaluation (Evaluasi)</p> <p>a. Merefleksi dan menyimpulkan mengenai materi pembelajaran hukum ke I, II Termodinamika.</p> <p>b. Melakukan evaluasi berupa <i>post-test</i> pada akhir bab.</p> <p>7. Extend (Memperluas)</p> <p>a. Menghubungkan satu konsep ke konsep lain.</p> <p>b. Menghubungkan subjek satu ke subjek lain.</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--	--

LAMPIRAN F1. RPP KELAS EKSPERIMEN**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Sekolah	: SMAN 1 Cluring
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/semester	: XI/Genap
Pokok Bahasan	: Usaha dan Berbagai Proses dalam Termodinamika
Pertemuan Ke	: Satu (1)
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleransi, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator**Kompetensi Dasar**

- 3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika.
- 4.7 Membuat karya atau model penerapan hukum I dan II Termodinamika berikut presentasi makna fisisnya.

Indikator

- 3.7.1 Menjelaskan pengertian kesetimbangan kalor
- 3.7.2 Menjelaskan perbedaan antara sistem dan lingkungan dalam Termodinamika
- 3.7.3 Menjelaskan pengertian usaha dalam Termodinamika
- 3.7.4 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan hukum Termodinamika

C. Tujuan

- 1. Melalui tanya jawab peserta didik mampu menjelaskan pengertian kesetimbangan kalor
- 2. Melalui penugasan dan diskusi kelompok peserta didik mampu menjelaskan perbedaan antara sistem dan lingkungan dalam Termodinamika
- 3. Melalui ceramah dan tanya jawab peserta didik mampu menjelaskan pengertian usaha dalam Termodinamika
- 4. Melalui diskusi kelompok dan tanya jawab peserta didik mampu menjelaskan dan menyebutkan macam-macam usaha pada proses Termodinamika

D. Materi Pembelajaran

- 1. Kesetimbangan Kalor

Definisi kesetimbangan kalor yaitu ketika dua benda dikatakan berada dalam kesetimbangan kalor jika ada pertukaran kalor antara kedua benda

tersebut saat bersentuhan. Menurut percobaan yang dilakukan oleh James Prescott untuk menentukan kesetaraan antara kalor dan energi. Dari percobaan tersebut Joule menyimpulkan hubungan antara kalor dan usaha sebagai berikut:

- 1) Kalor merupakan suatu bentuk energi yang dapat berpindah dari lingkungan ke suatu sistem atau sebaliknya. Tanpa pengaruh luar, kalor akan selalu berpindah dari suhu yang lebih tinggi ke suhu yang lebih rendah. Misalnya, perpindahan kalor saat pendingin sebuah mesin kendaraan.
- 2) Usaha juga merupakan suatu bentuk perpindahan energi melalui gaya yang dilakukan sistem pada lingkungan atau sebaliknya dimana titik gaya mengalami perpindahan. Misalnya, usaha pada beban yang bergerak ke bawah.

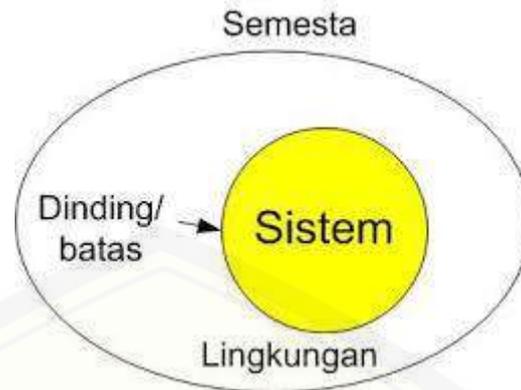
Dari percobaan Joule tersebut, terjadi kenaikan suhu air yang dapat disebabkan oleh aliran kalor akibat usaha yang dilakukan.

2. Sistem dan Lingkungan

Sistem merupakan suatu benda atau keadaan yang menjadi pusat perhatian kita. Sistem terbagi menjadi tiga macam yaitu:

- 1) Sistem terbuka, dimana ada pertukaran massa dan energi sistem dengan lingkungannya. Misalnya, lautan dan tumbuh-tumbuhan (energi terjadi ketika fotosintesis).
- 2) Sistem tertutup, dimana ada pertukaran energi tetapi tidak terjadi pertukaran massa sistem dengan lingkungannya. Misalnya, green house ada pertukaran kalor, tetapi tidak terjadi pertukaran kerja dengan lingkungan.
- 3) Sistem terisolasi, dimana tidak ada pertukaran massa dan energi sistem dengan lingkungannya. Misalnya, tabung gas yang terisolasi.

Sedangkan lingkungan merupakan segala sesuatu diluar sistem yang mempengaruhi keadaan sistem secara langsung. Berikut gambar hubungan sistem dengan lingkungan



Gambar D2. Hubungan sistem dengan lingkungan

3. Usaha dalam Termodinamika

Usaha adalah segala sesuatu yang dihasilkan oleh gaya (F) ketika gaya bekerja pada suatu benda sehingga benda tersebut bergerak dalam jarak tertentu. Usaha yang dilakukan oleh sistem terhadap lingkungan adalah

$$W = F s$$

denga F besar gaya dan s besar perpindahan. Usaha luar dilakukan oleh sistem, jika kalor ditambahkan (dipanaskan) atau kalor dikurangi (didinginkan) terhadap sistem. Jika kalor diterapkan kepada gas yang menyebabkan perubahan volume gas, usaha luar akan dilakukan oleh gas tersebut.

4. Proses-proses yang terjadi pada Gas Ideal dalam Termodinamika

- 1) Proses Isotermal, proses perubahan suatu gas dalam ruang tertutup dapat dilakukan pada suhu tetap ($T = \text{tetap}$). Dari persamaan gas ideal diperoleh

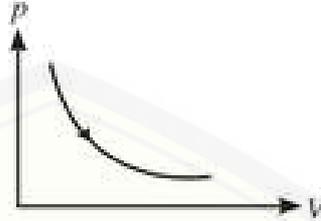
$$PV = nRT$$

Oleh karena T , n , dan R tetap, maka $PV = \text{konstan}$

Atau

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Persamaan tersebut dinamakan “*Hukum Boyle*”. Dengan menggambarkan grafik hubungan P dan V pada suhu tetap dengan kurva berupa hiperbola.



Gambar D4.1 hubungan P dan V

2) Proses Isokhorik

Gas yang berada dalam ruang tertutup dapat pula mengalami suatu proses pada volume tetap ($V = \text{tetap}$). Dari persamaan gas ideal diperoleh

$$PV = nRT$$

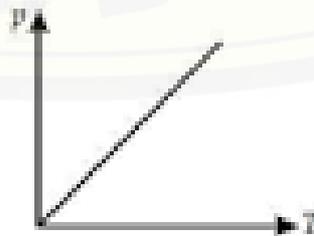
Oleh karena V , n , dan R tetap, maka

$$\frac{P}{T} = \text{konstan}$$

Atau

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Persamaan tersebut dinamakan “*Hukum Gay-Lussac*”. Perubahan tekanan pada gas akan menghasilkan perubahan suhu gas. Jika suhu gas pun dinaikkan, tekanan gas akan bertambah. Dengan menggambarkan grafik hubungan P - T pada V konstan.



Gambar D4.2 hubungan P dan T

- 3) Proses Isobarik, merupakan proses perubahan keadaan gas yang dilakukan pada tekanan tetap ($P = \text{tetap}$). Dari persamaan gas ideal diperoleh

$$PV = nRT$$

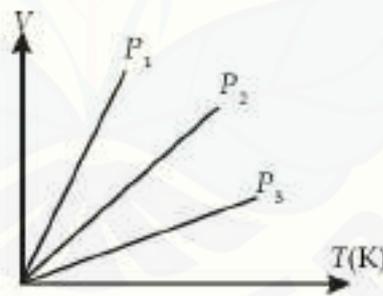
Oleh karena P , n , dan R tetap, maka

$$\frac{V}{T} = \text{konstan}$$

Atau

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Persamaan tersebut dinamakan “*Hukum Charles*”. Pada proses isobarik, tekanan gas dibuat tetap, sehingga perubahan suhu pada gas akan menimbulkan perubahan volume gas untuk mempertahankan agar tekanan gas tetap. Hubungan antara perubahan suhu dan perubahan volume gas akan memberikan grafik linier. Seperti yang ditunjukkan oleh grafik V - T pada P konstan.



Gambar D4.3 hubungan V dan T

- 4) Proses Adiabatik

Gas pada ruangan tertutup mengalami proses adiabatik. Pada proses ini, tidak terjadi pertukaran kalor antara gas dan sekelilingnya atau tidak ada kalor yang dilepaskan ataupun diterima oleh gas tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan menyelimuti ruang gas dengan bahan yang tidak mudah menghantarkan kalor. Dinding yang bersifat ini (menghalangi kalor) disebut dinding adiabatik. Sebaliknya, dinding

yang dapat dengan mudah dilalui kalor disebut dinding diatermik.

Untuk gas ideal, proses adiabatik akan memenuhi persamaan

$$P_1 V_1^\gamma = \text{konstan}$$

Atau

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

Dari persamaan gas ideal diperoleh persamaan $P = \frac{nRT}{V}$

Hubungan antara P dan V dapat digambarkan seperti grafik P - V . Pada grafik ini memiliki kelengkungan yang lebih curam dibandingkan dengan grafik proses isotermal. Hal tersebut disebabkan oleh konstanta Laplace (γ) yang memiliki nilai lebih dari satu.



Gambar D4.4 hubungan P dan V

E. Model dan Metode Pembelajaran

Pendekatan : Kontekstual
 Model : *Learning Cycle 7E*
 Metode : Penugasan, eksperimen, diskusi, presentasi, dan tanya jawab.

F. Media, Alat, dan Sumber Belajar

Media : Papan tulis, LCD, *powerpoint*.
 Alat dan bahah Percoban : Papan, kapur tulis /spidol, buku, alat tulis.
 Sumber belajar : Buku paket fisika kelas XI SMA, LKS

G. Kegiatan Pembelajaran

Sintaks Model	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan			

<i>Engagement</i> (Pembangkitan Minat)	a. Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	a. Peserta didik menjawab salam dari guru	15 menit
	b. Guru mengkondisikan kelas untuk bisa memulai pembelajaran dengan tertib dan tenang, kemudian berdoa dilanjutkan memeriksa kehadiran siswa	b. Peserta didik memperhatikan dan duduk dengan tertib untuk berdoa	
	c. Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik sebagai apersepsi tentang materi teori kinetik gas yang telah dipelajari pada semester gasal dan kaitannya dengan materi termodinamika yang akan dipelajari	c. Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru	
	d. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik dengan menampilkan gambar tentang contoh hukum 0 Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari dengan “Apakah anak-anak pernah memasak air dengan cara memanaskan di dalam panci sampai mendidih? Jika air yang dipanaskan hingga mendidih dicampur dengan air dingin dengan massa dan volume yang sama atau berbeda bagaimana yang terjadi pada suhu campuran tersebut? Apakah air campuran tersebut suhunya akan turun ataukah naik?”	d. Peserta didik memperhatikan dan menanggapi penjelasan dari guru	
	e. Guru menyampaikan	e. Peserta didik	
<i>Elicit</i> (Mendatangkan Pengetahuan Awal)			

	<p>tujuan pembelajaran yaitu terkait dengan sub pokok bahasan usaha dan berbagai proses dalam Termodinamika</p> <p>f. Guru meminta peserta didik untuk duduk sesuai dengan kelompoknya</p>	<p>memperhatikan penjelasan dari guru</p> <p>f. Peserta didik mulai duduk membentuk kelompok dengan tertib</p>	
Kegiatan Inti			
<i>Exploration</i> (Eksplorasi)	Mengamati		60 menit
	a. Guru memberikan LKS pada peserta didik tiap kelompok dan meminta peserta didik untuk membaca	a. Peserta didik mengamati alat dan bahan percobaan	
	Menanya		
	a. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang disajikan pada LKS	a. Peserta didik mengidentifikasi masalah-masalah yang disajikan pada LKS	
	b. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertukar pikiran antar anggota kelompoknya untuk membuat hipotesis.	b. Peserta didik berdiskusi bersama kelompoknya untuk menentukan hipotesis dalam permasalahan yang disajikan pada LKS	
	c. Guru membimbing siswa dalam menentukan hipotesis yang relevan.	c. Peserta didik membuat hipotesis yang relevan	
	Mencoba/Mengumpulkan Informasi		
	a. Guru membimbing peserta didik untuk menyusun alat percobaan sederhana dan melakukan percobaan	a. Peserta didik menyusun alat percobaan sederhana dan mencatat data yang didapatkan pada LKS	
	Mengasosiasi/menganalisis data atau informasi		
	a. Guru menjadi sumber informasi jika ada siswa yang bertanya dan kurang mengerti dengan percobaan yang dilakukan	a. Peserta didik bertanya jika kurang mengerti dalam percobaan	
b. Membimbing siswa	b. Menganalisis data		

	dalam menganalisis data informasi yang diperoleh bersama kelompoknya.	hasil percobaan dengan berdiskusi bersama kelompoknya.	
<i>Explanation</i> (Penjelasan)	Mengkomunikasikan		
	a. Guru membimbing peserta didik untuk mengemukakan hasil percobaan tentang hukum Termodinamika	a. Peserta didik mengemukakan hasil percobaan tentang hukum Termodinamika	
	b. Guru sebagai pemandu fasilitator dalam melakukan diskusi dan tanya jawab	b. Peserta didik melakukan diskusi dengan mengajukan dan menanggapi pertanyaan	
<i>Elaboration</i> (Penerapan)	c. Guru membimbing untuk menjelaskan materi yang belum dimengerti oleh peserta didik	c. Peserta didik bertanya tentang materi yang belum dimengerti	
	d. Guru meminta peserta didik untuk memberikan contoh-contoh tentang hukum Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan usaha dan berbagai proses dalam Termodinamika	d. Peserta didik berdiskusi dengan mengajukan dan menanggapi pertanyaan	
	e. Guru meminta peserta didik untuk menerapkan persamaan gas ideal dalam hukum Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	e. Peserta didik menerapkan persamaan gas ideal dalam hukum Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	
Penutup			
<i>Evaluation</i> (Mengevaluasi)	a. Guru meminta peserta didik untuk merefleksi dan menyimpulkan mengenai materi tentang hukum Termodinamika berhubungan dengan gas ideal	a. Peserta didik menyimpulkan tentang hukum Termodinamika berhubungan dengan gas ideal	15 menit
	b. Guru mengevaluasi apakah ada konsep yang salah pada	b. Peserta didik menanyakan kembali kesimpulan konsep	

	peserta didik		
<i>Extend</i> (Memperluas)	c. Guru menyampaikan persiapan untuk pertemuan berikutnya yaitu tentang hukum I Termodinamika yang saling berkaitan	c. Peserta didik memperhatikan dengan baik dan tenang	
	d. Guru mengucapkan salam dan berdoa untuk menutup pelajaran	d. Peserta didik melakukan dengan tertib dan tenang	

H. Penilaian Pembelajaran

1. Soal tes ketrampilan berfikir kritis
2. Soal tes hasil belajar

Jember, Januari 2019

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran,

Peneliti,

Suryadi, S.Pd.
NIP: 19790610 200501 1 011

Gesi Wanrista
150210102012

LAMPIRAN F2. RPP KELAS EKSPERIMEN**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Sekolah	: SMAN 1 Cluring
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/semester	: XI/Genap
Pokok Bahasan	: Hukum I Termodinamika
Pertemuan Ke	: Dua (2)
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleransi, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator**Kompetensi Dasar**

- 3.8 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika.

- 4.8 Membuat karya atau model penerapan hukum I dan II Termodinamika berikut presentasi makna fisisnya.

Indikator

- 4.8.1 Menjelaskan konsep hukum I Termodinamika
- 4.8.2 Menganalisis perubahan energi pada hukum I Termodinamika
- 4.8.3 Menganalisis proses-proses dalam Termodinamika (isobarik, isokhorik, isothermal dan adiabatik)
- 4.8.4 Memecahkan persoalan tentang hukum I Termodinamika
- 4.8.5 Melakukan percobaan hukum I Termodinamika

C. Tujuan

1. Melalui membaca dan tanya jawab peserta didik mampu menjelaskan pengertian konsep hukum I Termodinamika
2. Melalui penugasan dan diskusi kelompok peserta didik mampu menganalisis perubahan energi pada hukum I Termodinamika
3. Melalui penugasan dan diskusi kelompok peserta didik mampu menganalisis proses-proses Termodinamika gas ideal (isobarik, isokhorik, isothermal dan adiabatik)
4. Melalui penugasan dan diskusi kelompok peserta didik mampu memecahkan persoalan tentang hukum I Termodinamika
5. Melalui penugasan dan diskusi kelompok peserta didik mampu melakukan percobaan hukum I Termodinamika

D. Materi Pembelajaran

1. Termodinamika

Termodinamika adalah proses mempelajari dimana energi dipindah sebagai kalor dan usaha, untuk membedakan kalor didefinisikan sebagai perpindahan energi akibat perbedaan temperatur, sedangkan usaha adalah perpindahan energi yang tidak diakibatkan perbedaan temperatur.

Termodinamika sering mengacu pada sistem tertentu. Sistem adalah semua benda atau sekelompok benda yang dipertimbangkan.

2. Hukum I Termodinamika

Hukum I Termodinamika merupakan perluasan dari Hukum Kekekalan Energi dalam mekanika, hukum ini berlaku secara umum untuk semua jenis zat dalam segala wujudnya. Hukum I Termodinamika menjelaskan hubungan antara kalor yang diterima atau yang dilepaskan oleh suatu sistem dan usaha luar yang dilakukan oleh sistem, serta perubahan energi dalam yang ditimbulkannya. Misalnya, suatu sistem menerima kalor sebesar Q maka kalor tersebut dapat digunakan untuk mengubah energi dalam (∇U) atau dipakai untuk melakukan usaha luar (W).

Hukum I Termodinamika menyatakan bahwa: *“Jumlah kalor yang ditambahkan pada suatu sistem sama dengan perubahan energi dalam sistem ditambah usaha yang dilakukan oleh sistem”*. Artinya, meskipun suatu bentuk energi telah berubah ke dalam bentuk energi lain, jumlah seluruh energi itu selalu tetap. Dalam bentuk persamaan, Hukum I Termodinamika dituliskan sebagai berikut

$$Q = \nabla U + W$$

Dengan:

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

∇U = perubahan energi dalam sistem, dimana ($U_2 - U_1$) (Joule)

W = usaha luar yang dilakukan oleh sistem selama perubahan (Joule)

Nilai Q positif, jika kalor masuk ke dalam sistem, dan Q negatif, jika kalor keluar dari sistem. Nilai W positif, jika sistem mengeluarkan atau memberikan usaha pada lingkungannya, sedangkan W negatif, jika sistem dilakukan usaha oleh lingkungannya.

3. Proses-proses dalam hukum I Termodinamika

Beberapa kasus khusus pada hukum pertama Termodinamika adalah sebagai berikut:

a. Proses Isotermal

Adalah proses yang dialami gas pada suhu tetap. Usaha yang dilakukan gas pada proses ini tidak dapat dihitung dengan persamaan $W = p\Delta V$. Hal ini dikarenakan tekanannya tidak konstan.

b. Proses Adiabatik

Adalah salah satu proses yang terjadi sangat cepat atau terjadi dalam suatu sistem yang terisolasi dengan baik sehingga tidak ada transfer energi panas yang terjadi antara sistem dan lingkungannya. Dengan mengasumsikan $Q = 0$. Pada Hukum pertama termodinamika maka akan menghasilkan $\Delta U = -W$. Hal ini menjelaskan kepada kita bahwa jika usaha dilakukan oleh sistem (yaitu, jika W adalah positif). Maka energi internal sistem akan menurun sebanding dengan jumlah usaha. Sebaliknya jika usaha dilakukan pada sistem (yaitu, jika W adalah negatif), maka energi internal sistem akan meningkat sebanding dengan jumlah tersebut.

c. Proses Isobarik

Proses yang berlangsung pada tekanan tetap dinamakan proses isobarik. Jika volume gas bertambah, berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif (proses ekspansi). Jika volume gas berkurang, berarti pada gas dilakukan usaha atau usaha negatif (proses kompresi). Usaha yang dilakukan oleh gas pada proses isobarik besarnya sebagai berikut $W = p\Delta V$. Usaha yang dilakukan gas terhadap lingkungannya atau kebalikannya sama dengan luas daerah bawah grafik tekanan terhadap volume.

d. Proses Isokhorik.

Jika volume sistem (seperti gas) dipertahankan konstan, sistem tidak dapat melakukan usaha dan jika nilai $W = 0$ dalam Hukum pertama termodinamika maka akan menghasilkan $\Delta U = Q$. Jadi jika panas diserap oleh sistem (yaitu, jika Q adalah positif), maka energi internal

sistem akan meningkat. Sebaliknya, jika usaha panas hilang selama proses (yaitu, jika Q adalah negatif), maka energi internal sistem akan menurun.

E. Model dan Metode Pembelajaran

Pendekatan : Kontekstual

Model : *Learning Cycle 7E*

Metode : Penugasan, eksperimen, diskusi, presentasi, dan tanya jawab

F. Media, Alat, dan Sumber Belajar

Media : Papan tulis, LCD, *powerpoint*.

Alat dan bahan Percobaan : Balon, air, lilin, korek api, gelas kaca, papan, kapur tulis /spidol, buku, alat tulis.

Sumber belajar : Buku paket fisika kelas XI SMA, LKS

G. Kegiatan Pembelajaran

Sintaks Model	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan			
<i>Engagement</i> (Pembangkitan Minat)	g. Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	g. Peserta didik menjawab salam dari guru	10 menit
	h. Guru mengkondisikan kelas untuk bisa memulai pembelajaran dengan tertib dan tenang, kemudian berdoa dilanjutkan memeriksa kehadiran siswa	h. Peserta didik memperhatikan dan duduk dengan tertib untuk berdoa	
	i. Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik sebagai apersepsi tentang materi usaha dan berbagai proses dalam Termodinamika yang telah dipelajari pada pertemuan yang lalu dan kaitannya dengan	i. Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru	

<i>Elicit</i> (Mendatangkan Pengetahuan Awal)	materi termodinamika yang akan dipelajari			
	j. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik dengan menampilkan gambar tentang contoh hukum I Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari dengan “Pernahkah anak-anak meniup balon? Apa yang akan terjadi pada balon yang telah ditiup tersebut, jika didekatkan dengan api? Apakah balon tersebut akan meletus atau tidak, mengapa demikian?”	j. Peserta didik memperhatikan dan menanggapi penjelasan dari guru		
	k. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu terkait dengan sub pokok bahasan hukum I Termodinamika l. Guru meminta peserta didik untuk duduk sesuai dengan kelompoknya	k. Peserta didik memperhatikan penjelasan dari guru l. Peserta didik mulai duduk membentuk kelompok dengan tertib		
Kegiatan Inti				
<i>Exploration</i> (Eksplorasi)	Mengamati		60 menit	
	b. Guru memberikan LKS pada peserta didik tiap kelompok dan meminta peserta didik untuk membaca	b. Peserta didik mengamati alat dan bahan percobaan		
	Menanya			
	d. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang disajikan pada LKS	d. Peserta didik mengidentifikasi masalah-masalah yang disajikan pada LKS		
e. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertukar pikiran antar anggota kelompoknya	e. Peserta didik berdiskusi bersama kelompoknya untuk menentukan hipotesis dalam			

	untuk membuat hipotesis.	permasalahan yang disajikan pada LKS
	f. Guru membimbing siswa dalam menentukan hipotesis yang relevan.	f. Peserta didik membuat hipotesis yang relevan
	Mencoba/Mengumpulkan Informasi	
	b. Guru membimbing peserta didik untuk menyusun alat percobaan sederhana dan melakukan percobaan menggunakan balon yang dipanaskan dengan api dan balon yang berisi air kemudian dipanaskan dengan api juga	b. Peserta didik menyusun alat percobaan sederhana dan mencatat data yang didapatkan pada LKS
	Menganalisis/menganalisis data atau informasi	
	c. Guru menjadi sumber informasi jika ada siswa yang bertanya dan kurang mengerti dengan percobaan yang dilakukan	c. Peserta didik bertanya jika kurang mengerti dalam percobaan
	d. Membimbing siswa dalam menganalisis data informasi yang diperoleh bersama kelompoknya.	d. Menganalisis data hasil percobaan dengan berdiskusi bersama kelompoknya.
	Mengkomunikasikan	
<i>Explanation</i> (Penjelasan)	f. Guru membimbing peserta didik untuk mengemukakan hasil percobaan tentang hukum I Termodinamika	f. Peserta didik mengemukakan hasil percobaan tentang hukum Termodinamika
	g. Guru sebagai pemandu fasilitator dalam melakukan diskusi dan tanya jawab	g. Peserta didik melakukan diskusi dengan mengajukan dan menanggapi pertanyaan
	h. Guru membimbing untuk menjelaskan materi yang belum dimengerti oleh peserta didik	h. Peserta didik bertanya tentang materi yang belum dimengerti
<i>Elaboration</i> (Penerapan)	i. Guru meminta peserta didik untuk	i. Peserta didik berdiskusi dengan

	memberikan contoh-contoh tentang hukum I Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	mengajukan dan menanggapi pertanyaan	
	j. Guru meminta peserta didik untuk menerapkan persamaan gas ideal dalam hukum Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	j. Peserta didik menerapkan persamaan hukum I Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	
Penutup			
<i>Evaluation</i> (Mengevaluasi)	e. Guru meminta peserta didik untuk merefleksi dan menyimpulkan mengenai materi tentang hukum I Termodinamika	e. Peserta didik menyimpulkan tentang hukum I Termodinamika	15 menit
	f. Guru mengevaluasi apakah ada konsep yang salah pada peserta didik	f. Peserta didik menanyakan kembali kesimpulan konsep	
<i>Extend</i> (Memperluas)	g. Guru menyampaikan persiapan untuk pertemuan berikutnya yaitu tentang hukum II Termodinamika yang saling berkaitan	g. Peserta didik memperhatikan dengan baik dan tenang	
	h. Guru mengucapkan salam dan berdoa untuk menutup pelajaran	h. Peserta didik melakukan dengan tertib dan tenang	

H. Penilaian Pembelajaran

3. Soal tes ketrampilan berfikir kritis
4. Soal tes hasil belajar

Jember, Januari 2019

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran,

Peneliti,

Suryadi, S.Pd.
NIP: 19790610 200501 1 011

Gesi Wannista
150210102012

LAMPIRAN F3. RPP KELAS EKSPERIMEN**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Sekolah	: SMAN 1 Cluring
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/semester	: XI/Genap
Pokok Bahasan	: Hukum II Termodinamika
Pertemuan Ke	: Tiga (3)
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleransi, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator**Kompetensi Dasar**

- 3.9 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika.

- 4.9 Membuat karya atau model penerapan hukum I dan II Termodinamika berikut presentasi makna fisisnya.

C. Indikator

- 4.7.5 Menjelaskan pernyataan Kelvin Planck tentang hukum II Termodinamika
- 4.7.6 Menjelaskan pernyataan Clausius tentang hukum II Termodinamika
- 4.7.7 Menganalisis aplikasi dari prinsip hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari
- 4.7.8 Mendefinisikan mesin kalor dan persamaannya

D. Tujuan

1. Melalui membaca dan tanya jawab peserta didik mampu menjelaskan pernyataan Kelvin Planck tentang hukum II Termodinamika
2. Melalui membaca dan tanya jawab peserta didik mampu menjelaskan pernyataan Clausius tentang hukum II Termodinamika
3. Melalui penugasan dan diskusi kelompok peserta didik mampu menganalisis aplikasi dari prinsip hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari
4. Melalui penugasan, diskusi kelompok dan tanya jawab peserta didik mampu mendefinisikan mesin kalor dan persamaannya

E. Materi Pembelajaran

1. Hukum II Termodinamika

Hukum I Termodinamika yang juga merupakan pernyataan Hukum Kekekalan yang menerangkan bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan. Energi hanya dapat diubah dari suatu bentuk energi ke bentuk energi lainnya. Hukum I Termodinamika tidak membatasi bagaimana perubahan energi tersebut dapat berlangsung.

Hukum II Termodinamika merupakan kesimpulan dari pengamatan yang dilakukan oleh Kelvin-Plank dan Clausius.

- a. Menurut Kelvin-Plank, tidak mungkin membuat mesin yang bekerja dalam suatu siklus, menerima kalor dari suatu reservoir, dan mengubah kalor tersebut seluruhnya menjadi usaha.
- b. Menurut Clausius, tidak mungkin membuat mesin yang bekerja dalam suatu siklus, mengambil kalor dari reservoir yang memiliki suhu rendah dan memberikannya pada reservoir yang memiliki suhu tinggi, tanpa memerlukan usaha dari luar.

Hukum II termodinamika membatasi perubahan energi yang dapat terjadi dan tidak dapat terjadi. Pembatasan ini dapat dinyatakan dengan berbagai cara, antara lain hukum II termodinamika dalam pernyataan aliran kalor: “Kalor mengalir secara spontan dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tidak mengalir secara spontan dalam arah kebalikannya”, hukum II termodinamika dalam pernyataan 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”. Pernyataan Carnot ini telah kita buktikan pada waktu kita membicarakan mesin Carnot. Setiap bahwa walaupun mesin Carnot merupakan mesin yang efisiensinya paling tinggi, mesin ini tetap tidak mampu merubah seluruh panas yang diserapnya menjadi kerja atau usaha.

a. Siklus Carnot

Carnot mengemukakan siklus ideal yang disebut siklus Carnot. Siklus Carnot terdiri dari dua proses isothermal dan dua proses adiabatik reversibel, yaitu:

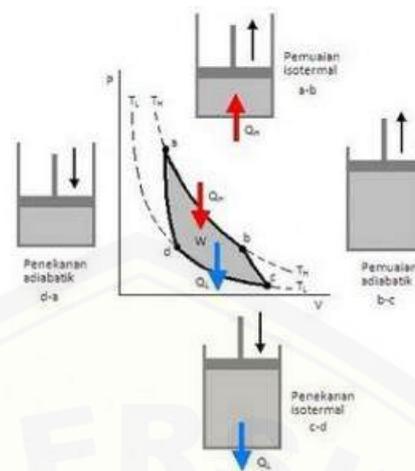
1. Sistem berupa gas ideal dalam keadaan kesetimbangan mula-mula dinatakan oleh T_p kemudian dikontakkan dengan tandon suhu T_p , gas memuai secara perlahan. Selama proses tersebut kalor yang diserap

adalah Q_p . Proses terjadi secara isothermal pada suhu T_p dan gas melakukan kerja dengan memuai.

2. Sistem diisolasi secara termis, gas memuai secara lebih perlahan. Proses terjadi secara adiabatik karena tidak ada kalor yang masuk maupun keluar sistem. Sistem melakukan kerja dan suhu turun ke T_D .
3. Sistem dikontakkan dengan tandon yang bersuhu T_D dan gas dimampatkan secara perlahan. Selama proses tersebut kalor Q_D dipindahkan dari gas ke tandon. Pemantapan terjadi secara isothermal pada T_D dan kerja dilakukan pada gas.
4. Sistem diisolasi secara termis dan dimampatkan secara perlahan ke keadaan awal. Pemantapan terjadi secara adiabatik, kerja dilakukan pada gas dan suhu naik ke T_D .

Mesin real tidak pernah dapat mempunyai efisiensi setinggi ini karena kehilangan disebabkan gesekan dan sebagainya. Mesin real yang baik didesain untuk mencapai 60% hingga 80% efisiensi Carnot. Mesin kalor bekerja dalam satu siklus, dan siklus untuk mesin Carnot mulai dari titik a pada diagram PV:

- a. Gas mula-mula dikembangkan secara isothermal, dengan penambahan kalor Q_H , sepanjang lintasan ab pada suhu T_H .
- b. Berikut pengembangan secara adiabatik dari b ke c tidak ada kalor bertukar, tetapi suhu turun ke T_L .
- c. Gas kemudian dimampatkan pada suhu konstan T_L , lintasan c ke d, dan kalor Q_L dikeluarkan.
- d. Akhirnya gas dimampatkan secara adiabatik, lintasan da, kembali ke keadaan semula.



Gambar 2.6 Siklus Carnot (source: <https://www.google.co.id/>)

Pada temperatur normal, mesin yang memiliki efisiensi 100% tidak mungkin ada. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kelvin-Planck tentang Hukum kedua termodinamika yang menyatakan bahwa “Tidak ada alat yang dapat mengubah sejumlah kalor yang diberikan secara sempurna kedalam kerja“. Contohnya, jika mesin kapal tidak membutuhkan penampungan air bersuhu rendah untuk menghabiskan kalor yang masuk, kapal dapat berlayar menyebrangi lautan menggunakan sumber energi internal air laut yang sangat banyak. (Giancoli, 2001:531).

F. Model dan Metode Pembelajaran

Pendekatan : Kontekstual
 Model : *Learning Cycle 7E*
 Metode : Penugasan, eksperimen, diskusi, presentasi, dan Tanya jawab.

G. Media, Alat, dan Sumber Belajar

Media : Papan tulis, LCD, *powerpoint*.
 Alat dan bahah Percoban : Balon, soda, botol aqua, air cuka, papan, kapur tulis /spidol, buku, alat tulis.
 Sumber belajar : Buku paket fisika kelas XI SMA, LKS

H. Kegiatan Pembelajaran

Sintaks Model	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Alokasi Waktu
Pendahuluan			
<i>Engagement</i> (Pembangkitan Minat)	m. Guru memasuki kelas dan mengucapkan salam	m. Peserta didik menjawab salam dari guru	10 menit
	n. Guru mengkondisikan kelas untuk bisa memulai pembelajaran dengan tertib dan tenang, kemudian berdoa dilanjutkan memeriksa kehadiran siswa	n. Peserta didik memperhatikan dan duduk dengan tertib untuk berdoa	
	o. Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik sebagai apersepsi tentang materi hukum I Termodinamika yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya kaitannya dengan materi hukum II Termodinamika yang akan dipelajari	o. Peserta didik menjawab pertanyaan dari guru	
	p. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik dengan menampilkan gambar tentang contoh hukum I Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari dengan “Apakah anak-anak pernah meniup balon? Tetapi kali ini balon tidak perlu ditiup sudah bisa menggelembung sendiri, mengapa demikian? Apa yang membuat balon bisa menggelembung seperti itu?”	p. Peserta didik memperhatikan dan menanggapi penjelasan dari guru	
<i>Elicit</i> (Mendatangkan Pengetahuan Awal)	q. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	q. Peserta didik memperhatikan	

	yaitu terkait dengan sub pokok hukum II Termodinamika r. Guru meminta peserta didik untuk duduk sesuai dengan kelompoknya	penjelasan dari guru r. Peserta didik mulai duduk membentuk kelompok dengan tertib	
Kegiatan Inti			
<i>Exploration</i> (Eksplorasi)	Mengamati		60 menit
	c. Guru memberikan LKS pada peserta didik tiap kelompok dan meminta peserta didik untuk membaca	c. Peserta didik mengamati alat dan bahan percobaan	
	Menanya		
	g. Guru membimbing peserta didik untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang disajikan pada LKS	g. Peserta didik mengidentifikasi masalah-masalah yang disajikan pada LKS	
	h. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertukar pikiran antar anggota kelompoknya untuk membuat hipotesis.	h. Peserta didik berdiskusi bersama kelompoknya untuk menentukan hipotesis dalam permasalahan yang disajikan pada LKS	
	i. Guru membimbing siswa dalam menentukan hipotesis yang relevan.	i. Peserta didik membuat hipotesis yang relevan	
	Mencoba/Mengumpulkan Informasi		
	c. Guru membimbing peserta didik untuk menyusun alat percobaan sederhana dan melakukan percobaan tentang hukum II Termodinamika	c. Peserta didik menyusun alat percobaan sederhana dan mencatat data yang didapatkan pada LKS	
	Mengasosiasi/menganalisis data atau informasi		
	e. Guru menjadi sumber informasi jika ada siswa yang bertanya dan kurang mengerti dengan percobaan yang dilakukan	e. Peserta didik bertanya jika kurang mengerti dalam percobaan	
f. Membimbing siswa dalam menganalisis	f. Menganalisis data hasil percobaan		

	data informasi yang diperoleh bersama kelompoknya.	dengan berdiskusi bersama kelompoknya.	
<i>Explanation</i> (Penjelasan)	Mengkomunikasikan		
	k. Guru membimbing peserta didik untuk mengemukakan hasil percobaan tentang hukum II Termodinamika	k. Peserta didik mengemukakan hasil percobaan tentang hukum II Termodinamika	
	l. Guru sebagai pemandu fasilitator dalam melakukan diskusi dan tanya jawab	l. Peserta didik melakukan diskusi dengan mengajukan dan menanggapi pertanyaan	
	m. Guru membimbing untuk menjelaskan materi yang belum dimengerti oleh peserta didik	m. Peserta didik bertanya tentang materi yang belum dimengerti	
<i>Elaboration</i> (Penerapan)	n. Guru meminta peserta didik untuk memberikan contoh-contoh tentang hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	n. Peserta didik berdiskusi dengan mengajukan dan menanggapi pertanyaan	
	o. Guru meminta peserta didik untuk menerapkan persamaan hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	o. Peserta didik menerapkan persamaan hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	
Penutup			
<i>Evaluation</i> (Mengevaluasi)	i. Guru meminta peserta didik untuk merefleksi dan menyimpulkan mengenai materi tentang hukum II Termodinamika	i. Peserta didik menyimpulkan tentang hukum II Termodinamika	15 menit
	j. Guru mengevaluasi apakah ada konsep yang salah pada peserta didik	j. Peserta didik menanyakan kembali kesimpulan konsep hukum II Termodinamika	
<i>Extend</i> (Memperluas)	k. Guru menyampaikan persiapan untuk pertemuan berikutnya yaitu tentang gelombang mekanik	k. Peserta didik memperhatikan dengan baik dan tenang	

	1. Guru mengucapkan salam dan berdoa untuk menutup pelajaran	1. Peserta didik melakukan dengan tertib dan tenang	
--	--	---	--

I. Penilaian Pembelajaran

- a. Soal tes ketrampilan berfikir kritis
- b. Soal tes hasil belajar

Jember, Januari 2019

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran,

Peneliti,

Suryadi, S.Pd.
NIP: 19790610 200501 1 011

Gesi Wanrista
150210102012

LAMPIRAN G1. LEMBAR KERJA SISWA 1

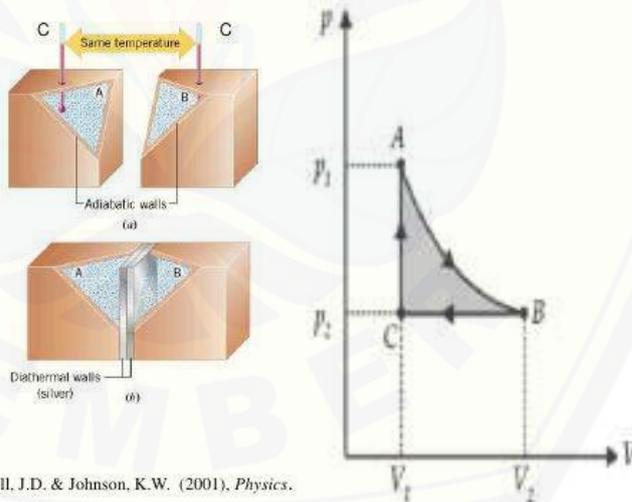
Lembar Kerja Siswa

01

(LKS 01)

Fisika Kelas XI

Hukum I Termodinamika



Hari/tanggal :

Kelompok :

Anggota kelompok:

1.
2.
3.

Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan peserta didik mampu:

1. Menjelaskan Hukum I Termodinamika
2. Memberikan contoh aplikasi hukum I Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari



ENGAGEMENT

1 PENDAHULUAN

Termodinamika merupakan salah satu cabang ilmu Fisika yang memusatkan perhatian pada energi (terutama energi panas) dan transformasinya. Transformasi energi pada termodinamika berlandaskan pada dua hukum, yaitu hukum pertama termodinamika yang merupakan pernyataan lain dari hukum kekekalan energi dan hukum kedua termodinamika yang memberi batasan apakah suatu proses dapat berlangsung atau tidak.

Sistem adalah suatu benda atau keadaan yang menjadi pusat perhatian kita. Sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem yang dapat mempengaruhi keadaan sistem secara langsung. Berdasarkan batas antara sistem dengan lingkungan, sistem termodinamika dapat dibedakan menjadi tiga yaitu sistem tertutup, sistem terbuka, dan sistem terisolasi. Apabila antara sistem dan lingkungan memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi, maka sistemnya disebut sistem terbuka. Jika hanya terbatas pada pertukaran energi, maka disebut sistem tertutup. Sedangkan jika pertukaran

materi maupun energi tidak mungkin terjadi, maka disebut dengan sistem terisolasi.

Pernahkah kamu memanaskan air? Apa yang akan terjadi pada air tersebut jika lama kelamaan dipanaskan? Air tersebut akan berubah menjadi uap air. Selanjutnya, jika dalam memanaskan air tersebut diletakkan sebuah balon yang terikat kuat dengan botol atau labu erlenmeyer, apa yang akan terjadi dengan balon tersebut? Bagaimana keadaan balon sebelum dan sesudah ditambahkan kalor oleh lingkungan? Untuk menjawab pertanyaan ini, mari lakukan percobaan berikut!



ELICIT

2

MERUMUSKAN MASALAH

Rumusan masalah yang sesuai dengan pendahuluan di atas adalah:
(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *Elementary clarification* (memberikan penjelasan dasar) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu menganalisis argumen.

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

MENYUSUN HIPOTESIS

Hipotesis yang sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat adalah:

(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *Elementary clarification* (memberikan penjelasan) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu menganalisis.....



.....

.....

.....

.....

3 MENGUMPULKAN DATA

(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *The basic for the decision* (menentukan dasar pengambilan keputusan) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu melakukan observasi dan mempertimbangkan hasil observasi, *Inverence* (inferen) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi).

1. Alat dan Bahan

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| a. Air | : 100 mL |
| b. Balon | : 1 buah |
| c. Korek Api | : 1 buah |
| d. Labu erlenmeyer dan spirtus | : 1 buah (250 mL) |
| e. Bunsen | : 1 buah |
| f. Kaki tiga | : 1 buah |
| g. Kasa asbes | : 1 buah |

2. Langkah-langkah Percobaan

- a. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan.



Labu erlenmeyer



Kasa asbes



Kaki tiga



Bunsen

- b. Masukkan air sebanyak 100 mL kedalam labu erlenmeyer, kemudian letakkan balon di atas labu erlenmeyer. Pastikan balon tersebut terikat kuat dengan labu erlenmeyer agar udara (gas) tidak dapat menerobos keluar.
- c. Letakkan labu erlenmeyer di atas kaki tiga yang sebelumnya sudah dilapisi kasa asbes.
- d. Nyalakan bunsen dengan menggunakan korek api dan letakkan di bawah kaki tiga.
- e. Amati keadaan yang terjadi pada balon tersebut.
- f. Catatlah hasil pengamatanmu dalam tabel.

3. Tabel Pengamatan

Benda	Perlakuan	Hasil Pengamatan

4. Analisis Data

Setelah melakukan percobaan, jawablah pertanyaan di bawah ini:

Sebutkan variabel-variabel yang terdapat pada percobaan!

(1) Variabel yang dijaga konstan (variabel kontrol)

.....
.....

(2) Variabel yang dimanipulasi (variabel bebas)

.....
.....

(3) Variabel terikat

.....
.....

EKSPLANATION

4

PENJELASAN



Presentasikan hasil diskusi kelompokmu di depan kelas!

ELABORATION

5

PENERAPAN

(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *Advanced clarification* (memberikan penjelasan lebih lanjut) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu mengidentifikasi asumsi-asumsi, *Strategies and tactics* (mengatur strategi dan taktik) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu menentukan suatu tindakan).

- a. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, maka jawablah pertanyaan di bawah ini:

(1) Apakah yang dimaksud dengan sistem? Apa yang berperan sebagai sistem?

.....

(2) Apa yang dimaksud dengan lingkungan? Apa yang berperan sebagai lingkungan?

.....

- b. Setelah melakukan percobaan, apa yang terjadi pada balon sebelum dan sesudah ditambahkan panas? Apa yang menyebabkan hal tersebut terjadi?

.....

- c. Apa keterkaitan percobaan ini dengan hukum I Termodinamika?

Jawab:

Keterkaitan antara percobaan yang dilakukan dengan hukum I Termodinamika yaitu "Jumlah kalor Q yang diserap oleh gas sama dengan yang dilakukan oleh gas dan penambahan

Jika dituliskan dalam persamaan matematis yaitu:

$$\text{.....} = \text{.....} + \text{.....}$$

Dengan:

..... = kalor (J)

..... = usaha (J)

..... = kenaikan energi dalam (J)

- d. Air panas yang disimpan dalam termos tertutup akan tetap panas atau mempertahankan suhu panasnya. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Termasuk contoh jenis sistem terbuka, tertutup atau terisolasi dalam hukum Termodinamika? Jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

e. Apakah hipotesis yang sudah dirumuskan sebelumnya dapat diterima atau tidak?

.....

.....

.....



6 MENYIMPULKAN

Setelah kalian melakukan percobaan, jelaskan hasil percobaan yang kalian peroleh (kesimpulan dari percobaan)!

(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *Strategies and tactics* (mengatur strategi dan taktik) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu menentukan suatu tindakan).

.....



7 MEMPERLUAS

a. Disebut persamaan apa yang mengaitkan hubungan antara hukum I Termodinamika dengan hukum II Termodinamika?
 Kenyataannya bahwa persamaan berlaku untuk perubahan dan perubahan tak
 Jelaskan perubahan dan perubahan tak!

.....

b. Sebutkan dua contoh dari masing-masing penerapan hukum I Termodinamika dan hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari yang ada disekitar kalian!

.....

LAMPIRAN G2. LEMBAR KERJA SISWA 2

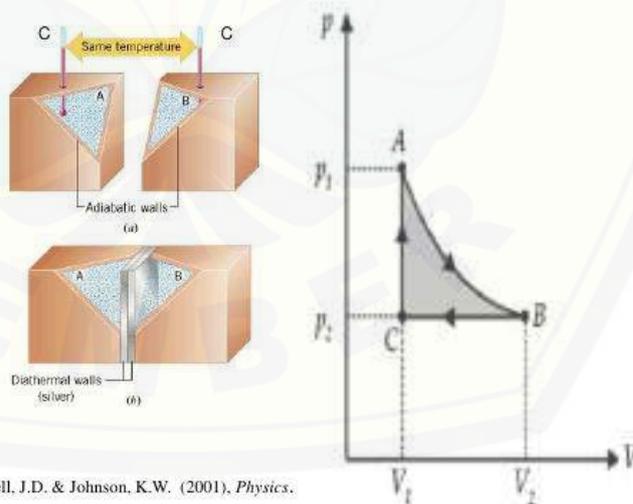
Lembar Kerja Siswa

02

(LKS 02)

Fisika Kelas XI

Hukum II Termodinamika



Cutnell, J.D. & Johnson, K.W. (2001), *Physics*.

Hari/tanggal :

Kelompok :

Anggota kelompok:

- 7.
- 8.
- 9.

Tujuan

Setelah melakukan percobaan ini diharapkan peserta didik mampu:

3. Mendefinisikan Hukum II Termodinamika
4. Menghitung efisiensi pada siklus Carnot
5. Menggambar grafik hubungan P dan V yang terjadi pada siklus Carnot
6. Menganalisis grafik hubungan P dan V yang terjadi pada siklus Carnot



ENGAGEMENT

1 PENDAHULUAN

Termodinamika merupakan salah satu cabang ilmu Fisika yang memusatkan perhatian pada energi (terutama energi panas) dan transformasinya. Transformasi energi pada termodinamika berlandaskan pada dua hukum, yaitu hukum pertama termodinamika yang merupakan pernyataan lain dari hukum kekekalan energi dan hukum kedua termodinamika yang memberi batasan apakah suatu proses dapat berlangsung atau tidak.



Pernahkah kalian melihat alat seperti pada gambar diatas? Alat apakah pada gambar diatas? Bagaimana cara kerja dari alat tersebut? Gambar diatas adalah mesin uap. Mesin uap bekerja karena perubahan

tekanan dan volume sejumlah kecil air bermassa tetap. Air dari pengembun melalui ketel uap masuk ke kamar pemuai dan kembali ke pengembun. Air dalam pengembun bertekanan kurang dari tekanan atmosfer dan bertemperatur kurang dari titik didih normal. Dengan memakai pompa air dimasukkan dalam ketel yang bertekanan dan temperaturnya lebih tinggi. Di dalam ketel mula-mula air dipanaskan sampai mencapai titik didihnya, kemudian kedua proses ini diuapkan kira-kira pada tekanan yang tetap. Selanjutnya uap yang sangat panas pada tekanan yang sama, dibiarkan mengalir ke dalam silinder. Dalam hal ini uap memuai dengan proses yang mendekati proses adiabatik untuk mendorong piston. Proses ini berlangsung sampai tekanan dan temperaturnya menurun mendekati tekanan dan temperatur turbin di dalam pengembun. Akhirnya, uap mengembun menjadi air dengan tekanan dan temperatur semula. Maka siklus sudah lengkap atau kembali ke awal.

Mesin uap merupakan salah satu contoh penerapan mesin Carnot. Mesin Carnot terdiri dari empat proses yang dilakukan dalam satu siklus, yaitu dua proses adiabatik dan dua proses isothermal. Proses adiabatik ini dibagi menjadi dua yaitu ekspansi adiabatik dan kompresi adiabatik. Proses isothermal juga dibagi menjadi dua yaitu ekspansi isothermal dan kompresi isothermal.

Setelah mengetahui empat proses termodinamika yang dilakukan dalam satu siklus Carnot di atas, bagaimana nilai P , V dan T pada proses ekspansi isothermal? Bagaimana nilai P , V dan T pada proses ekspansi adiabatik? Bagaimana nilai P , V dan T pada proses kompresi isothermal? Bagaimana nilai P , V dan T pada proses kompresi adiabatik?



ELICIT

2

MERUMUSKAN MASALAH

Rumusan masalah yang sesuai dengan pendahuluan di atas adalah:

(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *Elementary clarification* (memberikan penjelasan dasar) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu menganalisis argumen.

- 1)
....
- 2)
.....
.....
- 3)
.....
.....
- 4)
.....
.....

MENYUSUN HIPOTESIS

Hipotesis yang sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat adalah:

(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *Elementary clarification* (memberikan penjelasan dasar) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu menganalisis argumen.

- 1)
.....
.....

- 2)
-
- 3)
-
- 4)
-



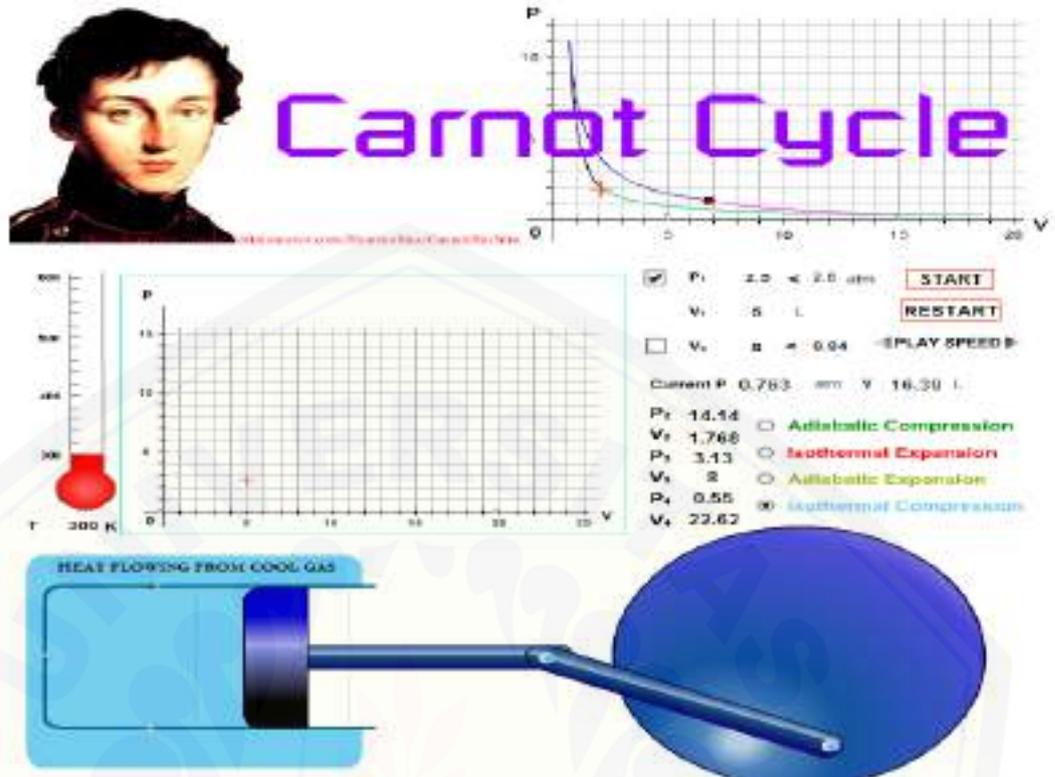
EXPLORATION

3 MENGUMPULKAN DATA

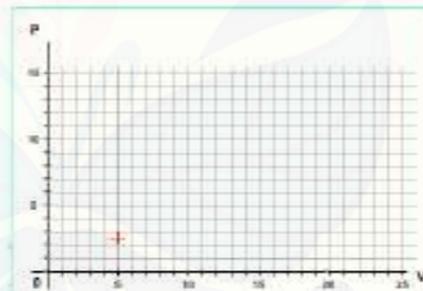
(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *The basic for the decision* (menentukan dasar pengambilan keputusan) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu melakukan observasi dan mempertimbangkan hasil observasi, *Inverence* (inferen) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu membuat induksi dan mempertimbangkan hasil induksi).

5. Alat dan Bahan

Simulasi Carnot Cycle yang dapat diakses pada laman http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/carnot.htm



Keterangan:



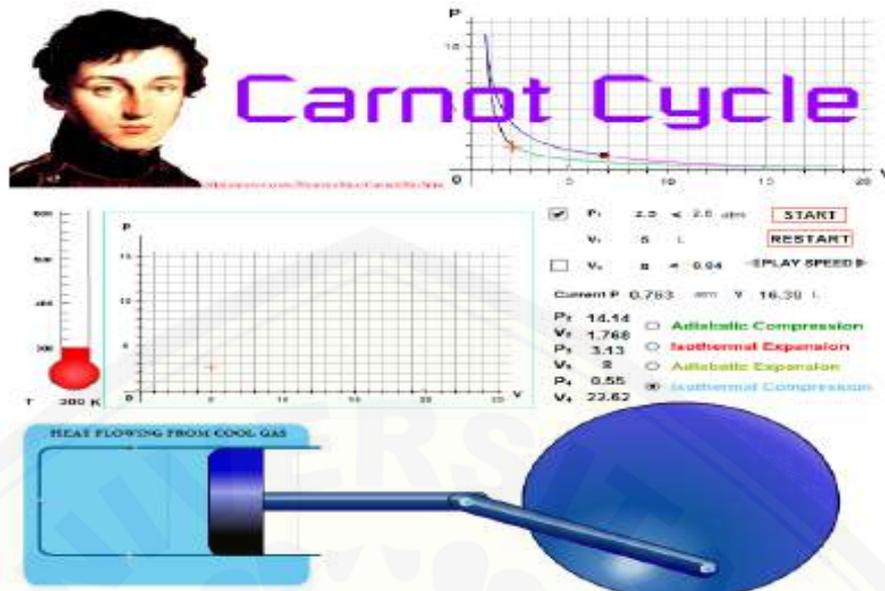
- Adiabatic Compression
- Isothermal Expansion
- Adiabatic Expansion
- Isothermal Compression

6. Langkah-langkah Percobaan

g. Nyalakan laptop, kemudian buka simulasi Carnot Cycle yang dapat diakses pada laman

[http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/carnot.](http://galileoandstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/carnot.htm)

htm seperti gambar dibawah:



- h. Klik *start* untuk menjalankan simulasi ini. Catat nilai P dan V yang berubah-ubah dibawah *play speed*. Tulis pada tabel pengamatan.
- i. Untuk mengubah nilai P1 dan V1 langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah:
 - 1) Gerakkan kursor ke bagian kiri bawah grafik. Klik untuk mengatur nilai P1 dan V1.
 - 2) Periksa V3 dan pindahkan kursor ke grafik dan tetapkan nilai untuk V3. V3 harus lebih besar dari V1.
 - 3) Setelah mengatur nilai, klik Start.
 - 4) Klik restart untuk mengatur nilai yang berbeda untuk P1, V1, dan V3.
- d. Tuliskan hasil pengukuran pada tabel pengamatan 1.
- e. Ulangi langkah c dengan nilai P1 dan V1 yang berbeda-beda pada percobaan kedua.
- f. Tuliskan hasil pengukuran pada tabel pengamatan 2.

7. Tabel Pengamatan

a. Tabel Pengamatan 1

$P_1 = \dots\dots \text{N/m}^2 ;$	$V_1 = \dots\dots \text{m}^3$	$T_L =$
$P_2 = \dots\dots \text{N/m}^2 ;$	$V_2 = \dots\dots \text{m}^3$	$T_H =$
$P_3 = \dots\dots \text{N/m}^2 ;$	$V_3 = \dots\dots \text{m}^3$	

$P_4 = \dots\dots \text{N/m}^2$; $V_4 = \dots\dots \text{m}^3$

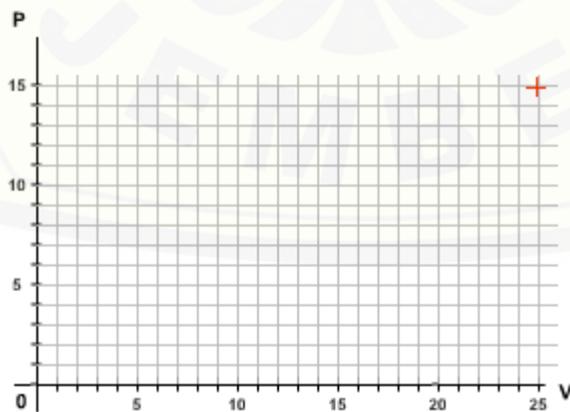
P (N/m²)	V (m³)	Proses
1.		
2.		
3.		
4.		
1.		
2.		
3.		
4.		
1.		
2.		
3.		
4.		
1.		
2.		
3.		
4.		

4. Analisis Data

Setelah melakukan percobaan, jawablah pertanyaan dibawah ini!

- a. Dari data yang diperoleh, gambarkan grafik hubungan antara P dan V yang terjadi pada siklus Carnot. Berikan pula keterangan proses termodinamika yang terjadi disamping grafik.

Percobaan 1



Grafik 1. hubungan antara P dan V

- b. Berdasarkan grafik di atas, ada empat proses yang terjadi pada siklus Carnot yaitu,,, dan
- c. Jelaskan masing-masing proses yang terjadi pada siklus Carnot tersebut!
- (1) adalah proses yang terjadi pada keadaan ke keadaan Selama proses ini, tekanan pada sistem akan..... hal ini terlihat dari tekanan/gerakan piston yang dari dasar piston. Selain itu, temperatur sistem pada proses ini, namun volume sistem sehingga pada keadaan ke keadaan, gas menyerap kalor (Q_1) dari reservoir suhu tinggi.
- (2) adalah proses yang terjadi pada keadaan ke keadaan Selama proses ini, tidak ada kalor yang keluar atau masuk ke dalam sistem ($Q = 0$). Tekanan pada sistem akan..... hal ini terlihat dari tekanan/gerakan piston yang dari dasar piston. Selain itu, temperatur sistem pada proses ini akan, dan volume sistem
- (3) adalah proses yang terjadi pada keadaan ke keadaan Selama proses ini, tekanan pada sistem akan..... hal ini terlihat dari tekanan/gerakan piston yang dari dasar piston. Selain itu, temperatur sistem pada proses ini, namun volume sistem sehingga pada keadaan ke keadaan, gas melepas kalor (Q_2) dari reservoir suhu rendah.
- (4) adalah proses yang terjadi pada keadaan ke keadaan Selama proses ini, tidak ada kalor yang keluar atau masuk ke dalam sistem ($Q = 0$). Tekanan pada sistem akan..... hal ini terlihat dari tekanan/gerakan piston yang dari dasar piston. Selain itu, temperatur sistem pada proses ini akan, dan volume sistem
- d. Secara umum, persamaan untuk menentukan efisiensi mesin Carnot adalah:

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

Keterangan:

η = efisiensi mesin Carnot (%)

T_L = suhu rendah (K)

T_H = suhu tinggi (K)

Jadi, berdasarkan percobaan diatas, diperoleh efisiensi mesin Carnot adalah

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} = \dots\dots\dots$$

- e. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi mesin Carnot diatas, terlihat bahwa mesin yang memiliki efisiensi 100% tidak mungkin ada. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kelvin-Planck tentang Hukum kedua termodinamika yang menyatakan bahwa “Tidak ada alat yang dapat mengubah sejumlah yang diberikan secara sempurna ke dalam”.

EKSPLANATION

4

DENJELASAN



Presentasikan hasil diskusi kelompokmu di depan kelas!

ELABORATION

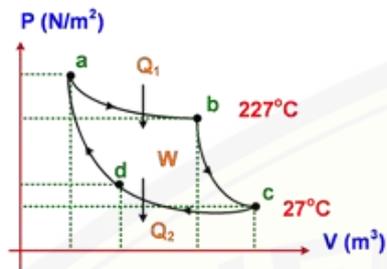
5

PENERAPAN

(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *Advanced clarification* (memberikan penjelasan lebih lanjut) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu mengidentifikasi asumsi-asumsi, *Strategies and tactics* (mengatur strategi dan taktik) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu menentukan suatu tindakan).

f. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, maka jawablah pertanyaan di bawah ini:

Perhatikan gambar berikut ini!



Jika kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 joule, tentukan:

- (3) Efisiensi mesin Carnot
- (4) Usaha yang dilakukan mesin Carnot
- (5) Perbandingan kalor yang dibuang pada suhu rendah dengan usaha yang dilakukan mesin Carnot
- (6) Jenis proses ab, bc, cd dan da serta uraikan secara singkat masing-masing proses tersebut.

Jawab:

.....

....

.....

....

g. Menguji hipotesis:

Apakah hipotesis yang sudah dirumuskan sebelumnya dapat diterima atau tidak?

- 1)
- ...
- 2)
- ...
- 3)
-

- 4)
-

EVALUATION

6 MENYIMPULKAN

Kesimpulan dari percobaan ini adalah:

Apakah hipotesis yang sudah dirumuskan sebelumnya dapat diterima atau tidak?

(Pada langkah ini peserta didik dilatih untuk berpikir kritis dengan indikator berpikir kritis yaitu *Strategies and tactics* (mengatur strategi dan taktik) berupa sub indikator berpikir kritis yaitu menentukan suatu tindakan).

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

EXTEND

7 MEMPERLUAS

Sebutkan dua contoh dari masing-masing penerapan hukum II Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari yang ada disekitar kalian! (beserta rumusnya).

.....

.....

LAMPIRAN H. KISI-KISI SOAL *PRE-TEST* DAN *POST-TEST*

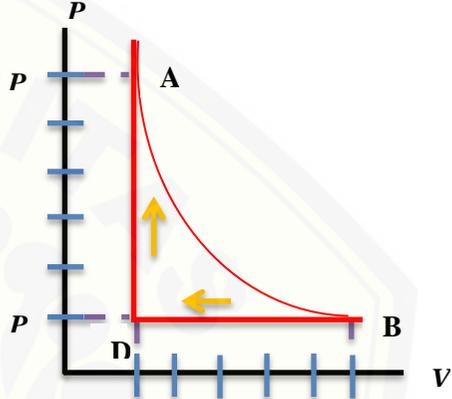
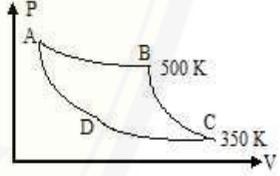
H.1 Kisi-kisi Soal *Pre-test* Ketrampilan Berpikir Kritis

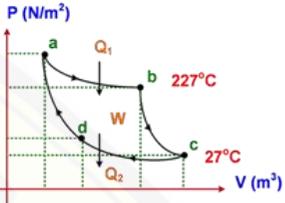
KISI – KISI SOAL KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS MATERI TERMODINAMIKA

Satuan pendidikan : SMA Negeri 1 Cluring
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas : XI
 Alokasi Waktu : 45 menit
 Jumlah Soal : 5
 Jenis Soal : Uraian

NO.	Kompetensi Dasar	Indikator Ketrampilan Berfikir Kritis	Indikator Pembelajaran	Butir Soal	Klasifikasi
1	3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal deal dengan menerapkan Hukum Termodinamika.	<i>The basic for the decision</i> (menentukan dasar pengambilan keputusa)	3.7.1 Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan	1. Dalam sebuah tabung dimasukkan air, gas H ₂ , O ₂ , N ₂ dan ditutup dengan bola yang dimasukkan pada pangkal tabung diamati siswa. Kemudian tabung tersebut dipanaskan menggunakan lilin sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung tabung. Berdasarkan penjelasan di atas, maka: a). Apa sajakah yang berperan sebagai sistem? Apakah yang dimaksud dengan sistem? b). Apa sajakah yang berperan sebagai lingkungan? Apakah yang dimaksud dengan	C4

				lingkungan? c). Apakah fungsi dari tabung tersebut? (Soal UIN, 2016:148)	
2		<i>Elementary clarification</i> (memberikan klarifikasi dasar)	3.7.2 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	2. Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Jika gas ideal dimampatkan secara isokhorik sampai suhunya menjadi 3 kali suhu awal. Apa yang terjadi pada tekanan dan volumenya? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu! (Soal UIN, 2016:161)	C4
3		<i>Inference</i> (menarik kesimpulan)	3.7.3 Menganalisis proses termodinamika (isothermal, isokhorik, isobarik, adiabatik)	3. Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. Proses ini direpresentasikan pada gambar (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperatur turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan temperatur dibiarkan naik (garis DA) sampai temperatur mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). pertanyaannya (a) Proses apakah yang terjadi pada proses BDA ? dan (b) Hitunglah total usaha yang dilakukan oleh proses tersebut !	C4

				 <p style="text-align: center;">Gambar (i) (Soal Giancoli, 2001:523)</p>	
4		<p><i>Advanced clarification</i> (memberikan penjelasan lanjut)</p>	<p>3.7.8 Menghitung efisiensi mesin Carnot</p>	<p>4. Perhatikan grafik siklus carnot ABCDA di bawah ini:</p>  <p>Berdasarkan data pada grafik, efisiensi mesin carnot tersebut adalah (SOAL UN 2013)</p>	C4

5		<p><i>Strategies and tactics</i> (mengatur strategi dan taktik)</p>	<p>3.7.10 Menganalisis proses termodinamika yang terjadi pada mesin Carnot</p>	<p>5. Perhatikan gambar berikut ini:</p>  <p>Jika kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 joule, tentukan efisiensi mesin Carnot dan usaha yang dilakukan mesin carnot! (SOAL UN 2006)</p>	C5
---	--	---	--	---	----

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

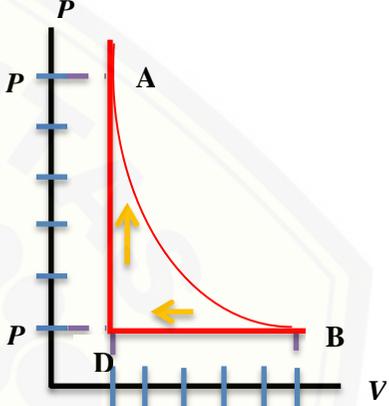
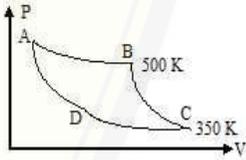
LAMPIRAN H.2 KISI-KISI SOAL *POST-TEST* KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS

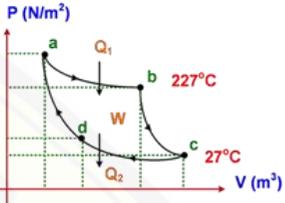
KISI – KISI SOAL KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS MATERI TERMODINAMIKA

Satuan pendidikan : SMA Negeri 1 Cluring
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas : XI
 Alokasi Waktu : 45 menit
 Jumlah Soal : 5
 Jenis Soal : Uraian

NO.	Kompetensi Dasar	Indikator Ketrampilan Berfikir Kritis	Indikator Pembelajaran	Butir Soal	Klasifikasi
1	3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal deal dengan menerapkan Hukum Termodinamika.	<i>The basic for the decision</i> (menentukan dasar pengambilan keputusa)	3.7.1 Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan	1. Dalam sebuah tabung dimasukkan air, gas H ₂ , O ₂ , N ₂ dan ditutup dengan bola yang dimasukkan pada pangkal tabung diamati siswa. Kemudian tabung tersebut dipanaskan menggunakan lilin sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung tabung. Berdasarkan penjelasan di atas, maka: a). Apa sajakah yang berperan sebagai sistem? Apakah yang dimaksud dengan sistem? b). Apa sajakah yang berperan sebagai lingkungan? Apakah yang dimaksud dengan lingkungan? c). Apakah fungsi dari tabung tersebut?	C4

				(Soal UIN, 2016:148)	
2		<i>Elementary clarification</i> (memberikan klarifikasi dasar)	3.7.2 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	2. Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Jika gas ideal dimampatkan secara isokhorik sampai suhunya menjadi 3 kali suhu awal. Apa yang terjadi pada tekanan dan volumenya? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu! (Soal UIN, 2016:161)	C4
3		<i>Inference</i> (menarik kesimpulan)	3.7.3 Menganalisis proses termodinamika (isothermal, isokhorik, isobarik, adiabatik)	3. Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. Proses ini direpresentasikan pada gambar (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperatur turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan temperatur dibiarkan naik (garis DA) sampai temperatur mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). pertanyaannya (a) Berapakah total usaha yang dilakukan oleh gas dalam proses tersebut? dan (b) Berapakah total kalor yang mengalir keluar dari gas untuk keseluruhan proses BDA!	C5

				 <p>Gambar (i)</p> <p>(Soal Giancoli, 2001:523)</p>	
4	<i>Advanced clarification</i> (memberikan penjelasan lanjut)	3.7.8 Menghitung efisiensi mesin Carnot	4. Perhatikan grafik siklus carnot ABCDA di bawah ini:	 <p>Berdasarkan data pada grafik, efisiensi mesin carnot sebesar 30%. Jika kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 J. Tentukan usaha yang dilakukan oleh mesin carnot tersebut! (SOAL UN 2013)</p>	C4

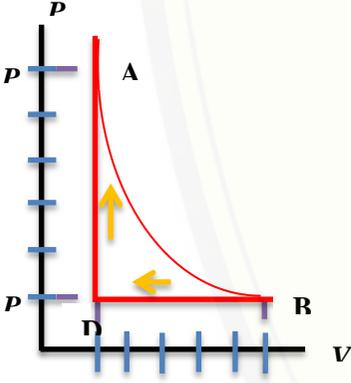
5		<p><i>Strategies and tactics</i> (mengatur strategi dan taktik)</p>	<p>3.7.10 Menganalisis proses termodinamika yang terjadi pada mesin Carnot</p>	<p>5. Perhatikan gambar berikut ini:</p>  <p>Jika efisiensi mesin Carnot sebesar 40% dan kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 joule, tentukan usaha yang dilakukan mesin Carnot dan jenis proses ab, bc, cd dan da (serta uraikan secara singkat masing-masing proses tersebut). (SOAL UN 2006)</p>	C5
---	--	---	--	--	----

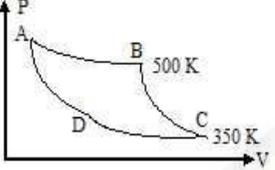
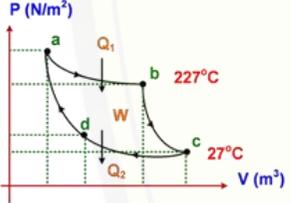
$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

PEDOMAN PENSKORAN

NO.	Soal	Kunci Jawaban	Skor Maksimal	Skor	Kriteria
1.	<p>Dalam sebuah tabung dimasukkan air, gas H₂, O₂, N₂ dan ditutup dengan bola yang dimasukkan pada pangkal tabung diamati siswa. Kemudian tabung tersebut dipanaskan menggunakan lilin sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung tabung. Berdasarkan penjelasan di atas, maka:</p> <p>a). Apa sajakah yang berperan sebagai sistem? Apakah yang dimaksud dengan sistem?</p> <p>b). Apa sajakah yang berperan sebagai lingkungan? Apakah yang dimaksud dengan lingkungan?</p> <p>c). Apakah fungsi dari tabung tersebut?</p>	<p>a) Yang berperan sebagai sistem adalah air, gas H₂, O₂, N₂. Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi objek pengamatan (penelitian) atau sekumpulan benda yang hendak diteliti.</p> <p>b) Yang berperan sebagai lingkungan adalah lilin dan bola. Lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem atau segala sesuatu yang mempengaruhi sistem.</p> <p>c) Tabung berfungsi sebagai dinding pembatas antara sistem dan lingkungan.</p>	4	0	Jika tidak menuliskan jawaban
				1	Jika menjawab dan menyebutkan, namun semuanya salah
				2	Jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan
				3	Jika menjawab, menjelaskan hanya dua macam dengan benar
				4	Jika menjawab, menjelaskan semua dengan benar
2.	<p>Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan</p>	<p>Yang terjadi pada tekanan adalah menjadi tiga kali semula, dengan volumenya tetap (isokhorik) dan tekanan sebanding</p>	4	0	Jika tidak menuliskan jawaban
				1	Jika menjawab dan

	<p>sebuah tabung berisi gas ideal. Jika gas ideal dimampatkan secara isokhorik sampai suhunya menjadi 3 kali suhu awal. Apa yang terjadi pada tekanan dan volumenya? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!</p>	<p>dengan suhu. Penjelasan ilmiah: (tekanan sebanding dengan suhu) Diketahui: $P_1 = P_1$ $T_2 = 3T_1$ $V_1 = V_2 = V \text{ (Isokhorik)}$ Ditanya: P_2? Penyelesaian: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{3T_1}$ $P_2 = 3P_1$ Kemudian dengan tidak adanya perubahan volume ($V = 0$) maka usaha akan bernilai nol: $W = p\Delta V$ $W = p(0)$ $W = 0$ Usaha akan sama dengan nol, maka sistem tidak melakukan usaha.</p>			<p>menjelaskan, namun semuanya salah</p> <p>2 Jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan</p> <p>3 Jika menjawab semua dengan benar, namun penjelasan kurang lengkap</p> <p>4 Jika menjawab, menjelaskan semua dengan benar</p>
3.	<p>Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. Proses ini direpresentasikan pada gambar (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan</p>	<p>Diketahui :</p> $p = 5,0 \text{ atm} = 5 \left(1,01 \times \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} \right)$ $= 5,05 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ $V_1 = 20 \text{ L} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_2 = 0,5 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	4	0	<p>Jika tidak menuliskan jawaban</p> <p>1 menjelaskan, namun semuanya salah</p> <p>2 Jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan</p>

	<p>temperatur turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan temperatur dibiarkan naik (garis DA) sampai temperatur mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). pertanyaannya (a) Proses apakah yang terjadi pada proses BDA ? dan (b) Hitunglah total usaha yang dilakukan oleh proses tersebut !</p> 	<p>Ditanya : Proses pada BDA dan total usaha yang dilakukan oleh gas dalam proses BDA? Jawab : Proses yang terjadi pada BD adalah isobarik. Dapat dilihat dari grafik proses yang terjadi yaitu pada tekanan tetap. Sedangkan pada proses DA adalah isokhorik. Dapat dilihat dari grafik proses yang terjadi yaitu pada volume konstan. Sepanjang proses BD, maka usaha yang dilakukan adalah : $W = P \Delta V = P (V_2 - V_1)$ $= 5,05 \times 10^5 (5 \times 10^{-3} - 20 \times 10^{-3})$ $= 5,05 \times 10^5 (-15 \times 10^{-3})$ $= -75,75 \times 10^2$ $= -7,575 \times 10^3 J$</p> <p>Total usaha yang dilakukan oleh gas adalah $-7,575 \times 10^3 J$, tanda minus berarti bahwa $+7,575 \times 10^3 J$ usaha dilakukan kepada gas.</p>		3	Jika menjawab semua dengan benar, namun penjelasankurang lengkap
				4	Jika menjawab, menjelaskan semua dengan benar
4.	Perhatikan grafik siklus carnot ABCDA di bawah ini:	<p>Diketahui: $T_1 = 500 \text{ K}$ $T_2 = 350 \text{ K}$ Ditanya: E? Jawab:</p>	4	0	Jika tidak menuliskan jawaban
				1	menjelaskan, namun semuanya salah
				2	Jika hanya menjawab

	 <p>Berdasarkan data pada grafik, efisiensi mesin carnot tersebut adalah</p>	$E = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{350\text{ K}}{500\text{ K}}$ $= \frac{150}{500} = \frac{3}{10}$ $E = \frac{3}{10} \times 100\%$ $E = 30\%$			<p>dengan benar tanpa menjelaskan</p>
5.	<p>Perhatikan gambar berikut ini:</p>  <p>Jika kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 joule, tentukan efisiensi mesin Carnot dan usaha yang dilakukan mesin carnot!</p>	<p>Penyelesaian:</p> <p>Efisiensi mesin carnot</p> $T_t = 227^\circ\text{C} = 500\text{ K}$ $T_r = 27^\circ\text{C} = 300\text{ K}$ $\eta = \left(1 - \frac{T_t}{T_r}\right) \times 100\%$ $\eta = \left(1 - \frac{300}{500}\right) \times 100\%$ $= 40\%$ <p>Mesin carnot</p> $\eta = \frac{W}{Q_1}$ $\frac{4}{10} = \frac{W}{1200}$ $W = 48\text{ J}$	4	0	<p>Jika tidak menuliskan jawaban</p>
<p>1 menjelaskan, namun semuanya salah</p>					
<p>2 Jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan</p>					
<p>3 Jika menjawab semua dengan benar, namun penjelasan kurang lengkap</p>					
<p>4 Jika menjawab, menjelaskan semua dengan benar</p>					

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

LAMPIRAN H.3 KISI-KISI SOAL *PRE-TEST* HASIL BELAJAR

KISI – KISI SOAL HASIL BELAJAR MATERI TERMODINAMIKA

Satuan pendidikan : SMA Negeri 1 Cluring
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas : XI
 Alokasi Waktu : 45 menit
 Jumlah Soal : 3
 Jenis Soal : Uraian

NO.	Kompetensi Dasar	Indikator Pembelajaran	Butir Soal	Klasifikasi
1	3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal deal dengan menerapkan Hukum Termodinamika.	3.7.3 Memberikan contoh penerapan Hukum I Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	Air panas yang disimpan dalam termos tertutup akan tetap panas atau mempertahankan suhu panasnya. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Termasuk dalam sistem tertutup, terbuka atau terisolasi dalam hukum termodinamika? Jelaskan! (Soal UIN, 2016:158)	C4
2	4.7 Merencanakan dan melaksanakan percobaan Hukum I dan Hukum II Termodinamika.	3.7.4 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	Tentukan perubahan energi dalam gas apabila (a). gas menyerap kalor 600 kalori dan serentak melakukan usaha 400 J. (b). gas menyerap kalor 300 kalori dan serentak 450 J dilakukan pada gas. (Soal UIN, 2016: 147)	C4
3		3.7.8 Menghitung efisiensi mesin Carnot	Sebuah mesin carnot menyerap panas dari tandon panas bertemperatur 127°C dan membuang sebagian panasnya ke tandon dingin bertemperatur 27°C efisiensi terbesar yang dapat dicapai oleh mesin carnot tersebut adalah (SOAL SNMPTN 2010)	C5

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

LAMPIRAN H.4 KISI-KISI SOAL *POST-TEST* HASIL BELAJAR

KISI – KISI SOAL HASIL BELAJAR MATERI TERMODINAMIKA

Satuan pendidikan : SMA Negeri 1 Cluring
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas : XI
 Alokasi Waktu : 45 menit
 Jumlah Soal : 3
 Jenis Soal : Uraian

NO.	Kompetensi Dasar	Indikator Pembelajaran	Butir Soal	Klasifikasi
1	3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal deal dengan menerapkan Hukum Termodinamika.	3.7.3 Memberikan contoh penerapan Hukum I Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	Air panas yang disimpan dalam termos tertutup akan tetap panas atau mempertahankan suhu panasnya. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Termasuk dalam sistem tertutup, terbuka atau terisolasi dalam hukum termodinamika? Jelaskan! (Soal UIN, 2016:158)	C4
2	4.7 Merencanakan dan melaksanakan percobaan Hukum I dan Hukum II Termodinamika.	3.7.4 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	Tentukan perubahan energi dalam gas apabila (a). gas menyerap kalor 800 kalori dan serentak melakukan usaha 600 J. (b). gas menyerap kalor 400 kalori dan serentak 450 J dilakukan pada gas. (Soal UIN, 2016: 147)	C4
3		3.7.8 Menghitung efisiensi mesin Carnot	Sebuah mesin carnot menyerap panas dari tandon panas bertemperatur 227°C dan membuang sebagian panasnya ke tandon dingin bertemperatur 27°C efisiensi terbesar yang dapat dicapai oleh mesin carnot tersebut adalah (SOAL SNMPTN 2010)	C5

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

PEDOMAN PENSKORAN

NO.	Soal	Kunci Jawaban	Skor Maksimal	Skor	Kriteria
1.	Air panas yang disimpan dalam termos tertutup akan tetap panas atau mempertahankan suhu panasnya. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Termasuk dalam sistem tertutup, terbuka atau terisolasi dalam hukum termodinamika? Jelaskan!	Tabung bagian dalam termos yang digunakan sebagai wadah air, terisolasi dari lingkungan luar karena adanya ruang hampa udara di antara tabung bagian dalam dan luar. Maka dari itu, pada termos tidak terjadi perpindahan kalor maupun perpindahan materi dari sistem menuju lingkungan maupun sebaliknya sehingga termasuk contoh sistem terisolasi. Sistem terisolasi adalah sistem yang tidak memungkinkan terjadinya pertukaran kalor dan perpindahan materi antara sistem tersebut dengan lingkungannya.	4	0	Jika tidak menuliskan jawaban
				1	Jika menjawab dan menyebutkan, namun semuanya salah
				2	Jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan
				3	Jika menjawab benar namun menjelaskan kurang benar
				4	Jika menjawab, menjelaskan semua dengan benar
2.	Tentukan perubahan energi dalam gas apabila (a). gas menyerap kalor 600 kalori dan serentak melakukan usaha 400 J. (b). gas menyerap kalor 300 kalori dan serentak 450 J dilakukan pada gas.	Diketahui: $Q_A = 600$ kalori $W_A = 400$ J $Q_B = 300$ kalori $W_B = 450$ J Ditanya: ΔU ? Jawab: a). $Q_A = +600$ (4,2 J) = 2520 J $W_A = +400$ J	4	0	Jika tidak menuliskan jawaban
				1	Jika menjawab dan menjelaskan, namun semuanya salah
				2	Jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan
				3	Jika menjawab benar

		ΔU dihitung dengan persamaan: $\Delta U = Q - W$ $= (2520 \text{ J}) - (400 \text{ J})$ $= 2120 \text{ J}$ b). $Q_B = +300 (4,2 \text{ J}) = 1260 \text{ J}$ $W_B = -450 \text{ J}$ ΔU dihitung dengan persamaan: $\Delta U = Q - W$ $= (1260 \text{ J}) - (-450 \text{ J})$ $= 1710 \text{ J}$			namun menjelaskan kurang benar
				4	Jika menjawab, menjelaskan semua dengan benar
3.	Sebuah mesin carnot menyerap panas dari tandon panas bertemperatur 127°C dan membuang sebagian panasnya ke tandon dingin bertemperatur 27°C efisiensi terbesar yang dapat dicapai oleh mesin carnot tersebut adalah	Diketahui : $T_1 = 127^\circ\text{C} = 400\text{K}$ $= 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$ Ditanya : efisiensi mesin carnot? Jawab : $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $\eta = \left(1 - \frac{300}{400}\right) \times 100\%$ $\eta = \frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$	4	0	Jika tidak menuliskan jawaban
				1	menjelaskan, namun semuanya salah
				2	Jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan
				3	Jika menjawab benar namun menjelaskan kurang benar
				4	Jika menjawab, menjelaskan semua dengan benar

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

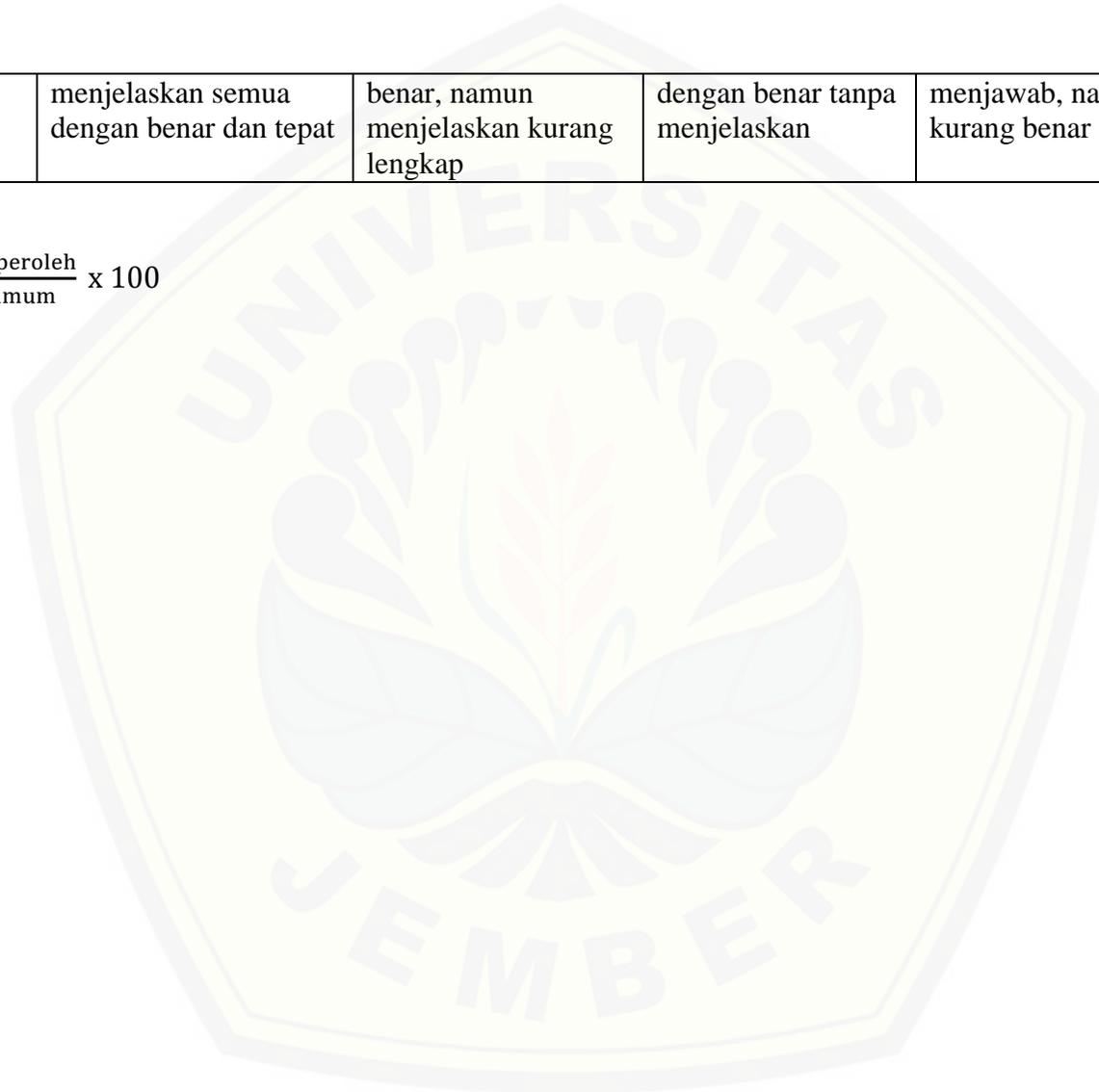
LAMPIRAN H.5 RUBRIK PENILAIAN BERFIKIR KRITIS

RUBRIK PENILAIAN BERDASARKAN INDIKATOR BERFIKIR KRITIS

INDIKATOR	SKOR				NOMOR SOAL
	4	3	2	1	
1. <i>Elementary clarification</i>	Peserta didik dapat menjawab dan menjelaskan semua dengan benar dan tepat	Peserta didik dapat menjawab dengan benar, namun menjelaskan kurang lengkap	Peserta didik jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan	Peserta didik berusaha menjawab, namun kurang benar	1
2. <i>The basic for the decision</i>	Peserta didik dapat menjawab dan menjelaskan semua dengan benar dan tepat	Peserta didik dapat menjawab dengan benar, namun menjelaskan kurang lengkap	Peserta didik jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan	Peserta didik berusaha menjawab, namun kurang benar	3
3. <i>Inverence</i>	Peserta didik dapat menjawab dan menjelaskan semua dengan benar dan tepat	Peserta didik dapat menjawab dengan benar, namun menjelaskan kurang lengkap	Peserta didik jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan	Peserta didik berusaha menjawab, namun kurang benar	5
4. <i>Advanced clarivication</i>	Peserta didik dapat menjawab dan menjelaskan semua dengan benar dan tepat	Peserta didik dapat menjawab dengan benar, namun menjelaskan kurang lengkap	Peserta didik jika hanya menjawab dengan benar tanpa menjelaskan	Peserta didik berusaha menjawab, namun kurang benar	4
5. <i>Srategies and tactics</i>	Peserta didik dapat menjawab dan	Peserta didik dapat menjawab dengan	Peserta didik jika hanya menjawab	Peserta didik berusaha	2

	menjelaskan semua dengan benar dan tepat	benar, namun menjelaskan kurang lengkap	dengan benar tanpa menjelaskan	menjawab, namun kurang benar	
--	--	---	--------------------------------	------------------------------	--

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$



LAMPIRAN H.6 SOAL *PRE-TEST* TERMODINAMIKA

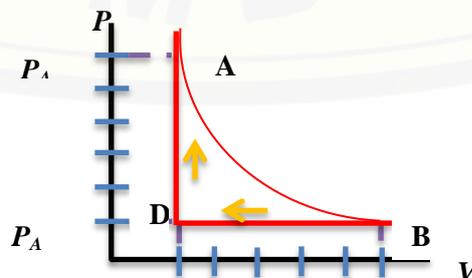
KERJAKAN SOAL-SOAL DI BAWAH INI!

Nama :

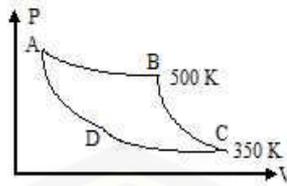
Kelas :

No. Absen :

1. Dalam sebuah tabung dimasukkan air, gas H_2 , O_2 , N_2 dan ditutup dengan bola yang dimasukkan pada pangkal tabung diamati siswa. Kemudian tabung tersebut dipanaskan menggunakan lilin sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung tabung. Berdasarkan penjelasan di atas, maka:
 - a). Apa sajakah yang berperan sebagai sistem? Apakah yang dimaksud dengan sistem?
 - b). Apa sajakah yang berperan sebagai lingkungan? Apakah yang dimaksud dengan lingkungan?
 - c). Apakah fungsi dari tabung tersebut?
2. Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Jika gas ideal dimampatkan secara isokhorik sampai suhunya menjadi 3 kali suhu awal. Apa yang terjadi pada tekanan dan volumenya? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!
3. Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. Proses ini direpresentasikan pada gambar (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperatur turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan temperatur dibiarkan naik (garis DA) sampai temperatur mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). Pertanyaannya (a) Proses apakah yang terjadi pada proses BDA? dan (b) hitunglah total usaha yang dilakukan oleh proses tersebut!

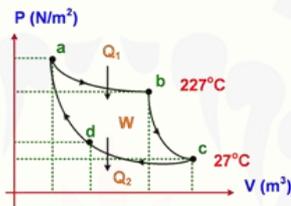


4. Perhatikan grafik siklus carnot ABCDA di bawah ini:



Berdasarkan data pada grafik, efisiensi mesin carnot tersebut adalah

5. Perhatikan gambar berikut ini:



Jika kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 joule, tentukan efisiensi mesin Carnot dan usaha yang dilakukan mesin carnot!

6. Air panas yang disimpan dalam termos tertutup akan tetap panas atau mempertahankan suhu panasnya. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Termasuk dalam sistem tertutup, terbuka atau terisolasi dalam hukum termodinamika? Jelaskan!
7. Tentukan perubahan energi dalam gas apabila (a). gas menyerap kalor 600 kalori dan serentak melakukan usaha 400 J. (b). gas menyerap kalor 300 kalori dan serentak usaha 450 J dilakukan pada gas.
8. Sebuah mesin carnot menyerap panas dari tandon panas bertemperatur 127°C dan membuang sebagian panasnya ke tandon dingin bertemperatur 27°C efisiensi terbesar yang dapat dicapai oleh mesin carnot tersebut adalah

LAMPIRAN H.7 SOAL *POST-TEST* TERMODINAMIKA

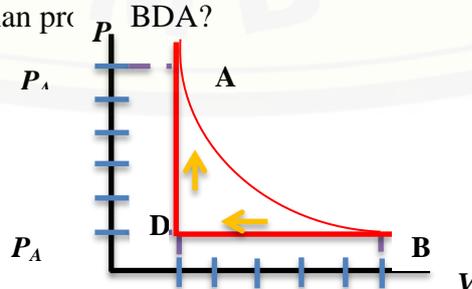
KERJAKAN SOAL-SOAL DI BAWAH INI!

Nama :

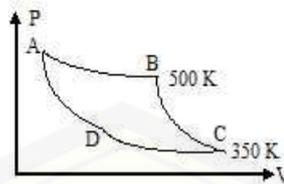
Kelas :

No. Absen :

- Dalam sebuah tabung dimasukkan air, gas H_2 , O_2 , N_2 dan ditutup dengan bola yang dimasukkan pada pangkal tabung diamati siswa. Kemudian tabung tersebut dipanaskan menggunakan lilin sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung tabung. Berdasarkan penjelasan di atas, maka:
 - Apa sajakah yang berperan sebagai sistem? Apakah yang dimaksud dengan sistem?
 - Apa sajakah yang berperan sebagai lingkungan? Apakah yang dimaksud dengan lingkungan?
 - Apakah fungsi dari tabung tersebut?
- Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Jika gas ideal dimampatkan secara isokhorik sampai suhunya menjadi 3 kali suhu awal. Apa yang terjadi pada tekanan dan volumenya? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!
- Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. Proses ini direpresentasikan pada gambar (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperatur turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan temperatur dibiarkan naik (garis DA) sampai temperatur mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). Pertanyaannya (a) Berapakah total usaha yang dilakukan oleh gas dalam proses BDA? dan (b) Berapakah total kalor yang mengalir keluar dari gas untuk keseluruhan proses BDA?

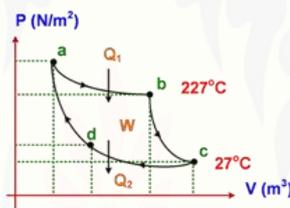


4. Perhatikan grafik siklus carnot ABCDA di bawah ini:



Berdasarkan data pada grafik, efisiensi mesin carnot sebesar 30%. Jika kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 J. Tentukan usaha yang dilakukan oleh mesin carnot tersebut!

5. Perhatikan gambar berikut ini:



Jika efisiensi mesin carnot sebesar 40% dan kalor yang diserap reservoir suhu tinggi adalah 1200 joule, tentukan usaha yang dilakukan mesin carnot dan jenis proses ab, bc, cd dan da (serta uraikan secara singkat masing-masing proses tersebut).

6. Air panas yang disimpan dalam termos tertutup akan tetap panas atau mempertahankan suhu panasnya. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Termasuk dalam sistem tertutup, terbuka atau terisolasi dalam hukum termodinamika? Jelaskan!
7. Tentukan perubahan energi dalam gas apabila (a). gas menyerap kalor 800 kalori dan serentak melakukan usaha 600 J. (b). gas menyerap kalor 400 kalori dan serentak melakukan usaha 450 J.
8. Sebuah mesin carnot menyerap panas dari tandon panas bertemperatur 227°C dan membuang sebagian panasnya ke tandon dingin bertemperatur 27°C efisiensi terbesar yang dapat dicapai oleh mesin carnot tersebut adalah

LAMPIRAN H.8 PEDOMAN PENILAIAN BELAJAR**PEDOMAN PENILAIAN AFEKTIF
PENILAIAN DIRI SENDIRI**

Nama peserta didik :
 No absen :
 Kelas :

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh peserta didik untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor untuk sikap yang diterapkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

- 4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pertanyaan
 3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pertanyaan dan kadang-kadang tidak melakukan
 2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
 1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Sikap	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
Sikap Santun	Menghormati orang yang lebih tua				
	Tidak berkata kotor, kasar dan takabur				
	Mengucapkan terimakasih saat menerima bantuan dari orang lain				
	Bersikap ramah kepada orang yang ada di sekitar				
	Tidak menyela pembicaraan				
Disiplin	Masuk kelas tepat waktu				
	Mengumpulkan tugas tepat waktu				
	Memakai seragam sesuai tata tertib				
	Tertib mengikuti pembelajaran				
	Mengerjakan tugas yang diberikan				
Jumlah					

$$\frac{\text{skor yang diperoleh}}{40} \times 4 = \text{skor akhir}$$

**PEDOMAN PENILAIAN AFEKTIF
PENILAIAN ANTAR TEMAN**

Nama peserta didik yang dinilai :

Nama peserta didik penilai :

Kelas :

Petunjuk :

Lembar ini diisi oleh siswa untuk menilai sikap sosial peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap sosial yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

- 4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pertanyaan
- 3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pertanyaan dan kadang-kadang tidak melakukan
- 2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
- 1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Sikap	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
Jujur	Tidak nyontek dalam mengerjakan ujian/ulangan/tugas				
	Tidak melakukan plagiat (mengambil/menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumber) dalam mengerjakan setiap tugas				
	Mengungkapkan perasaan terhadap sesuatu apa adanya				
	Melaporkan data atau informasi apa adanya				
	Mengakui kesalahan atau kekurangan yang dimiliki				
Toleransi	Menghormati pendapat teman				
	Menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender				
	Menerima kesepakatan meskipun berbeda dengan pendapatnya				
	Menerima kekurangan orang lain				
	Memaafkan kesalahan orang lain				
Gotong Royong	Aktif dalam kerja kelompok				
	Suka menolong teman/orang lain				
	Kesediaan melakukan tugas sesuai kesepakatan				
	Rela berkorban untuk orang lain				
	Jumlah				

$$\frac{\text{skor yang diperoleh}}{56} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Digital Repository Universitas Jember

21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
Total																			
Skor Maksimal																			
Rata-rata																			

$$\text{Nilai} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100$$

Observer

.....

LAMPIRAN I. PEDOMAN PENGUMPULAN DATA

B.1 Pedoman Observasi

No.	Data yang Diambil	Sumber Data
1.	Sebelum pelaksanaan penelitian: <ol style="list-style-type: none"> Cara guru bidang studi dalam mengajar Kriteria penilaian hasil belajar peserta didik 	<ol style="list-style-type: none"> Guru bidang studi fisika kelas XI SMA di Kabupaten Banyuwangi Guru bidang studi fisika kelas XI SMA di Kabupaten Banyuwangi
2.	Pada saat pelaksanaan penelitian: <ol style="list-style-type: none"> Cara guru (peneliti) dalam menerapkan model pembelajaran <i>Learning Cycle 7E</i> Kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam kegiatan pembelajaran Hasil belajar pada ranah: <ol style="list-style-type: none"> Afektif meliputi sikap spiritual dan sosial Psikomotorik pada kegiatan eksperimen dan presentasi 	<ol style="list-style-type: none"> Peneliti (dicatat pada lembar observasi yang diisi oleh observer) Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen dan kelas kontrol (yang dilakukan dengan cara mengerjakan soal test esai) Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen dan kelas kontrol (yang dinilai oleh guru peneliti)

B.2 Pedoman Tes

No.	Data yang Diambil	Sumber Data
1.	Hasil <i>pretest</i> di awal kegiatan pembelajaran	Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen dan kelas kontrol
2.	Hasil kemampuan berpikir kritis	Peserta didik kelas XI SMA pada

		kelas eksperimen dan kelas kontrol
3.	Hasil <i>posttest</i> di akhir kegiatan pembelajaran	Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

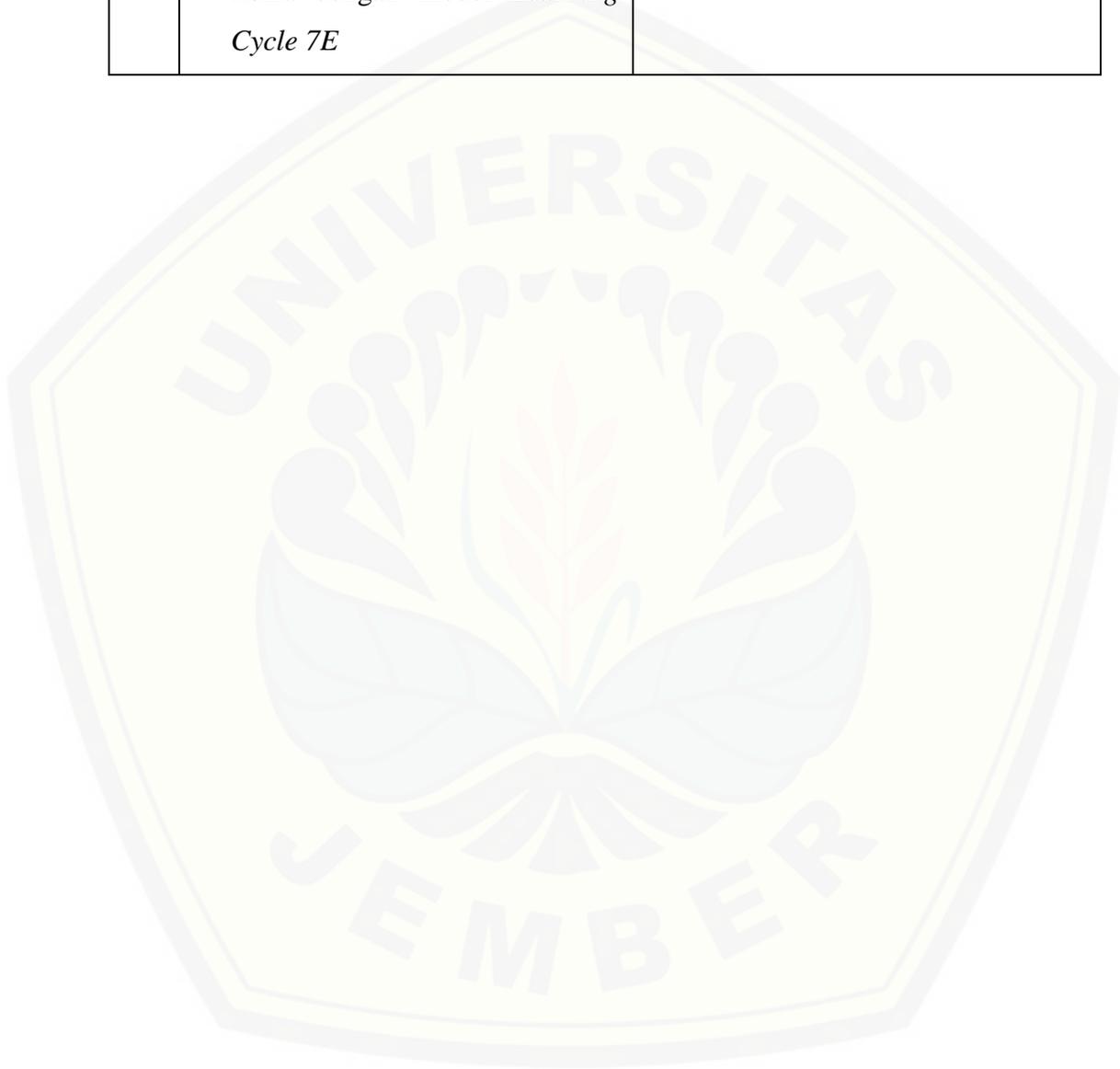
B.3 Pedoman Dokumentasi

No.	Data yang Diambil	Sumber Data
1.	Daftar nama peserta didik, jenis kelamin	Dokumentasi
2.	Foto kegiatan pembelajaran	Dokumentasi

B.4 Pedoman Wawancara

No.	Data yang Diambil	Sumber Data
1.	Sebelum pelaksanaan penelitian: a. Model yang digunakan guru dalam kegiatan pembelajaran b. Penilaian yang digunakan oleh guru untuk menentukan hasil belajar peserta didik	a. Guru bidang studi fisika kelas XI SMA di Kabupaten Banyuwangi b. Guru bidang studi fisika kelas XI SMA di Kabupaten Banyuwangi
2.	Setelah pelaksanaan penelitian: a. Respon peserta didik mengenai kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model <i>Learning Cycle 7E</i> b. Kesulitan yang dihadapi peserta didik pada materi fisika selama pembelajaran menggunakan model <i>Learning Cycle 7E</i> (mengambil nilai peserta didik	a. Peserta didik kelas XI SMA di Kabupaten Banyuwangi melalui wawancara pada kelas eksperimen b. Peserta didik kelas XI SMA di Kabupaten Banyuwangi pada kelas eksperimen c. Guru bidang studi fisika kelas XI SMA di Kabupaten Banyuwangi

	terendah sebagai objek wawancara)	
	c. Tanggapan guru mengenai kegiatan pembelajaran materi fisika dengan model <i>Learning Cycle 7E</i>	



LAMPIRAN J. PEDOMAN WAWANCARA

C.1 Kisi-kisi Pertanyaan saat Wawancara Berlangsung sebelum Pelaksanaan Penelitian

A. Wawancara dengan guru kelas XI mata pelajaran fisika

- a). Apakah implementasi kurikulum 2013 sudah terlaksana dengan baik dalam pembelajaran fisika di kelas XI terutama mata pelajaran fisika?
- b). Apa kendala penerapan kurikulum 2013 dalam kegiatan belajar mengajar?
- c). Dalam pembelajaran fisika di kelas, model dan metode apa yang biasanya Bapak/Ibu gunakan?
- d). Apakah selama ini terdapat kendala selama pembelajaran fisika dengan model atau metode yang Bapak/Ibu gunakan?
- e). Kendala apa yang Bapak/Ibu dapatkan saat pembelajaran fisika di kelas?
- f). Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan atau menerapkan model pembelajaran *Learning Cycle 7E* dalam pembelajaran fisika?
- g). Menurut pendapat Bapak/Ibu, apakah model *Learning Cycle 7E* cocok digunakan dalam pembelajaran fisika?
- h). Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan atau menerapkan penilaian kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika?
- i). Apa yang Bapak/Ibu sarankan dalam pembelajaran fisik kedepannya?

B. Wawancara dengan peserta didik kelas XI

- a). Apakah pelajaran fisika disukai peserta didik?
- b). Apa kendala peserta didik dalam mempelajari fisika?
- c). Bagaimana pendapat Anda mengenai cara guru mengajar dalam pembelajaran fisika?

C.2 Kisi-kisi Pertanyaan saat Wawancara Berlangsung setelah Pelaksanaan Penelitian

A. Wawancara dengan guru kelas XI mata pelajaran fisika

- a). Bagaimana pendapat Bapak/Ibu tentang pelaksanaan model pembelajaran *Learning Cycle 7E*?
- b). Apa saja kekurangan dan saran Bapak/Ibu mengenai pembelajaran dengan model *Learning Cycle 7E*?

B. Wawancara dengan peserta didik kelas XI pada kelas eksperimen

- a). Peserta didik kelas XI pada kelas eksperimen yang tuntas hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis yang tinggi
 - (a). Bagaimana pendapat Anda tentang pelaksanaan model pembelajaran *Learning Cycle 7E*?
 - (b). Bagaimana dengan konsep yang kamu dapatkan, apakah mudah mengaitkan materi dengan hasil percobaan yang telah dilakukan?
 - (c). Pelajaran apa yang dapat Anda ambil dari kegiatan percobaan dan kegiatan pembelajaran?
 - (d). Apakah hasil kegiatan percobaan membantu meningkatkan pemahaman konsep materi yang dipelajari?
- b). Peserta didik kelas XI pada kelas eksperimen yang belum tuntas hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis yang rendah
 - (a). Bagaimana pendapat Anda tentang pelaksanaan model pembelajaran *Learning Cycle 7E*?
 - (b). Kesulitan apa saja yang Anda hadapi selama kegiatan pembelajaran?
 - (c). Apakah Anda kurang tertarik dengan pembelajaran yang saya terapkan?

LAMPIRAN K. DOKUMENTASI PENELITIAN

Gambar 1. Kegiatan Siswa saat mengerjakan *Pre-test* Kemampuan Awal



Gambar 2. Suasana Kegiatan Pembelajaran pada Kelas Eksperimen



Gambar 3. Kegiatan Siswa saat melakukan Praktikum Sederhana



Gambar 4. Kegiatan Siswa pada saat melakukan Presentasi di depan Siswa lain



Gambar 5. Kegiatan Pembelajaran di Kelas



Gambar 6. Kegiatan *Post-test* Siswa

LAMPIRAN L. SURAT PENELITIAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 33 Kampus Basri Tegayata Jember 68121
Telepon: 0331-334988, 330734 Faks: 0331-332475
Laman: www.fkip.unsj.ac.id

Nomor : 9 1 2 5 / UN25.1.5/LT/2018
Lampiran :
Hal : Permohonan Izin Penelitian

13 DEC 2018

Yth. Kepala SMA Negeri 1 Churing
Churing

Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan Skripsi, mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:

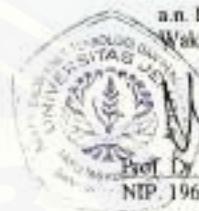
Nama : Gesi Wannista
NIM : 150210102012
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengerahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud melaksanakan penelitian tentang "Efektivitas Model *Learning Cycle 7E* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Termodinamika di SMA".

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami sampaikan terima kasih.

a.n. Dekan
Wakil Dekan I,



Prof. Dr. Suratno, M. Si
NIP. 196706251992031003



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1
CLURING**

Jl. H. Huzami Telp. (0335) 397306 Benculuk – Cluring
Website: www.sman1cluring.sch.id Email: smancluring26@yahoo.com
BANYUWANGI – Kode Pos 68482

SURAT - KETERANGAN

Nomor : 423.4 / 3856 / 101.6.7.3 / 2019

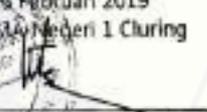
Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMA Negeri 1 Cluring – Kabupaten Banyuwangi dengan ini menerangkan bahwa :

N a m a : **GESI WANRISTA**
NIM : 1502010102012
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika – Universitas Jember

Mahasiswi tersebut diatas, benar benar telah melaksanakan Penelitian di SMA Negeri 1 Cluring, Kabupaten Banyuwangi dengan sebaik-baiknya pada tanggal 28 Januari s/d 14 Februari 2019, yakni dalam rangka menyelesaikan tugas-tugas di Program studi Pendidikan Fisika Universitas Jember, Dengan judul penelitian :

" Efektivitas Model *Learning Cycle 7E* Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa pada Materi Termodinamika di SMA" "

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Cluring, 26 Februari 2019
Kepala SMA Negeri 1 Cluring

DWIANTO BUDHIONO, M.Pd
Nip. 19610206 198403 1 009

LAMPIRAN M. HASIL BELAJAR SISWA

PRE-TEST Terendah

6. Hampa udara, turbinnya sistem tertutup termodinamika

7. a) $W =$
 $Q = 400 \text{ J}$
 $\Delta U = Q - W$
 $= 1$

b) $Q =$
 $W =$

8. $P_{\text{rata}} =$

$\frac{1}{2} \times 100 = 25$

PRE-TEST Tertinggi

Nama : Satrikita Putri Ramadhani
 Kelas : XI IPA 2
 Absen : 28

6. Tabung logam dalam kamar digunakan sebagai wadah air, termasuk kedalam sistem terisolasi, karena tidak terjadi pertukaran materi.

7. a. $Q = 600 \times 4,2$
 $= 2520 \text{ J}$

$W = 400 \text{ J}$
 $\Delta U = Q - W$
 $= 2520 \text{ J} - 400 \text{ J}$
 $= 2120 \text{ J}$

b. $Q = 300 \times 4,2 \text{ J}$
 $= 1260 \text{ J}$

$W = -450 \text{ J}$
 $\Delta U = Q - W$
 $= 1260 \text{ J} - (-450) \text{ J}$
 $= 1710 \text{ J}$

POST-TEST Terendah

Nama: Nabila Junior
 Kelas: XI IPA 3
 Absen: 22

6. Sistem terisolasi, karena terjadi banyak usaha di dalam sistem sehingga ada terjadi perubahan kecer masupan materi di sistem tersebut lingkungan atau sebaliknya.

7. a. $Q = 1200 \times 9,25 = 11100 \text{ J}$
 $\Delta u = Q - w = 11100 - 600 = 10500 \text{ J}$

b. $Q = 400 \times 9,25 = 3700 \text{ J}$
 $\Delta u = Q + (-w) = 3700 + (-400) = 3300 \text{ J}$

4. Diketahui $V_1 = 20 \text{ dm}^3 \rightarrow 2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
 $V_2 = 30 \text{ dm}^3 \rightarrow 3 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
 $P = 1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$
 Ditanya $w = ?$
 Jawab: $w = P(V_2 - V_1)$
 $= 1,01 \times 10^5 (3 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-2})$
 $= 1,01 \times 10^5 (10^{-2})$
 $= 1,01 \times 10^3 \text{ J}$

5. Diket: $T_1 = 500 \text{ K}$
 $T_2 = 300 \text{ K}$
 $Q = 1200 \text{ J}$
 $\eta = 30\%$
 Ditanya w
 Jawab: $\eta = \frac{w}{Q}$
 $30\% = \frac{w}{1200}$
 $\frac{3}{10} = \frac{w}{1200}$
 $10w = 3600$
 $w = 360 \text{ J}$

6. Terisolasi, karena tidak ada pertukaran usaha atau sama dari lingkungan.

POST-TEST Tertinggi

7. a. $Q = 800 \times 9,25 = 7400 \text{ joule}$
 $\Delta u = Q - w = 7400 - 600 = 6800 \text{ joule}$

b. $Q = 400 \times 9,25 = 3700 \text{ joule}$
 $\Delta u = Q - (-w) = 3700 + 400 = 4100 \text{ joule}$

8. Diketahui $T_1 = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$
 $T_2 = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$
 Ditanya $\eta = ?$
 Jawab: $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$
 $= \left(1 - \frac{300}{300}\right) \times 100\%$
 $= (1 - 1) \times 100\%$
 $= 0 \times 100\%$
 $= 0\%$

$\frac{1}{12} \times 100 = 8,33$

LAMPIRAN N. HASIL KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

PRE-TEST Terendah

Nama : Oscar Muggombe
Kelas : XI MIPA 3
Absen : 24

- Berperan sebagai sistem Ar, gas, H₂, O₂, H₂, H₂, bola
Sistem adalah benda yang berada dalam lingkungan
- Tabung, lingkungan adalah tempat berinteraksinya
semua sistem
- Untuk tempat sistem beraksi

- Tekanan dan volumenya akan meningkat /
-
- Diket: $\frac{3}{20} \sqrt{100} = 20$
- Diket:
T₁ = 300 K /
T₂ = 300 K

Jawab:

PRE-TEST Tertinggi

Nama : Nisa Zahrofa $\frac{1}{2} \sqrt{100} = 50$
Kelas : XI MIPA 3
Absen : 23

- Berperan sebagai sistem Ar, gas, H₂, O₂, H₂
Sistem adalah benda-benda atau zat-zat yang
masuk dan proses termal/kinetik
- Tabung
Lingkungan adalah tempat terjadinya termal/kinetik
- Sebagai parameter pengukur panas yg disebabkan oleh
W_{in}

- Tekannya meningkat, volumenya tetap disebut sistem
isolasi
- $W = P \Delta V$
 $= P (V_2 - V_1)$
- Diket: V₁ = 10 dm³
V₂ = 20 dm³
P = 2 ATM
 $= 2,02 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
 $W = P (V_2 - V_1)$
 $= 2,02 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-2} - 10^{-2}$
 $= 2,02 \times 10^3 \text{ J}$

POST-TEST Tertinggi

Nama: ULFA PRATIKA
 Kelas: XI IPA 3
 Roll: 34

Dik: Berapa energi dalam: air, gas, V_1 , D_1 , T_1
 Sistem yang sudah berada pada keadaan setimbang
 a) Berapa energi kinetik? T_1
 b) Berapa energi potensial? P_1
 c) Berapa energi mekanik? E_1

Dik: $T_1 = T_2$
 $T_2 = 3T_1$
 Dit: P_1 ?
 V_2 ?

Jawab: $P_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{P_2}{A_2}$
 $\frac{P_1}{A_1} = \frac{P_2}{A_2}$
 $P_1 \times \frac{A_2}{A_1} = P_2$
 $P_1 \times \frac{1}{3} = P_2$
 $P_1 = 3P_2$
 $\frac{1}{3}P_1 = P_2$

+ $V_2 = 3V_1$
 Maka: Nama Luas Kiri V nya tetap

Dik: $P = 5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$
 $V_1 = 20.0$
 $V_2 = 0.5$
 Dit: w ?

Jawab: a. $w = P(V_2 - V_1)$
 $= 5.0 \times 10^5 (0.5 - 20)$
 $= 5.0 \times 10^5 (-19.5)$
 $= -9.75 \times 10^6$

Diketahui: $V_1 = 20 \text{ dm}^3 \rightarrow 2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
 $V_2 = 30 \text{ dm}^3 \rightarrow 3 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
 $P = 1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5$
 Dit: w ?

Jawab: $w = P(V_2 - V_1)$
 $= 1.01 \times 10^5 (3 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-2})$
 $= 1.01 \times 10^5 (10^{-2})$
 $= 1.01 \times 10^3$

Dik: $T_1 = 500 \text{ K}$
 $T_2 = 200 \text{ K}$
 Dit: w ?

Jawab: $w = \frac{5}{2} nR(T_2 - T_1)$
 $= \frac{5}{2} \times \frac{10}{180} \times 8.314 \times (200 - 500)$
 $= -1177.2 \text{ J}$

Karena tidak ada perubahan udara atau gas dari lingkungan

a) $Q = 600 \times 4.2 = 2520 \text{ J}$
 $Q = \Delta U - W$
 $2520 = 5310 - W$
 $W = 2790 \text{ J}$

b) $Q = 300 \times 4.2 = 1260 \text{ J}$
 $Q = \Delta U - W$
 $1260 = 1680 - W$
 $W = 420 \text{ J}$

PEDOMAN PENILAIAN ASPEK PSIKOMOTOR

A. Instrumen Tes Praktik

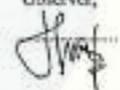
No.	Nama	Indikator						Rata-rata (Skala 1-4)
		1	2	3	4	5	6	
17	Isa	4	3	3	2	3	3	18
18	Hutry	4	4	3	3	2	3	18
17	Salsia	4	3	2	1	2	3	15
30	Ciska	4	3	2	1	1	2	13
26	Ade	4	3	2	1	1	1	12
4	Rwalia	4	4	3	3	2	2	18

B. Kriteria Penilaian

No.	Indikator	Aspek Psikomotor			
		4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Kurang)
1.	Menyiapkan alat dan bahan				
2.	Ketrampilan merangkai alat dan bahan				
3.	Ketrampilan dalam melakukan praktik				
4.	Kerapian dan kebersihan alat				
5.	Efektivitas waktu				
6.	Menyajikan hasil praktik				
Jumlah skor yang diperoleh					

Psikomotor skor akhir menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah}}{14} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Observer,

 Yety Novita S

PEDOMAN PENILAIAN AFEKTIF PENILAIAN DIRI SENDIRI

Nama peserta didik : Budi Tante Anisa L.
No absen : 4
Kelas : XI IPA 3

Petunjuk :

- Lembaran ini diisi oleh peserta didik untuk menilai sikap peserta didik. Berilah tanda cek (✓) pada kolom skor untuk sikap yang diterapkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :
- 4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pertanyaan
 - 3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pertanyaan dan kadang-kadang tidak melakukan
 - 2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
 - 1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Sikap	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
Sikap Santun	Menghormati orang yang lebih tua				✓
	Tidak berkata kotor, kasar dan takabur				✓
	Mengucapkan terimakasih saat menerima bantuan dari orang lain				✓
	Bersikap ramah kepada orang yang ada di sekitar			✓	
Disiplin	Tidak menyela pembicaraan			✓	
	Masuk kelas tepat waktu			✓	
	Mengumpulkan tugas tepat waktu			✓	
	Memakai seragam sesuai tata tertib			✓	
	Tertib mengikuti pembelajaran			✓	
	Mengerjakan tugas yang diberikan			✓	
Jumlah					

skor yang diperoleh
40 x 4 = skor akhir

PEDOMAN PENILAIAN AFEKTIF PENILAIAN ANTAR TEMAN

Nama peserta didik yang dinilai : Budi Tante Anisa L.
Nama peserta didik penilai : Eben Kristina Murti
Kelas : XI IPA 3

Petunjuk :

Lembar ini diisi oleh siswa untuk menilai sikap sosial peserta didik. Berilah tanda cek (✓) pada kolom skor sesuai sikap sosial yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

- 4 = selalu, apabila selalu melakukan sesuai pertanyaan
- 3 = sering, apabila sering melakukan sesuai pertanyaan dan kadang-kadang tidak melakukan
- 2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan
- 1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Sikap	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
Jujur	Tidak nyontek dalam mengerjakan ujian/kuis/tugas				✓
	Tidak melakukan plagiat (mencopikan/menyalin karya orang lain tanpa menyebutkan sumber) dalam mengerjakan setiap tugas				✓
	Mengungkapkan perasaan terhadap sesuatu apa adanya				✓
	Melaporkan data atau informasi apa adanya				✓
Toleransi	Mengikuti kebiasaan atau kekurangan yang dimiliki				✓
	Menghormati pendapat teman				✓
	Menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender				✓
	Memerika kesepakatan meskipun berbeda dengan pendapatnya				✓
Gotong Royong	Memerika kekurangan orang lain				✓
	Mewartika kesalahan orang lain				✓
	Aktif dalam kerja kelompok				✓
	Suka menolong teman/orang lain				✓
	Kendaraan melakukan tugas sesuai kesepakatan				✓
	Rela berkorban untuk orang lain				✓
Jumlah					

skor yang diperoleh
55 x 4 = skor akhir

LAMPIRAN P. HASIL LKS SISWA

The image displays four pages of a student worksheet (LKS) for Physics Class XI. The pages are arranged in a grid and contain various sections including titles, objectives, theory, and exercises.

Page 1: Lembar Kerja Siswa 01 (LKS 01) Fisika Kelas XI
 Sub-topik: **Babak 1 Termodinamika**
 The page includes a diagram of a piston-cylinder system and a graph showing pressure versus volume.

Page 2: PENGANTAR
 Section 1: **1. PENDAHULUAN**
 This section discusses the concept of energy and its role in physical processes.

Page 3: BAHAN MASALAH
 Section 2: **2. MENEMUKAN MASALAH**
 This section contains a problem about a piston-cylinder system. The student's handwritten solution is: *Selesaikan masalah yang diberikan di soal!*
 Section 3: **3. MENYUNTIHOTESIS**
 This section contains a problem about a piston-cylinder system. The student's handwritten solution is: *Selesaikan masalah yang diberikan di soal!*

Page 4: PENYIMPULAN
 Section 4: **4. MENYIMPULKAN DATA**
 This section contains a list of multiple-choice questions (A-D) and a diagram of a piston-cylinder system.

