



**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING*
(PBL) TERHADAP HASIL BELAJAR DAN KEMAMPUAN BERFIKIR
TINGKAT TINGGI SISWA PADA MATERI TERMODINAMIKA**

SKRIPSI

Oleh :

**Wasilatul Bariroh
NIM. 150210102118**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING*
(PBL) TERHADAP HASIL BELAJAR DAN KEMAMPUAN BERFIKIR
TINGKAT TINGGI SISWA PADA MATERI TERMODINAMIKA**

SKRIPSI

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

Oleh :

**Wasilatul Bariroh
NIM. 150210102118**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua yang kucintai, Ayah Holilullah dan Ibu Susilowati, serta seluruh keluarga besar. Terimakasih atas segala doa, untaian dzikir, kasih sayang, motivasi, nasihat serta pengorbanan yang diberikan kepadaku selama ini;
2. Guru-guruku sejak sekolah Taman Kanak-Kanak sampai dengan Perguruan Tinggi, terimakasih telah memberiku ilmu serta bimbingan dengan penuh kesabaran, kasih sayang dan keikhlasan;
3. Almamaterku yang kubanggakan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember, khususnya jurusan Pendidikan MIPA Program Studi Pendidikan Fisika.

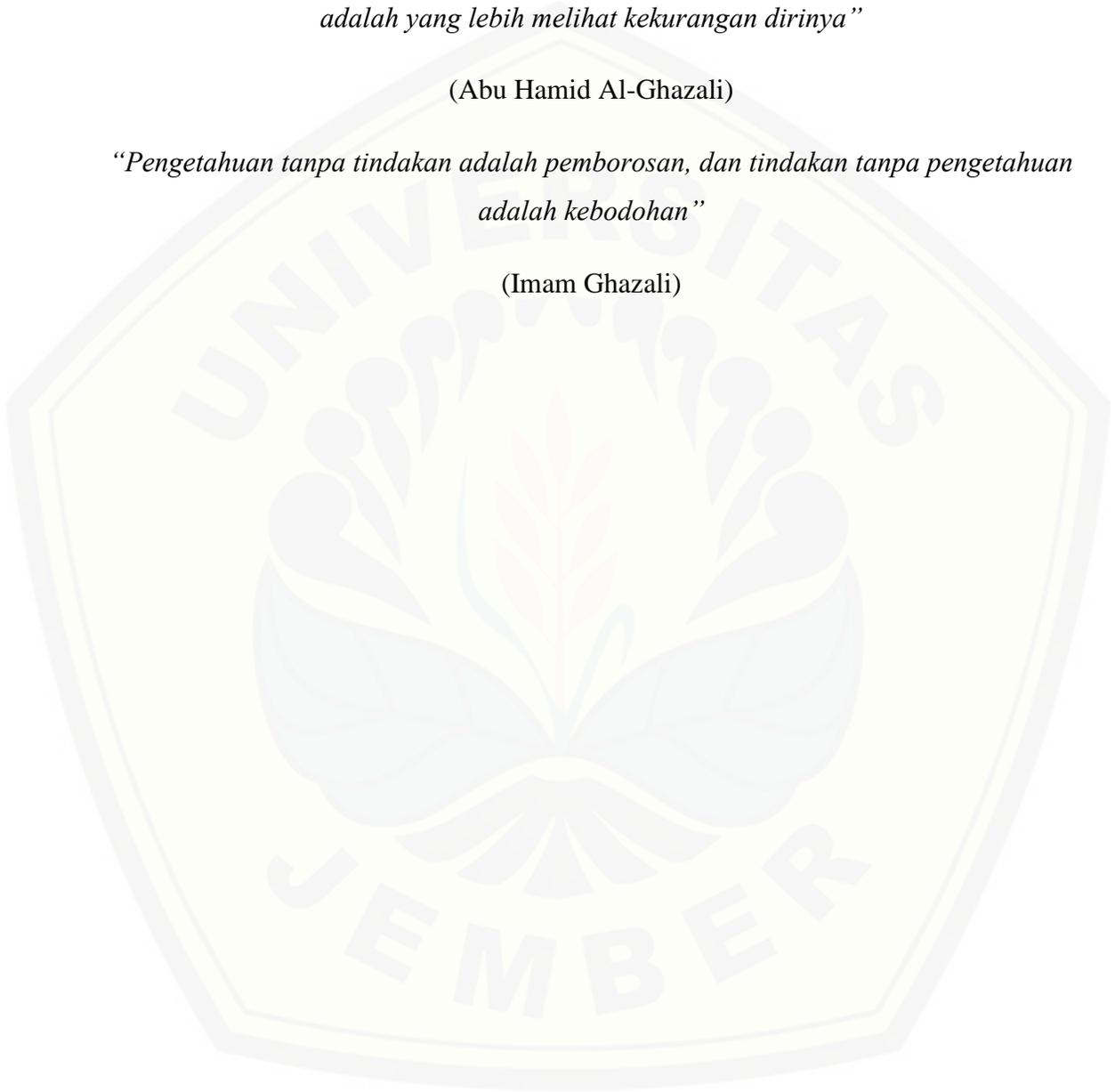
MOTTO

“Orang bodoh adalah yang terlalu yakin akan kelebihan dirinya, dan orang cerdas adalah yang lebih melihat kekurangan dirinya”

(Abu Hamid Al-Ghazali)

“Pengetahuan tanpa tindakan adalah pemborosan, dan tindakan tanpa pengetahuan adalah kebodohan”

(Imam Ghazali)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wasilatul Bariroh

NIM : 150210102118

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Terhadap Hasil Belajar Dan Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi Siswa Materi Termodinamika” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan-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 mendapatkan sanksi akademik jika ternyata kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 01 Maret 2020

Yang menyatakan

Wasilatul Bariroh

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING*
(PBL) TERHADAP HASIL BELAJAR DAN BERFIKIR TINGKAT TINGGI
SISWA PADA MATERI TERMODINAMIKA**

Oleh

WASILATUL BARIROH
NIM 150210102118

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

: Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota

: Drs. Alex Harijanto, M.Si.

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Hasil Belajar Dan Berfikir Tingkat Tinggi Siswa Pada Materi Termodinamika” telah di uji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada Hari, Tanggal: Jumat, 27 Maret 2020

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. Drs. Sri Handono Budi P., M.Si.

NIP. 19580318 195803 1 004

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

NIP. 19650420 199512 1 003

Mengesahkan

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember

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

NIP. 19680802 199303 004

RINGKASAN

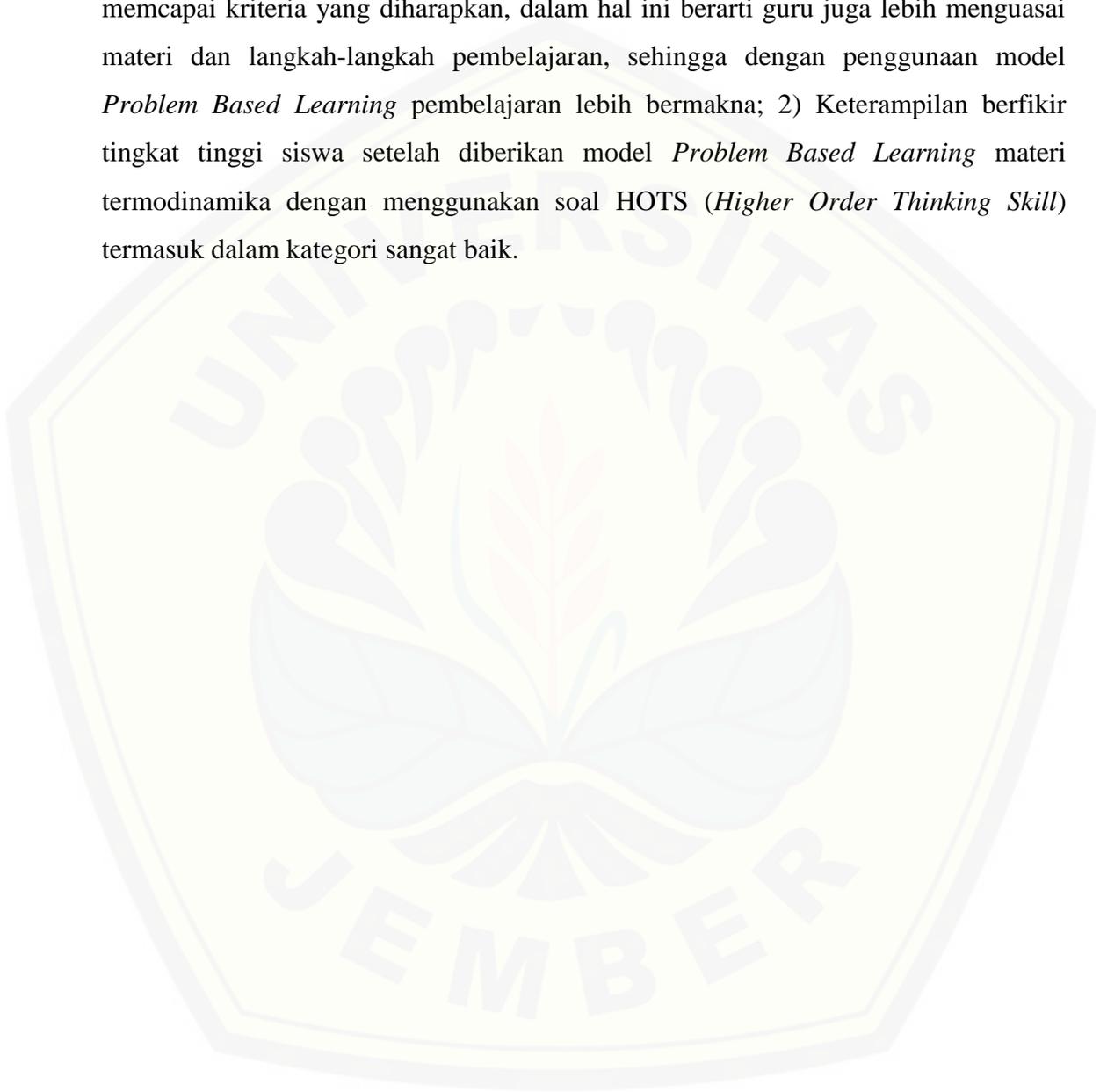
Efektifitas Model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap Hasil Belajar Dan Berfikir Tingkat Tinggi Siswa pada Materi Termodinamika; Wasilatul Bariroh, 150210102118; 73 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Fisika merupakan pelajaran yang dapat menumbuhkan berfikir siswa, yang mampu menyelesaikan permasalahan atau fenomena alam yang terjadi di daerah sekitar kita dalam kehidupan sehari-hari. Fisika merupakan bagian dari sains, yang berkaitan dengan mencari tahu tentang fenomena alam secara sistematis. Sehingga IPA tidak hanya mengumpulkan penguasaan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, prinsip-prinsip saja melainkan juga merupakan proses penemuan. Selain itu, salah satu tujuan pembelajaran fisika di sekolah adalah mengembangkan kemampuan berfikir yaitu kemampuan berfikir tingkat tinggi, kemampuan berfikir tingkat tinggi melibatkan berfikir kritis dan kreatif. Kemampuan berfikir tingkat tinggi merupakan salah satu potensi yang sangat diperlukan oleh peserta didik, pada zaman perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti sekarang ini, karena selain IPTEK yang dapat dinikmati, teknologi ternyata juga timbul beberapa permasalahan bagi manusia dan lingkungan. Namun upaya untuk melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sering terjadi kesalahan dari seorang guru. Hal ini terlihat pada kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh seorang guru yang lebih banyak menggunakan metode pembelajaran konvensional, hal tersebut akan membuat siswa kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan keterampilan berfikirnya, sehingga perlu adanya solusi dari hal tersebut. Berdasarkan permasalahan diatas, maka diberikan alternative solusi yaitu pembelajaran yang menerapkan dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) mengkaji efektivitas penggunaan model *Problem Based Learning* terhadap hasil belajar siswa dan 2) mengetahui peningkatan berfikir tingkat tinggi dengan menggunakan model *Problem Based Learning*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di SMA Negeri Ambulu Jember. Dalam hal ini sebelum pemilihan sampel perlu mengetahui nilai rata-rata fisika kelas XI MIPA pada materi sebelumnya dan penentuan sampel menggunakan *purposive sampling area* dan menggunakan desain *group pretest-posttest design* dengan metode pengumpulan data meliputi tes, observasi, dan wawancara serta menggunakan analisis data teknik uji t berbantuan SPSS 23. Adapun melihat nilai rata-rata fisika kelas XI MIPA di ambil nilai rata-rata paling tinggi sebagai kelas eksperimen yaitu kelas XI MIPA 5. Setelah di uji *Independent Samples T-test* diketahui bahwa nilai hasil belajar siswa kelas eksperimen memiliki sig. (2-tailed) $0,000 < 0,05$, berdasarkan kriteria pengujian $p < 0,05$ maka H_0 yang berbunyi nilai rata-rata hasil belajar siswa nilai *pre-test* dan nilai *post-test* tidak berbeda signifikan ditolak sehingga H_a diterima. Dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah diterapkan model *Problem Based Learning* (PBL). Penilaian diambil dari perolehan hasil mengerjakan soal *pre-test* dan *post-test* pada saat kegiatan pembelajaran. nilai *pre-test* diambil diawal sebelum kegiatan pembelajaran dan nilai *post-test* diambil setelah kegiatan pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL), dalam hal ini terjadi peningkatan nilai dari *pre-test* ke *post-test* pada kelas eksperimen. Nilai *pre-test* rata-ratanya sebesar 64 masuk dalam kriteria cukup, sedangkan nilai *post-test* rata-ratanya 91 masuk dalam kriteria sangat baik. Perolehan nilai juga dilihat dari hasil observasi selama pembelajaran di kelas seperti saat kegiatan diskusi kelompok dan perolehan hasil belajar siswa dengan peningkatan (*N-gain*) pada kelas eksperimen yaitu sebesar 0,75.

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, maka kesimpulan dari penelitian ini, antara lain yaitu: 1) Model *Problem Based Learning* efektif terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi termodinamika di SMA Negeri Ambulu Jember dalam kategori tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan hasil belajar kognitif siswa sebelum dan sesudah menggunakan model *Problem Based Learning*, Besar

peningkatan *N-gain* tersebut adalah 0,75. Artinya, efektivitas hasil belajar kategori tinggi berarti hasil belajar siswa dalam pembelajaran sudah sangat baik dan mencapai kriteria yang diharapkan, dalam hal ini berarti guru juga lebih menguasai materi dan langkah-langkah pembelajaran, sehingga dengan penggunaan model *Problem Based Learning* pembelajaran lebih bermakna; 2) Keterampilan berfikir tingkat tinggi siswa setelah diberikan model *Problem Based Learning* materi termodinamika dengan menggunakan soal HOTS (*Higher Order Thinking Skill*) termasuk dalam kategori sangat baik.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) terhadap Hasil Belajar Dan Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi Siswa pada Materi Termodinamika”. 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 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 pengarah demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Dr. Srihandono 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. Drs. Mochammad Irfan, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMA Negeri Ambulu Jember yang telah memberikan izin penelitian;

7. Sujarwa S.Pd., selaku guru bidang studi fisika SMA Negeri Ambulu Jember yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu kegiatan penelitian di SMA Negeri Ambulu Jember.
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, 01 Maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Hakekat Pembelajaran Fisika	6
2.2 Efektivitas Pembelajaran	6
2.3 Model Pembelajaran	7
2.4 Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL).....	9
A. Langkah-Langkah Model Pembelajaran PBL	12
B. Kelebihan PBL (<i>Problem Based Learning</i>)	14
C. Kekurangan PBL (<i>Problem Based Learning</i>)	14
2.5 Pengertian Dan Konsep Soal <i>HOTS</i>	15
A. Pengertian	15
B. Karakteristik Soal-Soal <i>HOTS</i>	18

1. Mengukur Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi	18
2. Menggunakan Bentuk Soal Beragam	19
2.6 Model Pembelajaran Konvensional	22
2.7 Tinjauan Materi Termodinamika	22
2.8 Pengertian Hasil Belajar	37
2.9 Model Pembelajaran PBL pada Materi Termodinamika	38
BAB 3. METODELOGI PENELITIAN	40
3.1 Jenis Penelitian dan Desain Penelitian	40
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	41
3.2.1 Lokasi Penelitian	41
3.2.2 Waktu Penelitian	41
3.3 Variabel Penelitian	41
3.3.1 Variabel Penelitian	41
3.3.2 Definisi Operasional Variabel	41
3.4 Subjek Penelitian	42
3.4.1 Populasi Penelitian	42
3.4.2 Subjek Penelitian	42
3.5 Prosedur Penelitian	43
3.6 Teknik Pengumpulan Data	45
3.6.1 Data Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	45
3.6.2 Data Hasil Belajar Siswa	46
3.6.3 Teknik Pendukung Pengumpulan Data	46
3.7 Teknik Analisa Data	47
3.7.1 Analisis Data Keterampilan berpikir Tingkat Tinggi	47
3.7.2 Analisis Data Hasil Belajar Siswa	49

3.7.3 Uji N-gain	50
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil Penelitian	52
4.1.1 Penentuan Sampel Penelitian	52
4.1.2 Hasil Analisis Data Siswa (<i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>)	53
4.1.3 Analisis Data Efektivitas Model (PBL) terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Berfikir Tingkat Tinggi	57
4.2 Pembahasan	59
4.2.1 Efektivitas Penggunaan Model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) terhadap Hasil Belajar Siswa	61
4.2.2 Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi	64
BAB 5. KESIMPULAN	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68
Daftar Pustaka	70
Lampiran	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2-1 Grafik (P – V) proses isothermal	27
2-2 Grafik (P – V) proses isokhorik	27
2-3 Grafik (P – V) proses isobarik	28
2-4 Grafik (P – V) proses adiabatik	29
2-5 Eksperimen Hukum ke-0 Termodinamika	30
2-6 Skema transfer energi pada mesin kalor	34
2-7 Skema mesin Carnot	35
2-8 Skema Transfer energi pada pompa kalor dan mesin pendingin	37
3.1 Desain Penelitian	40
3.2 Bagan Prosedur Penelitian	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Sintaks atau Langkah-Langkah PBL	12
2.2 Perbedaan Taksonomi Bloom HOTS dan Anderson	17
2.3 Deskripsi dan Kata Kunci Revisi Taksonomi Bloom	17
3.1 Kriteria Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	48
3.2 Kriteria Hasil Belajar	51
4.1 Nilai Ulangan Harian Fisika Materi Sebelumnya Kelas XI MIPA	53
4.2 Rekapitulasi Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Hasil Belajar Siswa.....	54
4.3 Ringkasan Hasil <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Uji <i>Independent Sample T-test</i>	55
4.4 Ringkasan Hasil <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi dengan Uji <i>Paired Sample T-test</i>	56
4.5 Rekapitulasi Rata- Rata Hasil Belajar Siswa	58
4.6 Rekapitulasi <i>N-gain</i>	58
4.7 Rekapitulasi Hasil Nilai Berfikir Tingkat Tinggi Siswa	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Matrik Penelitian	74
Lampiran B. Data Ulangan Siswa Materi Sebelumnya	77
Lampiran C. Analisis Data Hasil Belajar Siswa	78
Lampiran C1. Nilai Ranah Kognitif Kelas Eksperimen	81
Lampiran C2. Nilai Ranah Afektif Kelas Eksperimen	82
Lampiran C3. Nilai Ranah Psikomotor Kelas Eksperimen	84
Lampiran D. Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi	85
Lampiran E. Silabus Pembelajaran	88
Lampiran F. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	97
Lampiran G. Kisi-Kisi Soal Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi	116
Lampiran H. Instrumen Tes Soal <i>Pre-test</i>	129
Lampiran I. Instrumen Tes Soal <i>Post-test</i>	132
Lampiran J. Rubrik Penilaian	134
Lampiran K. Pedoman Wawancara	137
Lampiran L. Instrumen Wawancara	139
Lampiran M. Lampiran Hasil Belajar Siswa	141
Lampiran N. Hasil Observasi	143
Lampiran O. Lembar Kerja Siswa	145
Lampiran P. Dokumentasi Penelitian	160
Lampiran Q. Lampiran Surat Penelitian	163

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengingat, bahwa mempelajari fisika sangat penting maka perlu adanya suatu pembelajaran yang efektif dan menyenangkan agar tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dapat terlaksana dengan baik, dan membuat peserta didik aktif dalam belajar. Pemilihan dan penggunaan model pembelajaran yang sesuai dengan materi pelajaran akan memberikan pelajaran yang bermakna bagi siswa dan menghindari dari rasa kejenuhan pada saat proses belajar mengajar. Hal ini dapat dilakukan oleh seorang guru dengan menciptakan pembelajaran yang efektif. Dengan kondisi yang seperti itu, diharapkan siswa menjadi senang terhadap pelajaran fisika dengan merubah paradigma yang awalnya menganggap fisika itu sulit menjadi fisika yang menyenangkan.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan salah satu potensi yang sangat diperlukan oleh peserta didik, pada zaman perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti sekarang ini, karena selain hasil dari IPTEK yang dapat dinikmati, teknologi ternyata juga timbul beberapa permasalahan bagi manusia dan lingkungan. Menurut Kuswana (2012: 200), Limpan menggambarkan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) melibatkan berpikir kritis dan kreatif yang dipandu oleh ide-ide kebenaran yang masing-masing mempunyai makna. Berpikir kritis dan kreatif saling ketergantungan, seperti juga kriteria dan nilai-nilai, nalar, dan emosi.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa berpikir tingkat tinggi merupakan salah satu potensi yang sangat diperlukan oleh setiap individu. Untuk itu, pada proses pembelajaran disetiap jenjang pendidikan seharusnya menitik beratkan pada pengembangan berpikir tingkat tinggi siswa melalui berfikir kritis dan kreatif. Namun upaya untuk melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa sering terjadi kesalahan dari seorang guru. Hal ini terlihat pada kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh seorang guru yang lebih banyak menggunakan metode pembelajaran konvensional (ceramah) di ikuti dengan diskusi dan tanya

jawab biasa. Berpikir tingkat tinggi tidak datang dengan sendirinya, harus ada upaya-upaya yang sistematis untuk mencapainya, misal melalui pembelajaran di sekolah.

Untuk mengetahui berpikir tingkat tinggi siswa khususnya dalam pembelajaran fisika, sangat perlu diberikan model pembelajaran yang sesuai. Di antara banyak model pembelajaran yang telah ada, model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan salah satu model pembelajaran yang mampu melatih siswa secara mandiri, melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan diharapkan mampu meningkatkan hasil belajar. Pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* (PBL) adalah model pembelajaran yang memberikan suatu masalah yang sesuai kenyataan dan bermakna kepada peserta didik untuk diselidiki secara terbuka dan ditemukan solusi penyelesaiannya. Barrows (1968 dalam Guedri 2001) juga mengungkapkan bahwa melalui PBL siswa dapat membangun pengetahuan yang berdaya guna karena masalah yang disajikan dapat merangsang proses kognitif, sehingga melalui model PBL tidak hanya kemampuan berpikir siswa yang akan meningkatkan tetapi juga hasil belajarnya. Potensi model PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan hasil belajar siswa pernah di ungkapkan oleh beberapa ahli dan peneliti lain. Dukungan tersebut antara lain disampaikan oleh Rina (2016) Efektivitas Pembelajaran Fisika Model *Problem Basesd Learning* (PBL) Melalui Metode POE Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik, dan penelitian yang dilakukan oleh Harnitayasri, *dkk* (2015) Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan Di Kelas X SMA Negeri 2 Polewali. Dan juga penelitian oleh Puspitasari (2012) Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa Mata Pelajaran Biologi Kelas X SMA Negeri 2 Surakarta.

Rina Dwi Jayanti, *dkk* (2016) menyimpulkan bahwa HOTS merupakan proses yang tidak hanya menghafal dan menyampaikan kembali informasi yang diketahui, tetapi juga kemampuan menghubungkan informasi yang telah dimiliki

dalam upaya menentukan keputusan dan memecahkan masalah pada situasi yang baru dan itu semua tidak lepas dari kehidupan sehari-hari.

Ada beberapa model pembelajaran Fisika yang berorientasi pada proses. Model ini dapat digunakan oleh guru, antara lain, *contextual teaching and learning* (Sabil, 2011); *Problem Based Learning* (Prima dan Kuniawati, 2011); *Inquiry* (Sukarman, dkk., 2011); *Kooperatif tipe STAD* (Nugroho dan Edi, 2009); dan lain-lain. Model pembelajaran yang biasanya menyajikan permasalahan untuk mengasah kemampuan berpikir dan meningkatkan HOTS peserta didik salah satunya adalah model *Problem Based Learning* (Rachmawati, dkk., 2015). Penelitian ini menarik untuk dikaji hal tersebut didasari dengan alasan sebagai berikut. Pertama, pada zaman perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi seperti sekarang ini, di sekolah siswa diharapkan mampu untuk berpikir tingkat tinggi, atau *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang melibatkan berpikir kritis dan kreatif. Kedua, guru dalam mengajar harus menggunakan strategi pembelajaran yang baik untuk menumbuhkan berpikir tingkat tinggi, dimulai dari pemilihan model pembelajaran yang digunakan didalam kelas.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas peneliti berkeinginan untuk melakukan penelitian dengan judul **“Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Termodinamika”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana hasil belajar siswa yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)?
- b. Bagaimana kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah pada permasalahan yang diteliti, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

- a. Cakupan materi fisika pada penelitian ini dibatasi hanya pada Termodinamika.
- b. Untuk mengetahui kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, maka digunakan model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*).
- c. Kemampuan berpikir tingkat tinggi pada penelitian ini dibatasi hanya pada soal-soal *HOTS*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui peningkatan hasil belajar dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).
- b. Untuk mengetahui peningkatan berpikir tingkat tinggi dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil kegiatan penelitian yang dilakukan dalam skripsi ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Bagi guru mata pelajaran fisika, dapat digunakan sebagai acuan dan masukan dalam menemukan model pembelajaran yang lebih efektif untuk melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.
- b. Bagi peneliti lain, sebagai tambahan wacana tentang pengembangan metode pembelajaran, serta sebagai acuan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

- c. Bagi sekolah yang terkait, hasil penelitian ini dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dimasa yang akan datang.
- d. Bagi peserta didik, dapat membantu siswa dalam melatih memecahkan suatu masalah dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hakekat Pembelajaran Fisika

Fisika merupakan salah satu pelajaran yang diajarkan pada jenjang pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA). Fisika merupakan pelajaran yang dapat menumbuhkan berpikir siswa, yang mampu menyelesaikan permasalahan atau fenomena alam yang terjadi di daerah sekitar kita dalam kehidupan sehari-hari. Fisika merupakan bagian dari sains, yang berkaitan dengan mencari tahu tentang fenomena alam secara sistematis. Sehingga IPA tidak hanya mengumpulkan penguasaan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, dan prinsip-prinsip saja melainkan juga merupakan proses penemuan.

Secara umum IPA meliputi tiga bidang ilmu dasar, yaitu biologi, fisika dan kimia. Fisika merupakan salah satu cabang dari IPA, dan merupakan ilmu yang lahir dan berkembang lewat langkah-langkah observasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengujian hipotesis melalui eksperimen, penarikan kesimpulan, serta penemuan teori dan konsep (Trianto, 2010; 137). Dapat diartikan bahwa hakikat fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang gejala suatu proses yang biasa dikenal dengan proses ilmiah yang dibangun atas dasar ilmiah dan terwujud sebagai produk yang tersusun atas tiga komponen berupa konsep, prinsip, dan teori yang berlaku secara universal.

Fisika merupakan ilmu *eksperimental*, yaitu ilmu yang berdasarkan dengan percobaan-percobaan untuk mengungkapkan hubungan sebab akibat dua variabel atau lebih, sehingga dapat menyelesaikan permasalahan atau fenomena alam yang terjadi di daerah sekitar kita dalam kehidupan sehari-hari.

2.2 Efektivitas Pembelajaran

Menurut Sadiman (dalam Trianto, 2009:20), keefektifan adalah hasil guna yang diperoleh setelah pelaksanaan proses belajar mengajar. Sedangkan menurut

Tim Pembina Mata Kuliah Didaktik Metodik Kurikulum IKIP Surabaya (dalam Trianto, 2009:20), keefektifan adalah mengajar dalam proses interaksi belajar yang baik adalah segala daya upaya guru untuk membantu para siswa agar bisa belajar dengan baik. Untuk mengetahui keefektifan mengajar yaitu dengan memberikan tes, sebab hasil tes dapat dipakai untuk mengevaluasi berbagai aspek proses pengajaran (Trianto, 2009:20). Keefektifan pembelajaran dapat dilihat secara klasikal jika 85% siswa mencapai KKM, dan jika siswa yang tuntas hanya mencapai 75% maka siswa akan diberikan remidi, siswa mencapai ketuntasan 85% diberikan pengayaan dan jika 85% secara individual siswa sudah tuntas diberikan izin akselerasi/percepatan.

Menurut pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa efektivitas pembelajaran merupakan tolak ukur dari sebuah model pembelajaran yang digunakan oleh guru untuk mengajar di kelas. Keefektifan mengajar dapat dilihat dengan menggunakan tes dan juga dapat dilihat secara klasikal apakah hasil yang diperoleh siswa mencapai KKM.

2.3 Model Pembelajaran

Pembelajaran merupakan suatu proses interaksi antara guru dengan siswa, baik interaksi secara langsung seperti kegiatan tatap muka maupun secara tidak langsung yaitu dengan menggunakan berbagai media pembelajaran. Kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai model pembelajaran (Rusman 2017; 134). Penggunaan model pembelajaran merupakan hal yang penting untuk meningkatkan mutu dan kualitas pembelajaran di dalam kelas. Model pembelajaran membantu guru dalam menciptakan kondisi belajar efektif dan efisien dalam mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran.

Menurut Joyce & Weil (dalam Rusman, 2017; 244) menyatakan, bahwa model pembelajaran adalah suatu rencana atau pola yang dapat digunakan untuk

membentuk kurikulum (rencana pembelajaran jangka panjang), merancang bahan-bahan pembelajaran dan membimbing pembelajaran di kelas.

Adapun ciri-ciri model pembelajaran menurut Rusman (2017; 244) ialah sebagai berikut:

- a. Berdasarkan teori pendidikan dan teori belajar dari para ahli tertentu.
- b. Mempunyai misi atau tujuan pendidikan tertentu.
- c. Dapat dijadikan pedoman untuk perbaikan kegiatan belajar mengajar di kelas.
- d. Memiliki bagian model-model yang dinamakan; (1) urutan langkah-langkah pembelajaran (*syntax*); (2) adanya prinsip-prinsip reaksi; (3) sistem sosial; (4) sistem pendukung. Bagian-bagian tersebut merupakan pedoman praktis bila guru akan melaksanakan suatu model pembelajaran.
- e. Memiliki dampak sebagai akibat terapan model pembelajaran. Dampak tersebut meliputi: (1) dampak pembelajaran, yaitu hasil belajar yang dapat diukur; dan (2) dampak pengiring, yaitu hasil belajar jangka panjang.
- f. Membuat persiapan mengajar (desain instruksional) dengan pedoman model pembelajaran yang dipilihnya.

Model pembelajaran dapat dijadikan pola pilihan, artinya para guru boleh memilih model pembelajaran yang sesuai dan efisien untuk mencapai tujuan pendidikannya. Terdapat beberapa model pembelajaran yang disarankan digunakan dalam pembelajaran IPA (Fisika) yang dianggap relevan dengan pendekatan *scientific*. Model-model pembelajaran tersebut diantaranya: (1) *Project Based Learning* (PjBL), (2) *Problem Based Learning* (PBL), (3) *Discovery Learning*, dan (4) *Inquiry Learning* (Kemendikbud, 2013:224). Maka, dalam hal ini penulis pada penelitiannya mengambil konsentrasi pada penggunaan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).

2.4 Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

Problem Based Learning pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1970-an Universitas Mc Master Fakultas Kedokteran Kanada, sebagai satu upaya menemukan solusi dalam diagnosis dengan membuat pertanyaan-pertanyaan sesuai situasi yang ada. Pada abad ke-21 pendidikan berhubungan dengan permasalahan baru yang ada di dunia nyata. Pendekatan pembelajaran berbasis masalah berkaitan dengan penggunaan intelegensi dari dalam individu yang berada dalam sebuah kelompok orang, atau lingkungan untuk memecahkan suatu masalah yang bermakna, relevan, dan kontekstual. Dalam hal ini, hasil pendidikan yang diharapkan meliputi pola kompetensi dan intelegensi yang dibutuhkan untuk berkiprah pada abad ke-21 (Rusman, 2017; 334).

Pendidikan harus membantu perkembangan terciptanya individu yang kritis dengan kreativitas yang sangat tinggi dan mempunyai tingkat keterampilan berpikir tingkat tinggi. Boud dan Feletti (1997) menjelaskan bahwa kurikulum Pembelajaran Berbasis Masalah membantu untuk meningkatkan perkembangan keterampilan belajar sepanjang hayat dalam pola pikir terbuka, reflektif, kritis dan belajar aktif. Menurut Tan (2000) dalam Rusman mengemukakan bahwa pembelajaran berbasis masalah merupakan penggunaan berbagai macam kecerdasan yang diperlukan untuk melakukan konfrontasi terhadap tantangan dunia nyata, kemampuan untuk menghadapi segala sesuatu yang baru, dan kompleksitas yang ada.

Menurut Tan (2003) yang dikutip oleh Rusman menyatakan bahwa pendekatan Pembelajaran Berbasis Masalah merupakan inovasi dalam pembelajaran karena dalam *Problem Based Learning* kemampuan berpikir siswa benar-benar dioptimalisasikan melalui proses kerja kelompok atau tim yang sistematis, sehingga siswa dapat memberdayakan, mengasah, menguji dan mengembangkan kemampuan berpikirnya secara berkesinambungan.

Dalam pembelajaran guru dituntut dapat memilih model pembelajaran yang dapat mengacu semangat peserta didik untuk ikut secara aktif terlibat dalam pengalaman belajarnya. Salah satu alternatif pembelajaran yang dapat memungkinkan dikembangkannya keterampilan berpikir siswa (penalaran, komunikasi, dan koneksi) dalam memecahkan masalah ialah pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*), (Rusman, 2017; 333). Menurut Chusnia Fadhila, *et al.* dalam penelitiannya bahwasanya model pembelajaran *Problem Based Learning* berpengaruh signifikan terhadap berpikir tingkat tinggi dan hasil belajar siswa. Dan penelitian menurut Rina Dwi Jayanti, *et al.* juga menjelaskan bahwa model pembelajaran *Problem Based Learning* dinyatakan efektif terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa SMA.

Karakteristik pembelajaran berbasis masalah menurut (Tan, 2000), ialah sebagai berikut:

- a. Permasalahan menjadi *starting point* dalam belajar;
- b. Permasalahan yang diambil ialah permasalahan yang ada di dunia nyata yang tidak terstruktur;
- c. Permasalahan membutuhkan perspektif ganda (*multiple perspective*);
- d. Permasalahan, menantang siswa dalam pengetahuan yang dimiliki, sikap, dan kompetensi yang kemudian membutuhkan identifikasi kebutuhan belajar dan bidang baru dalam belajar;
- e. Belajar pengarah diri menjadi hal yang utama;
- f. Pemanfaatan sumber pengetahuan yang beragam, penggunaannya, dan evaluasi sumber informasi merupakan proses yang esensial dalam pembelajaran berbasis masalah;
- g. Pengembangan keterampilan inkuiri dan pemecahan masalah sama pentingnya dengan penguasaan isi pengetahuan untuk mencari solusi dari sebuah permasalahan;

- h. Keterbukaan proses dalam pembelajaran berbasis masalah meliputi sintesis dan integrasi dari sebuah proses belajar; dan
- i. Pembelajaran berbasis masalah melibatkan evaluasi dan *review* pengalaman siswa dan proses belajar.

Karakteristik pembelajaran berbasis masalah menurut Muhammad Fathurrohman, ialah sebagai berikut:

1. Belajar dimulai dengan suatu masalah
2. Memastikan bahwa masalah yang diberikan berhubungan dengan dunia nyata peserta didik atau integrasi konsep dan masalah dunia nyata.
3. Mengorganisasikan pelajaran diseperti masalah, bukan di seputar disiplin ilmu.
4. Memberikan tanggung jawab yang besar kepada pembelajaran dalam membentuk dan menjalankan secara langsung proses belajar mereka sendiri.
5. Menggunakan kelompok kecil
6. Menuntut pembelajar untuk mendemonstrasikan apa yang telah mereka pelajari dalam bentuk suatu produk atau kinerja. Inilah yang akan membentuk *skill* peserta didik. Jadi, peserta didik diajarkan keterampilan.

Dari segi pedagogis, pembelajaran berbasis masalah didasarkan pada teori belajar konstruktivisme (Schmidt, 1993; Savery & Duffy, 1995; Hendry & Murphy, 1995) dengan ciri:

1. Pemahaman diperoleh dari interaksi dengan skenario permasalahan dan lingkungan belajar.
2. Pergulatan dengan masalah dan proses inkuiri masalah menciptakan disonansi kognitif yang menstimulasi belajar.

3. Pengetahuan terjadi melalui proses kolaborasi negosiasi sosial dan evaluasi terhadap keberadaan sebuah sudut pandang.

Pierce dan Jones (Howey, 2001:69) mengemukakan bahwa kejadian-kejadian yang harus muncul dalam implementasi PBL, adalah:

1. Keterlibatan (*engagement*): mempersiapkan siswa untuk berperan sebagai pemecah masalah dengan bekerja sama;
2. *Inquiry* dan investigasi: mengeksplorasi dan mendistribusikan informasi;
3. Performansi: menyajikan temuan;
4. Tanya Jawab (*debriefing*): menguji keakuratan dari solusi, dan
5. Refleksi terhadap pemecahan masalah.

A. Langkah-Langkah Model Pembelajaran PBL (*Problem Based Learning*)

Pada dasarnya, pembelajaran berbasis masalah diawali dengan aktivitas peserta didik untuk menyelesaikan masalah nyata yang sudah ditentukan atau disepakati. Proses penyelesaian masalah tersebut berimplikasi pada terbentuknya keterampilan peserta didik dalam menyelesaikan masalah dan berpikir tingkat tinggi serta sekaligus membentuk pengetahuan baru. Proses tersebut dilakukan dalam tahapan-tahapan atau sintaks pembelajaran yang disajikan pada tabel. Menurut Ibrahim *et al.* (dalam Rusman, 2011:243), langkah-langkah *Problem Based Learning* (PBL) ialah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Sintaks atau Langkah-Langkah PBL

Tahap	Aktivitas Guru dan Peserta Didik
Tahap 1 Mengorientasikan peserta didik terhadap Masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran dan sarana atau logistic yang dibutuhkan. Guru memotivasi peserta didik untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah nyata yang dipilih atau ditentukan.

Tahap 2 Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	Guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasi tugas belajar yang berhubungan dengan masalah yang sudah diorientasikan pada tahap sebelumnya.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai dan melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan kejelasan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu peserta didik untuk berbagi tugas dan merencanakan atau menyiapkan karya yang sesuai sebagai hasil pemecahan masalah dalam bentuk laporan, video, atau model.
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap proses pemecahan masalah yang dilakukan.

Menurut Arends (dalam Wisudawati, 2014:91), langkah-langkah pembelajaran dalam PBL, yaitu:

- a. Memberikan orientasi suatu masalah pada peserta didik.
- b. Mengorganisasi peserta didik untuk meneliti.
- c. Mendampingi dalam penyelidikan sendiri maupun kelompok.
- d. Mengembangkan dan mempresentasikan hasil.
- e. Analisis dan evaluasi dari proses pemecahan masalah.

B. Kelebihan PBL (*Problem Based Learning*)

Adapun kelebihan model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*), ialah sebagai berikut:

- a. Siswa didorong untuk memiliki kemampuan memecahkan masalah dalam situasi nyata.
- b. Siswa memiliki kemampuan membangun pengetahuannya sendiri melalui aktivitas belajar.
- c. Pembelajaran berfokus pada masalah sehingga materi yang tidak ada hubungannya tidak perlu dipelajari oleh siswa. Hal ini mengurangi beban siswa dengan menghafal atau menyimpan informasi.
- d. Terjadi aktivitas ilmiah pada siswa melalui kerja kelompok.
- e. Siswa terbiasa menggunakan sumber-sumber pengetahuan, baik dari perpustakaan, internet, wawancara dan observasi.
- f. Siswa memiliki kemampuan menilai kemajuan belajarnya sendiri.
- g. Siswa memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi ilmiah dalam kegiatan diskusi atau presentasi hasil pekerjaan mereka.
- h. Kesulitan belajar siswa secara individual dapat diatasi melalui kerja kelompok dalam bentuk *peer teaching*.

C. Kekurangan PBL (*Problem Based Learning*)

- a. PBL tidak dapat diterapkan untuk setiap materi pelajaran, ada bagian guru berperan aktif dalam menyajikan materi. PBL lebih cocok untuk pembelajaran yang menuntut kemampuan tertentu yang kaitannya dengan pemecahan masalah.
- b. Dalam suatu kelas yang memiliki tingkat keragaman siswa yang tinggi akan terjadi kesulitan dalam pembagian.

2.5 Pengertian Dan Konsep Soal *HOTS*

A. Pengertian

Kemampuan berpikir tingkat tinggi / *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* adalah proses berpikir yang mengharuskan murid untuk memanipulasi informasi dan ide-ide dalam cara tertentu yang memberi mereka pengertian dan implikasi baru (Gunawan, 2012:171). Limpan menggambarkan berpikir tingkat tinggi melibatkan berpikir kritis dan kreatif yang dipandu oleh ide-ide kebenaran yang masing-masing mempunyai makna. Berpikir kritis dan kreatif saling ketergantungan, seperti juga kriteria dan nilai-nilai, nalar dan emosi (Kuswana, 2012:200).

Menurut Ernawati (2017:196-197), berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* merupakan cara berpikir yang tidak lagi hanya menghafal secara verbalistik saja namun juga memaknai hakikat dari terkandung diantaranya, untuk mampu memaknai makna dibutuhkan cara berpikir yang integralistik dengan analisis, sintesis, mengasosiasi hingga menarik kesimpulan menuju penciptaan ide-ide kreatif dan produktif.

Berdasarkan beberapa pendapat diatas, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi / *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* merupakan kemampuan berpikir yang bukan hanya sekedar mengingat, menyatakan kembali, dan juga merujuk tanpa melakukan pengolahan, akan tetapi kemampuan berpikir untuk menelaah informasi secara kritis, kreatif, berkreasi dan mampu memecahkan masalah.

Soal-soal *HOTS* merupakan instrument pengukuran, digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi, yang merupakan kemampuan berpikir yang tidak sekedar mengingat (*recall*), menyatakan kembali (*restate*), atau merujuk tanpa melakukan pengolahan (*recite*). Soal-soal *HOTS* pada assessmen mengukur kemampuan; 1) transfer satu konsep ke konsep lainnya, 2) memproses dan

menerapkan informasi, 3) mencari kaitan dari berbagai informasi yang berbeda-beda, 4) menggunakan informasi untuk menyelesaikan masalah, dan 5) menelaah ide dan informasi secara kritis. Meski demikian, tidak berarti soal-soal yang berbasis *HOTS* lebih sulit dari pada soal *recall*.

Dalam dimensi pengetahuan, pada umumnya soal *HOTS* mengukur dimensi metakognitif, tidak sekedar mengukur dimensi faktual, konseptual, atau prosedural. Dimensi metakognitif menggambarkan kemampuan menghubungkan beberapa konsep yang berbeda, menginterpretasikan, memecahkan masalah (*problem solving*), memilih strategi pemecahan masalah, menemukan (*discovery*) metode baru, berargumentasi (*reasoning*), dan mengambil keputusan yang tepat.

Dimensi proses berpikir dalam Taksonomi Bloom sebagaimana yang telah disempurnakan oleh Anderson & Krathwohl (2001), terdiri atas kemampuan mengetahui (*knowing-C1*), memahami (*understanding-C2*), menerapkan (*applying-C3*), menganalisis (*analyzing-C4*), mengevaluasi (*evaluating-C5*), dan mengkreasi (*creating-C6*). Pada umumnya, soal-soal *HOTS* mengukur kemampuan pada ranah menganalisis (*analyzing-C4*), mengevaluasi (*evaluating-C5*), dan mengkreasi (*creating-C6*). (Eko Warisdiono, 2017:3).

Brookhart, menjelaskan bahwa tujuan penagjaran berdasarkan taksonomi kognitif Bloom menghendaki siswa untuk dapat menerapkan pengetahuan dan keterampilan untuk konteks baru, yaitu siswa dapat mengaplikasikan konsep yang belum terpikirkan sebelumnya. Dalam Taksonomi Bloom yang telah direvisi kemampuan berpikir tingkat tinggi melibatkan analisis (C4), mengevaluasi (C5) dan mencipta (C6) dianggap berpikir tingkat tinggi (Anderson & Krathworl, 2001). Anderson melakukan penelitian dan menghasilkan perbaikan terhadap taksonomi Bloom. Perbaikan yang dilakukan adalah mengubah taksonomi Bloom dari kata benda (*noun*) menjadi kata kerja (*verb*). Ini penting dilakukan karena taksonomi Bloom sesungguhnya adalah penggambaran proses berpikir. Selain itu juga dilakukan

pergeseran urutan taksonomi yang menggambarkan dari proses berpikir tingkat rendah (*low order thinking*) ke proses berpikir tingkat tinggi (*high order thinking*).

(Brookhart, S. M., 2010)

Tabel 2.2. Perbedaan Taksonomi Bloom HOTS dan Anderson

Taksonomi Bloom	Revisi Taksonomi Bloom
Analisis	Menganalisis
Sintesis	Menilai
Penilaian	Menciptakan

(Anderson & Krathword, 2001)

Deskripsi dan kata kunci setiap kategori dapat dilihat dalam tabel 2.3 berikut

Tabel 2.3. Deskripsi dan Kata Kunci Revisi Taksonomi Bloom

<i>Kategori</i>	<i>Kata Kunci</i>	
<i>Analizing (analisis):</i> Dapatkah peserta didik memilah bagian-bagian berdasarkan perbedaan dan kesamaannya?	Mengkaji, membandingkan, mengkontraskan, membedakan, melakukan deskriminasi, memisahkan, menguji, melakukan eksperimen, mempertanyakan.	
<i>Evaluating (evaluasi):</i> Dapatkah peserta didik menyatakan baik atau buruk terhadap sebuah fenomena atau objek tertentu?	Memberi argumentasi, mempertahankan, menyatakan, memilih, memberi dukungan, memberi penilaian, melakukan evaluasi.	<i>HOTS – Higher Order Thinking Skill</i>

<i>Kategori</i>	<i>Kata Kunci</i>
Creating (penciptaan):	Merakit, mengubah, Dapatkan peserta didik membangun, mencipta, menciptakan sebuah merancang, mendirikan, benda atau pandangan? merumuskan, menulis.

(Anderson dan Krathword, 2001)

B. Karakteristik Soal-Soal *HOTS*

1. Mengukur Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

The Australian Council for Educational Research (ACER) menyatakan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan proses: menganalisis, memberikan argument (alasan), menerapkan konsep pada situasi berbeda, menyusun, menciptakan. Kemampuan berpikir tingkat tinggi bukanlah kemampuan untuk mengingat, mengetahui atau mengulang. Dengan demikian, jawaban soal-soal *HOTS* tidak tersurat secara eksplisit dalam stimulus.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi termasuk kemampuan untuk memecahkan masalah (*problem solving*), keterampilan berfikir kritis (*critical thinking*), berpikir kreatif (*creative thinking*), kemampuan berargument (*reasoning*), dan kemampuan mengambil keputusan (*decision making*). Kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan salah satu kompetensi penting dalam dunia modern, sehingga wajib dimiliki oleh setiap peserta didik.

Kreativitas di dalam menyelesaikan *HOTS*, terdiri atas:

- a. Kemampuan menyelesaikan suatu permasalahan yang tidak familiar,
- b. Kemampuan mengevaluasi strategi digunakan untuk menyelesaikan masalah dari berbagai sudut pandang yang berbeda,
- c. Menemukan model-model penyelesaian baru yang berbeda dengan cara-cara sebelumnya.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi dapat dilatih didalam kelas. Oleh karena itu, agar peserta didik memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi, maka proses pembelajarannya juga memberikan ruang kepada peserta didik untuk menemukan konsep pengetahuan berbasis aktivitas. Aktivitas dalam pembelajarannya dapat mendorong peserta didik untuk membangun kreativitas dan berpikir kritis. (Eko Warisdiono, 2017:3).

2. Menggunakan Bentuk Soal Beragam

Terdapat beberapa alternatif bentuk soal yang dapat digunakan untuk menulis butir soal *HOTS*, menurut Eko Warirdiono, *et al.* (dalam Modul Penyusunan Higher Order Thinking Skill (HOTS)) adalah:

a. Pilihan ganda

Soal pilihan ganda terdiri dari pokok soal (*stem*) dan pilihan jawaban (*option*). Pilihan jawaban terdiri atas kunci jawaban dan pengecoh (*distractor*). Kunci jawaban ialah jawaban yang paling benar. Pengecoh merupakan jawaban yang tidak benar, namun memungkinkan seseorang terkecoh untuk memilihnya apabila tidak menguasai suatu materi pelajarannya dengan baik. Jawaban yang diharapkan (kunci jawaban), umumnya tidak termuat secara eksplisit dalam bacaan. Siswa diminta untuk menemukan jawaban soal yang terkait dengan bacaan menggunakan konsep-konsep pengetahuan yang dimiliki serta menggunakan penalaran. Jawaban yang benar diberikan skor 1, dan jawaban yang salah diberikan skor 0.

b. Uraian

Soal bentuk uraian adalah suatu soal yang jawabannya menuntut siswa untuk mengorganisasikan gagasan atau hal-hal yang telah dipelajari dengan cara mengemukakan atau mengekspresikan gagasan menggunakan kalimatnya sendiri dalam bentuk tertulis. Didalam menulis soal bentuk uraian, penulis soal harus mempunyai gambaran tentang ruang lingkup materi yang ditanyakan dan lingkup

jawaban yang di harapkan, kedalam panjang jawaban, atau rincian jawaban yang mungkin diberikan oleh siswa. Dengan kata lain, ruang lingkup ini menunjukkan kriteria luas atau sempitnya masalah yang ditanyakan. Ruang lingkup harus tegas dan jelas tergambar dalam rumusan soalnya.

Dengan adanya ruang lingkup soal, kemungkinan terjadinya ketidak jelasan soal dapat dihindari. Ruang lingkup ini juga akan membantu mempermudah pembuatan kriteria atau pedoman penskoran. Untuk melakukan penskoran, penulis soal dapat menggunakan rubrik atau pedoman penskoran. Setiap langkah atau kata kunci yang dijawab benar oleh peserta didik diberi skor 1, sedangkan yang salah diberi skor 0. Dalam sebuah soal banyaknya kata kunci atau langkah-langkah penyelesaian soal lebih dari satu. Sehingga skor untuk sebuah soal bentuk uraian dapat dilakukan dengan menjumlahkan skor tiap langkah atau kata kunci yang dijawab benar oleh siswa. (Eko Warisdiono, 2017:5).

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa soal diantaranya 5 buah soal pilihan ganda dan 5 buah soal uraian. Untuk soal pilihan ganda, apabila siswa dapat menjawab dengan benar maka diberi skor 1 dan apabila menjawab soal salah maka diberi skor 0. Sedangkan untuk soal uraian ialah memiliki kata kunci atau langkah-langkah penyelesaian soal lebih dari satu. Apabila siswa dapat menuliskan diketahui, ditanya maka diberi skor 2, siswa dapat menuliskan rumus dengan benar diberi skor 5, siswa dapat menguraikan rumus namun salah maka diberi skor 3, siswa dapat menguraikan rumus dengan benar diberi skor 10. Untuk skor soal uraian ialah menjumlahkan skor tiap kata kunci atau langkah-langkah dengan total skor 20.

Contoh Soal!

1. Sebuah mesin Carnot menggunakan reservoir suhu tinggi $327\text{ }^{\circ}\text{C}$, mempunyai efisiensi 60%. Agar efisiensi mesin Carnot naik menjadi 80% dengan suhu rendahnya tetap maka suhu tinggi mesin Carnot harus diubah menjadi?

Diketahui: $T_1 = 327^\circ C = 600 K$

$$\eta_1 = 60\%$$

$$\eta_2 = 80\%$$

} skor 4

Ditanya: Suhu tinggi mesin Carnot?

Jawab:

Kondisi mula-mula

$$\eta_1 = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\% \quad \text{]} \text{ skor 6}$$

$$60\% = \left(1 - \frac{T_2}{600}\right) \times 100\%$$

$$0,6 = 1 - \frac{T_2}{600}$$

$$\frac{T_2}{600} = 0,4$$

$$T_2 = 240 K$$

} skor 5

Kondisi akhir

$$\eta_2 = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$$

$$80\% = \left(1 - \frac{240}{T_1}\right) \times 100\%$$

$$0,8 = 1 - \frac{240}{T_1}$$

$$\frac{240}{T_1} = 0,2 \rightarrow T_1 = \frac{240}{0,2} = 1200 K$$

} skor 5

2.6 Model Pembelajaran Konvensional

Pembelajaran Konvensional adalah pembelajaran tradisional yang salah satu diantaranya adalah metode ceramah. Menurut Djamah (2010: 97), metode ceramah adalah metode yang tradisional karena sejak dulu metode ini telah digunakan sebagai alat komunikasi lisan antara guru dengan anak didik dalam proses belajar dan mengajar. Pembelajaran konvensional ditandai dengan ceramah dan diberikan penjelasan serta pembagian tugas.

Sukandi (2003), berpendapat bahwa pendekatan konvensional ditandai dengan guru mengajar lebih banyak mengajarkan tentang konsep-konsep bukan kompetensi. Tujuan dari model pembelajaran konvensional adalah siswa mengetahui sesuatu bukan mampu untuk melakukan sesuatu. Pada saat proses belajar mengajar siswa lebih banyak mendengarkan. Dalam proses pembelajaran terlihat bahwa pendekatan konvensional yang dimaksud adalah proses pembelajaran yang lebih banyak didominasi oleh guru sebagai “pentransfer ilmu”, sementara siswa lebih pasif sebagai “penerima” ilmu.

2.7 Termodinamika

Giancoli (2001) mengungkapkan bahwa termodinamika adalah nama yang diberikan untuk studi proses dimana energi di transfer sebagai kalor dan sebagai kerja. Namun berdasarkan asal kata, Moran dan Shapiro (2004) menjelaskan bahwa termodinamika berasal dari bahasa Yunani: *therme* = panas (kalor) dan *dynamis* = gerak. Sedangkan Young (2002) mengungkapkan bahwa termodinamika ialah suatu ilmu yang menjelaskan hubungan antara panas, kerja mekanik, dan aspek-aspek lain dari energi dan perpindahan energi. 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 memutuskan pada energi (terutama energi panas) dan transformasinya.

Hukum-hukum termodinamika selalu berkaitan dengan sistem dan lingkungan. Ada beberapa jenis sistem. Sistem tertutup adalah salah satu sistem yang tidak mempunyai massa masuk atau keluar (tetapi energi boleh saling bertukar dengan lingkungannya). Sistem tertutup dikatakan terisolasi jika tak terjadi pertukaran panas, benda atau kerja dengan lingkungan (Giancoli, 2001: 519).

2.7.1 Beberapa istilah dalam Termodinamika

a. Temperatur

Giancoli (2001: 449) mengungkapkan bahwa temperatur merupakan salah satu dari tujuh besaran pokok SI. Fisikawan mengukur temperature dalam skala kelvin yang unit satuannya disebut kelvin. Dalam kehidupan sehari-hari temperatur merupakan satu ukuran beberapa panas atau dinginnya suatu benda. Misalnya, sebuah oven yang panas dikatakan memiliki temperatur tinggi, sebaliknya es dari suatu danau beku dikatakan memiliki temperatur rendah. Untuk menggambarkan hal ini, digunakan dua batang tembaga dimana batang yang satu lebih panas dari batang yang lain. Jika kedua batang tersebut disentuhkan dan diisolasi terhadap lingkungannya, maka akan terjadi interaksi termal (kalor) (*thermal / heat interaction*). Selama terjadinya interaksi ini, dapat diamati bahwa volume batang yang dingin akan bertambah menurut waktu. Perubahan volume ini akan berakhir apabila tidak lagi terdapat perbedaan panas pada kedua batang tersebut. Ketika perubahan sifat dan interaksi antara kedua batang tersebut berakhir, maka tercapailah kondisi keseimbangan termal. Berdasarkan pengamatan seperti diatas dapatlah dikatakan bahwa kedua batang tersebut memiliki suatu sifat fisik yang menentukan apakah keduanya dalam kesetimbangan termal. Sifat seperti ini disebut sebagai temperatur.

b. Sistem, Lingkungan, dan Batas sistem

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. Diantara sistem dan lingkungan tersebut terdapat bagian yang memisahkan keduanya. Bagian yang memisahkan sistem dengan lingkungan dapat disebut batas sistem. Dengan adanya batas tersebut, dapat terlihat perbedaan dari bagian yang menjadi sistem, dan lingkungan. Nama lain dari batas sistem dapat disebut dinding. Dinding (batas sistem) yang membuat sistem itu mudah terpengaruhi oleh lingkungannya, cepat mencapai kesetimbangan termal dengan lingkungannya disebut dinding diatermik (Sutrisno, 2009).

Terdapat hubungan diantara sistem, lingkungan dan batas sistem. Sistem dibedakan menjadi sistem terbuka dan sistem tertutup. 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. Dalam sistem tertutup terdapat sistem lain yang disebut sistem terisolasi. Sistem tertutup dikatakan sebagai sistem terisolasi bila tidak memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan.

c. Usaha, Kalor, dan Energi Dalam

Usaha merupakan suatu bentuk perpindahan energi melalui gaya yang dilakukan sistem pada lingkungan atau sebaliknya di mana titik tangkap gaya mengalami perubahan keadaan. Dalam pendekatan makroskopik terhadap termodinamika, digambarkan keadaan sistem menggunakan berbagai variabel, seperti tekanan, volume, suhu dan energi dalam (Serway, 2010). Usaha oleh gas dinyatakan dalam variabel termodinamika, sehingga usaha (W) dapat dinyatakan oleh persamaan:

$$W = P(V_2 - V_1) \quad (2.1)$$

Keterangan:

W = Usaha yang dilakukan oleh gas (J)

P = Tekanan gas (Pa)

$V_2 =$ Volume gas akhir (m^3)

$V_1 =$ Volume gas awal (m^3)

Penentuan nilai usaha (W) adalah sebagai berikut:

- 1) Jika gas mengembang atau melakukan ekspansi (ΔV positif), W bernilai positif. Artinya, sistem melakukan usaha yang menyebabkan volume bertambah $V_2 > V_1$
- 2) Jika gas dimampatkan atau mengalami kompresi (ΔV negatif), W bernilai negative. Artinya, sistem dilakukan usaha yang menyebabkan volume berkurang $V_2 < V_1$

Proses yang dilalui oleh suatu sistem dapat dinyatakan dalam bentuk diagram PV. Usaha yang dilakukan pada (atau oleh) sistem merupakan luas daerah dibawah kurva. Sehingga bila grafik PV dari proses membentuk sebuah bidang datar, usaha yang dilakukan dapat diketahui dengan menghitung luas bidang datar tersebut.

Kalor merupakan suatu bentuk energi yang dapat berpindah dari lingkungan ke suatu sistem atau sebaliknya karena adanya perbedaan suhu antara sistem dan lingkungannya. Perlu ditekankan bahwa hanya dalam perpindahan saja energi itu disebut kalor (Sutrisno, 2009). Jika energi tersebut ada didalam sistem, maka energi tersebut tidak bisa disebut sebagai kalor. Kalor dikenali jika hanya melewati batas sistem, sehingga dalam termodinamika, istilah kalor dapat dapat disebut juga transfer panas (Alatas, 2015). Dari penjelasan diatas, kalor dan usaha (dapat disebut kerja) memiliki deskripsi yang sama. Untuk membedakannya, kalor didefinisikan sebagai transfer energi yang disebabkan oleh temperatur (Giancoli, 2001).

Energi dalam adalah semua energi dari sistem yang berhubungan dengan komponen mikroskopisnya (atom dan molekul) ketika dipandang dari kerangka acuan diam yang mengacu pada pusat massa sistem (serway, 2010). Dapat dihubungkan dengan kalor dan usaha, bahwa enrgi dalam merupakan kalor dan usaha yang

memasuki atau keluar dari sistem tersebut. Selain itu, energi dalam berhubungan dengan struktur molekul dan derajat aktivitas molekul dan dapat dilihat sebagai jumlah dari energi kinetik dan energi potensial molekul (Cengel, 2006). Hal ini mempertegas bahwa energi dalam hanya melihat apa yang terjadi didalam sistem dan yang mempengaruhi sistem tersebut. Jadi energi dalam adalah sifat dari sistem, karena perubahan energi dalam hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir (Ainie, 2010).

2.7.2 Proses Termodinamika

Usaha yang dilakukan oleh gas ideal tergantung dari jenis proses yang dilakukan berkaitan dengan suhu, volume, tekanan dan energi dalam gas. Proses tersebut meliputi proses isothermal, isokhorik, isobarik dan adiabatik.

a) Proses Isotermal

Proses isotermal dari Bahasa Yunani yang berarti temperatur yang sama. Agar proses menjadi isotermal, setiap aliran panas yang masuk atau keluar sistem harus berlangsung dengan cukup lambat sehingga kesetimbangan termal terjaga. Jika sistem merupakan gas ideal, maka $PV = nRT$, sehingga untuk temperatur konstan $PV =$ konstan. Usaha yang dilakukan oleh sistem mengalami perubahan tekanan dan volume sehingga dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$W = nRT \ln \frac{V_1}{V_2} \quad (2.2)$$

Keterangan:

n = banyaknya mol gas (mol)

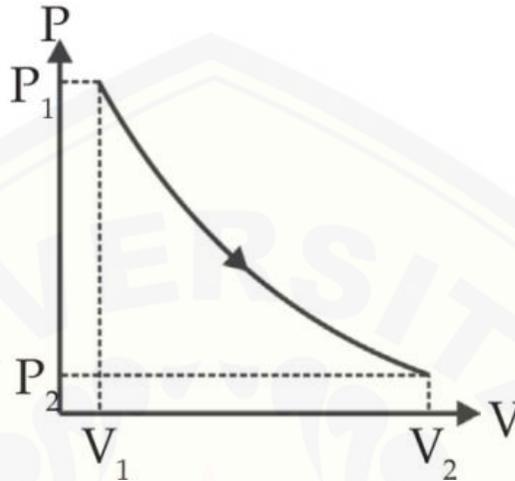
R = tetapan gas umum = 8,31 J/molK

T = suhu gas (K)

V_1 = volume gas mula-mula (m^3)

V_2 = volume gas akhir (m^3)

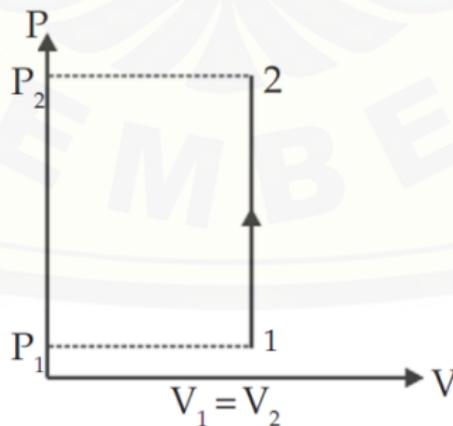
Proses isothermal dalam grafik PV dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Grafik ($P - V$) proses isothermal

b) Proses Isokhorik

Proses isokhorik atau isovolumetric adalah proses dimana volume tidak berubah. Perubahan tekanan akan menghasilkan perubahan suhu gas bila suhu gas dinaikkan maka tekanan gas pun akan bertambah, begitupun sebaliknya. Proses isokhorik dalam grafik PV dapat dilihat pada Gambar 2.2.

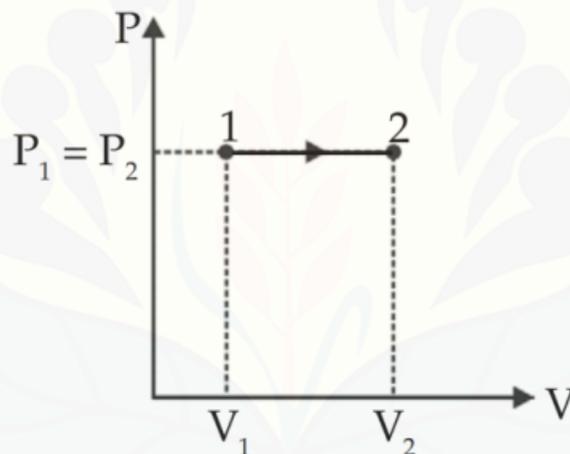


Gambar 2.2 Grafik ($P - V$) proses isokhorik

Pada proses isokhorik, dapat dilihat dari grafik bahwa tidak terjadi perubahan volume ($\Delta V = 0$). Karena sistem tidak mengalami perubahan volume, maka usaha yang dilakukan oleh sistem sama dengan nol.

c) Proses Isobarik

Proses isobarik adalah proses dimana tekanan dijaga tetap konstan sehingga proses digambarkan sebagai garis lurus pada grafik PV seperti pada Gambar 2.3. Pada proses isobaric perubahan suhu pada gas akan menimbulkan perubahan volume gas, sehingga usaha yang dilakukan oleh gas dapat dinyatakan sebagai $W = P \times \Delta V$.

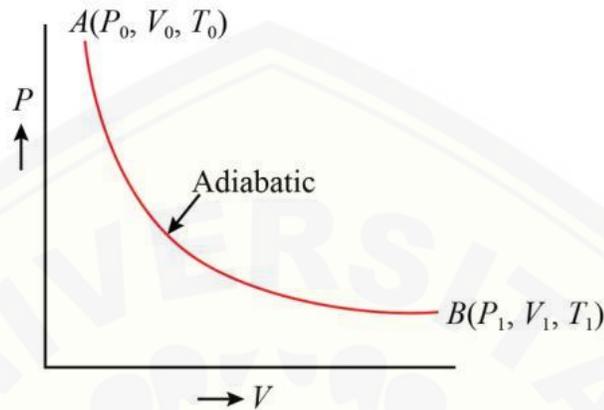


Gambar 2.3 Grafik ($P - V$) proses isobarik

d) Proses Adiabatik

Proses adiabatik adalah suatu proses dimana tidak ada kalor yang dibiarkan ke dalam atau keluar sistem ($Q = 0$). Kalor dapat dicegah untuk mengalir dengan membungkus sistem dengan bahan isolator termal, maupun melakukan proses secara sangat cepat sehingga tidak ada cukup waktu untuk terjadinya aliran panas. Bila dilihat grafik PV antara proses isothermal dan adiabatik memiliki kemiripan, namun ada perubahan bentuk, yaitu pada proses adiabatik, garis yang terbentuk lebih curam

dibandingkan proses isothermal. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.4 posisi dari keempat proses termodinamika berikut ini.



Gambar 2.4 Grafik ($P - V$) proses adiabatik

2.7.3 Hukum ke-0 Termodinamika

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). Misalnya pada Gambar 2.5, dengan menempatkan termoskop (yang akan kita sebut benda C) pada situasi kontak secara langsung dengan benda lain (benda A). Seluruh sistem terkurung dalam kotak isolasi berdinding tebal. Angka-angka yang ditampilkan oleh termoskop akan terus berubah, hingga akhirnya angka tersebut mencapai titik stabilnya (mari kita anggap angka yang terbaca adalah “22.5”) dan tidak ada perubahan lebih lanjut terjadi. Dan kita menganggap bahwa setiap pengukuran nilai benda C dan benda A telah stabil atau tidak berubah. Lalu dapat kita katakan bahwa dua benda berada dalam kesetimbangan panas satu sama lain. Meskipun pembacaan untuk benda C belum dikalibrasi, kita dapat menyimpulkan bahwa benda C dan benda A pasti berada pada suhu yang sama. Selanjutnya misalkan benda C untuk mengalami kontak langsung dengan benda B (Gambar b) dan kita temukan bahwa kedua benda berada pada kesetimbangan termal yang sama pada pembacaan oleh termoskop. Dan pastinya benda C dan benda B berada pada suhu yang sama. Jika benda A dan benda B berada

pada satu tempat (Gambar c) akan mengalami kontak langsung dan memiliki kesetimbangan termal. Dari ketiga gambar tersebut tercakup dalam Hukum ke-0 Termodinamika: “Jika benda A dan benda B masing-masing dalam kesetimbangan termal dengan benda ketiga yaitu C, maka A dan B berada dalam kesetimbangan termal satu sama lain” (Halliday *et al.*, 2010:515).



Gambar a

Gambar b

Gambar b

Gambar 2.5 Eksperimen Hukum ke-0 Termodinamika

2.7.4 Hukum ke-1 Termodinamika

Hukum 1 termodinamika merupakan perluasan dari hukum kekekalan energi dalam mekanika. Dalam hukum pertama termodinamika, kasus khusus dari hukum kekekalan energi yang meliputi perubahan energi dalam perpindahan energi dalam berupa kalor dan usaha (Serway, 2010). Energi dalam sistem didefinisikan sebagai jumlah total semua energi molekul sistem. Hukum 1 Termodinamika menyatakan bahwa: “Jumlah kalor yang di tambahkan pada suatu sistem sama dengan perubahan energi dalam sistem ditambah usaha yang dilakukan oleh sistem”. Sehingga, meskipun suatu bentuk energi berubah kedalam bentuk energi lain, jumlah seluruh energi selalu tetap. Secara matematis, hukum 1 termodinamika ditulis sebagai berikut.

$$\Delta U = Q - W \quad (2.3)$$

(Young, 2002).

Keterangan:

ΔU = Perubahan energi dalam sistem (J)

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

W = Usaha luar yang dilakukan oleh atau kepada sistem (J)

Pada persamaan 2.3 antara kalor dan usaha yang terjadi pada sistem, memiliki perjanjian tanda untuk beberapa keadaan. Perjanjian tanda tersebut terdiri dari 4 pernyataan berikut:

- Ketika panas (Q) ditambahkan ke sistem, Q bernilai positif
- Ketika panas (Q) dipindahkan keluar sistem, Q bernilai negative
- Ketika kerja/usaha (W) dilakukan oleh sistem, W bernilai positif
- Ketika kerja/usaha (W) dilakukan terhadap sistem, W bernilai negatif

(Young, 2002)

Karena Q dan W menyatakan energi yang ditransfer ke dalam atau keluar sistem, energi dalam juga ikut berubah. Persamaan hukum pertama termodinamika digunakan untuk sistem tertutup. Aplikasi dari hukum 1 termodinamika diterapkan dalam ke empat proses termodinamika. Dalam proses termodinamika seperti isobaric, isothermal, isokhorik, dan adiabatik, setiap proses memiliki ciri khusus dan digabungkan dengan persamaan hukum 1 termodinamika. Pada proses isothermal, energi dalam dari gas ideal merupakan suatu fungsi dari suhu (Serway, 2010). Sedangkan pada proses isothermal, suhu dijaga konstan. Sehingga untuk sistem tersebut, jika suhu konstan, energi dalam juga konstan: $\Delta U = 0$ dan $Q = W$ (Young, 2002). Sehingga semua energi yang masuk ke dalam sistem yang mengalami proses isothermal sebagai panas (Q) harus keluar sistem sebagai usaha yang dilakukan sistem tersebut.

$$W = nRT \ln \frac{V_1}{V_2} \quad (2.4)$$

Pada proses isobarik, tidak terjadi perubahan tekanan sehingga persamaan hukum 1 termodinamika berlaku bila sistem menerima atau mengeluarkan panas dan mendapatkan atau melakukan usaha. Karena, secara umum tidak satupun dari ketiga kuantitas $\Delta U, Q$ dan W , Q adalah nol pada proses isobarik (Young, 2002). Bila volume gas bertambah, berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif (proses ekspansi). Jika volume gas berkurang, berarti pada gas dilakukan usaha atau usaha negative (proses kompresi). Usaha yang dilakukan oleh gas pada proses isobarik besarnya

$$W = p\Delta V \quad (2.5)$$

Pada proses isokhorik tidak terjadi perubahan volume pada proses isokhorik dapat diartikan sistem tidak melakukan usaha pada lingkungan ataupun sebaliknya. Karena $W = 0$ maka persamaan hukum 1 termodinamika menjadi (Young, 2002):

$$\Delta U = Q \quad (2.6)$$

Keterangan:

ΔU = Perubahan energi dalam sistem (J)

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

Persamaan ini menyatakan bahwa jika energi ditambahkan oleh kalor ke sistem yang dijaga supaya volumenya tetap, maka seluruh energi yang dipindahkan tetap berada di dalam sistem sebagai suatu peningkatan dari energi dalamnya (Serway, 2010). Jadi jika panas diserap oleh suatu sistem (yaitu, jika Q adalah positif), maka energi internal sistem akan meningkat. Sebaliknya, jika usaha panas hilang proses, (yaitu, jika Q adalah negatif), maka energi internal sistem akan menurun. Pada proses adiabatik proses yang terjadi sangat cepat dan tidak terjadi aliran kalor antara sistem

dan lingkungan ($Q = 0$). Persamaan dari hukum 1 termodinamika menjadi (Young, 2002):

$$\Delta U = -W \quad (2.7)$$

Keterangan:

ΔU = Perubahan energi dalam sistem (J)

W = Usaha luar yang dilakukan oleh atau kepada sistem (J)

Persamaan ini menyatakan bahwa (Young, 2002):

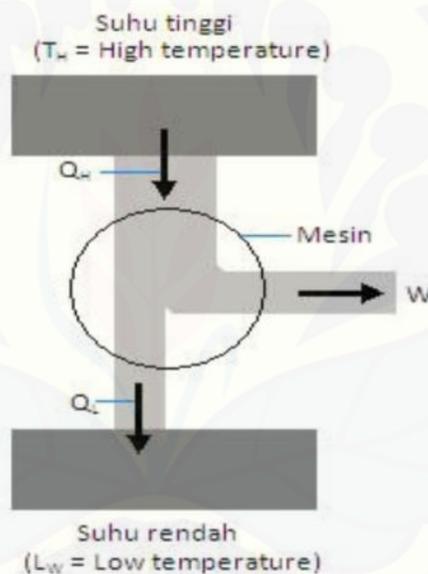
- a) Ketika sistem berekspansi secara adiabatik, W adalah positif (sistem melakukan usaha terhadap lingkungannya), maka ΔU adalah negative dan energi dalam akan berkurang.
- b) Ketika sistem dikompresi secara adiabatik, W adalah negative (kerja dilakukan terhadap sistem oleh lingkungan), dan U akan meningkat.

2.7.5 Hukum ke-2 Termodinamika

Ilmuan dalam abad 19 pertengahan mencoba memformulasikan prinsip baru yang dikenal sebagai Hukum Termodinamika kedua. Hukum ini merupakan pernyataan tentang proses mana yang terjadi di alam dan mana yang tak terjadi. Satu pernyataan yang ditemukan R.J.E. Clausius (1822-1888) adalah bahwa “Kalor mengalir secara alamiah dari obyek panas ke obyek dingin, kalor tidak akan mengalir secara spontan dari obyek dingin ke obyek panas” (Giancoli, 2001). Pernyataan lain dari hukum kedua termodinamika dirumuskan oleh Kelvin Planck yaitu, “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”.

a. Mesin Kalor

Mesin kalor adalah alat yang mengubah energi termal menjadi kerja mekanik, seperti mesin uap dan mesin mobil. Ide dasar yang melatarbelakangi setiap mesin kalor adalah energi mekanik yang dapat diperoleh dari energi termal yang membawa suatu zat kerja menyerap energi berupa kalor hanya jika kalor mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah. Mesin kalor bekerja dari benda bersuhu tinggi yang masuk kedalam mesin kalor, kemudian mesin mengubahnya kalor tersebut menjadi sejumlah usaha, namun mesin membuang sejumlah kalor yang memiliki suhu lebih rendah dari suhu awal. Penjelasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



Gambar 2.6 Skema transfer energi pada mesin kalor

Efisiensi adalah ketepatan cara (usaha, kerja) dalam menjalankan sesuatu. Sehingga pada mesin kalor, efisiensi mesin (η) dapat diartikan sebagai perbandingan dari keluaran yang diharapkan mesin (W) dengan kalor masukan ke mesin kalor (Q_H).

$$\eta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \quad (2.8)$$

Keterangan:

η = Efisiensi

W = Usaha

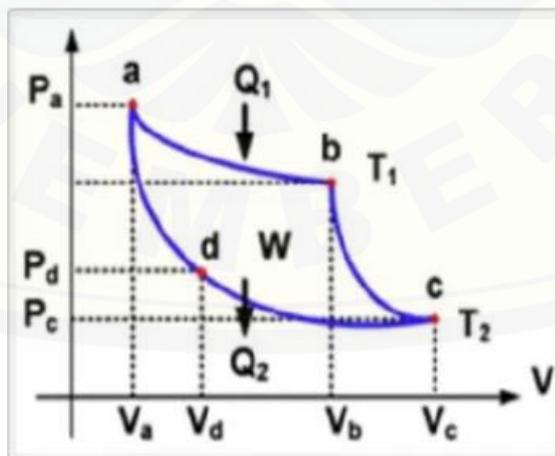
Q_H = Kalor dengan suhu tinggi (J)

Q_L = Kalor dengan suhu rendah (J)

Dari persamaan 2.8 diketahui bahwa efisiensi akan lebih besar jika Q_L dapat dibuat kecil dan untuk memberikan efisiensi %, persamaan harus dikalikan 100.

b. Mesin Carnot

Pada tahun 1824 seorang insinyur Perancis bernama Sadi Carnot (1796-1831) memperkenalkan metode baru untuk meningkatkan efisiensi suatu mesin berdasarkan siklus usaha yang selanjutnya dikenal sebagai siklus Carnot. Skema dari mesin Carnot sama dengan skema mesin kalor yaitu berasal dari masukan bersuhu tinggi dan menghasilkan usaha serta kalor bersuhu rendah. Siklus Carnot terdiri dari dua proses isothermal reversibel dan dua proses adiabatik reversibel (Young, 2002). Skema siklus Carnot dapat dilihat pada Gambar 2.7 di bawah.



Gambar 2.7 Skema Mesin Carnot

Mesin Carnot bekerja dalam satu siklus, dan siklus untuk mesin Carnot yang terjadi adalah sebagai berikut (Young, 2002):

- a) Gas berekspansi secara isothermal pada suhu T_H menyerap panas Q_H/Q_1 (*ab*)
- b) Ekspansi terjadi secara adiabatik sampai suhu turun ke T_L (*bc*)
- c) Kompresi terjadi secara isothermal pada T_L mengeluarkan panas Q_L/Q_2 (*cd*)
- d) Kompresi secara adiabatik kembali ke keadaan semula pada suhu T_H (*da*)

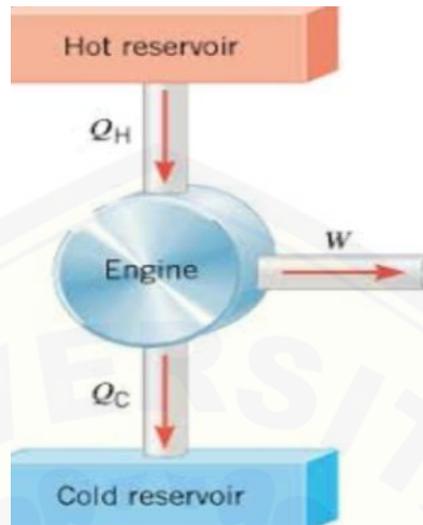
Pada mesin Carnot dalam satu siklus selesai maka akan kembali ke keadaan semula (reversibel). Hal penting adalah bahwa untuk mesin yang reversibel, kalor Q_H dan Q_L sebanding dengan temperatur operasi T_H dan T_L (dalam Kelvin) sehingga efisiensi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\eta_{ideal} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad (2.9)$$

Menurut Kelvin-Planck untuk Hukum kedua Termodinamika menyatakan bahwa “Tidak ada alat yang mungkin yang efek satu-satunya untuk mengubah sejumlah kalor yang diberikan secara sempurna kedalam kerja”. Maksudnya tidak ada (efisiensi 100%) mesin kalor yang benar-benar sempurna. Contoh, jika mesin kapal tidak membutuhkan reservoir (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).

c. Mesin Pendingin

Prinsip operasi mesin pendingin kebalikan dari mesin kalor (Giancoli, 2001). Pada sebuah mesin pendingin, mesin menerima energi dari reservoir yang dingin dan mengeluarkan energi dari reservoir yang panas (serway, 2010) seperti diagram pada gambar 2.8 dengan melakukan kerja W , kalor di ambil dari daerah suhu rendah T_L (bagian dalam lemari es) dan sejumlah besar kalor dilepaskan pada suhu tinggi T_H (ruangan). Skema yang terjadi dalam mesin pendingin dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut ini



Gambar 2.8 Skema Transfer energi pada pompa kalor dan mesin pendingin

Ukuran penampilan sebuah mesin pendingin dinyatakan dengan koefisien daya guna (koefisien kinerja). Koefisien kinerja (CP) lemari es didefinisikan sebagai kalor yang digerakkan dari daerah suhu rendah, Q_L dibagi dengan W , dilakukan untuk menggerakkan kalor, yang ditulis sebagai berikut:

$$CP = \frac{Q_L}{W} \quad (2.10)$$

(Giancoli, 2001:531-532).

2.8 Pengertian Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan bagian terpenting dalam pembelajaran. Menurut Hamalik (2008:30), hasil belajar ialah terjadinya perubahan tingkah laku pada orang tersebut, misalnya dari tidak tahu menjadi tahu, dan dari tidak mengerti menjadi mengerti. Menurut Suprijono (2013:5), hasil belajar adalah pola-pola perbuatan, nilai-nilai, pengertian-pengertian, sikap-sikap, apresiasi dan keterampilan. Sedangkan menurut Jihad dan Haris (2008:14), hasil belajar merupakan pencapaian bentuk

perubahan perilaku yang cenderung menetap dari ranah kognitif, efektif dan psikomotorik dari proses belajar yang dilakukan dalam waktu tertentu.

Berdasarkan pendapat tersebut, maka hasil belajar merupakan perubahan perilaku dan kemampuan yang diperoleh peserta didik setelah mendapatkan pembelajaran dan menjadi tolak ukur siswa dalam mengetahui dan memahami suatu pengetahuan dalam pelajaran. Hasil belajar dapat dilihat dari kegiatan evaluasi yang bertujuan untuk mendapatkan data yang akan menunjukkan tingkat kemampuan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran.

2.9 Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Termodinamika

Model *Problem based Learning* (PBL) adalah suatu model pembelajaran yang melibatkan siswa untuk memecahkan suatu masalah melalui tahap-tahap metode ilmiah, sehingga siswa dapat mempelajari pengetahuan yang berhubungan dengan masalah tersebut dan memiliki keterampilan untuk memecahkan masalah (Kamdi, 2007:76). Fisika merupakan salah satu cabang sains yang mempelajari fenomena dan gejala alam yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari (Kadri dan Rahmawati, 2015). Termodinamika merupakan suatu ilmu fisika yang menjelaskan hubungan antara panas kerja mekanik, dan aspek-aspek lain dari energy (Young, 2002).

Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada materi termodinamika ini yaitu siswa dituntut untuk menyelesaikan masalah, pertama siswa diberi sebuah masalah berupa soal-soal HOTS (*Higher Order Thinking Skill*), untuk menyelesaikan suatu masalah siswa dibentuk kelompok antara 5-6 siswa, kemudian siswa melakukan sebuah diskusi kelompok untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang berkaitan dengan materi termodinamika. Dalam kegiatan diskusi guru memberi bimbingan, guru secara bergilir mendekati masing-masing kelompok untuk memberi penguat

serta penjelasan sesuatu hal yang belum di pahami oleh siswa. Dalam hal ini, setelah diskusi kelompok perwakilan dari masing-masing kelompok membacakan atau mempresentasikan kedepan hasil dari diskusi kelompok.

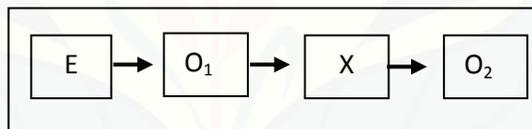


BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian Pra eksperimen (*Pre experimental design*), hanya menggunakan satu kelas yang diberikan perlakuan dan tidak memiliki kelas kontrol (Campbell and Stanley, 1996).

Desain penelitian yang digunakan adalah *Group Pretest-Posttest Design*, desain penelitian yang terdapat *pre-test* sebelum diberiperlakukan dan *post-test* setelah diberi perlakuan. Dengan demikian dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum diberi perlakuan (Sugiono, 2001:64). Agar dapat memahami desain penelitian tersebut maka dinyatakan dalam gambar 3.1 desain penelitian berikut.



Gambar 3.1. Desain Penelitian

Keterangan:

- E* : Kelas eksperimen
- O*₁ : Hasil *pre-test* awal
- X* : Perlakuan berupa model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)
- O*₂ : Hasil *post-test* akhir

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan untuk menentukan lokasi penelitian adalah *Purposive Sampling Area* yaitu teknik pengambilan sampel dengan tidak berdasarkan random, daerah atau strata, melainkan berdasarkan atas adanya pertimbangan yang berfokus pada tujuan tertentu (Arikunto, 2006).

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2019/2020, setelah proposal ini diuji dan disetujui oleh penguji dan pembimbing.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel beserta definisi operasionalnya dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas dalam penelitian adalah model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*)
- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar siswa dan kemampuan *High Order Thinking skill* (HOTS)
- c. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah siswa dan materi pelajaran (Termodinamika).

3.3.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel dijelaskan untuk menghindari pengertian yang meluas atau perbedaan persepsi dalam penelitian ini. Adapun definisi operasional variabel yang terdapat pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. PBL (*Problem Based Learning*) merupakan metode pembelajaran berbasis masalah yang berfungsi sebagai acuan untuk mengukur keefektifannya terhadap hasil belajar dan berpikir tingkat tinggi.
- b. Hasil belajar merupakan ukuran untuk mengetahui efektivitas dari model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*) dengan soal HOTS.
- c. Berpikir tingkat tinggi juga merupakan ukuran untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*).
- d. Siswa dan materi (Termodinamika) merupakan variabel yang berfungsi untuk menetralisasi pengaruhnya terhadap model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*).

3.4 Subjek Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari objek atau subjek yang memiliki kualitas dan kuantitas tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2015:117). Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh siswa SMA Negeri Ambulu, sedangkan populasi terjangkaunnya adalah seluruh siswa SMA Negeri Ambulu kelas XI yang terdiri dari 7 kelas pada tahun ajaran 2019/2020.

3.4.2 Subjek Penelitian

Menurut Purwanto (2008: 141), sampel merupakan sebagian dari populasi yang memiliki ciri sama dengan populasi. Dalam menentukan sampel menggunakan metode *purposive sampling area*, yaitu teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu. Pada populasi sekolah SMA setelah melakukan observasi maka dipilih beberapa kelas yang memenuhi beberapa kriteria untuk dijadikan sampel, kriteria pertama adalah kelas tersebut merupakan kelas XI. Kemudian untuk kriteria kedua adalah kelas tersebut merupakan kelas XI MIPA.

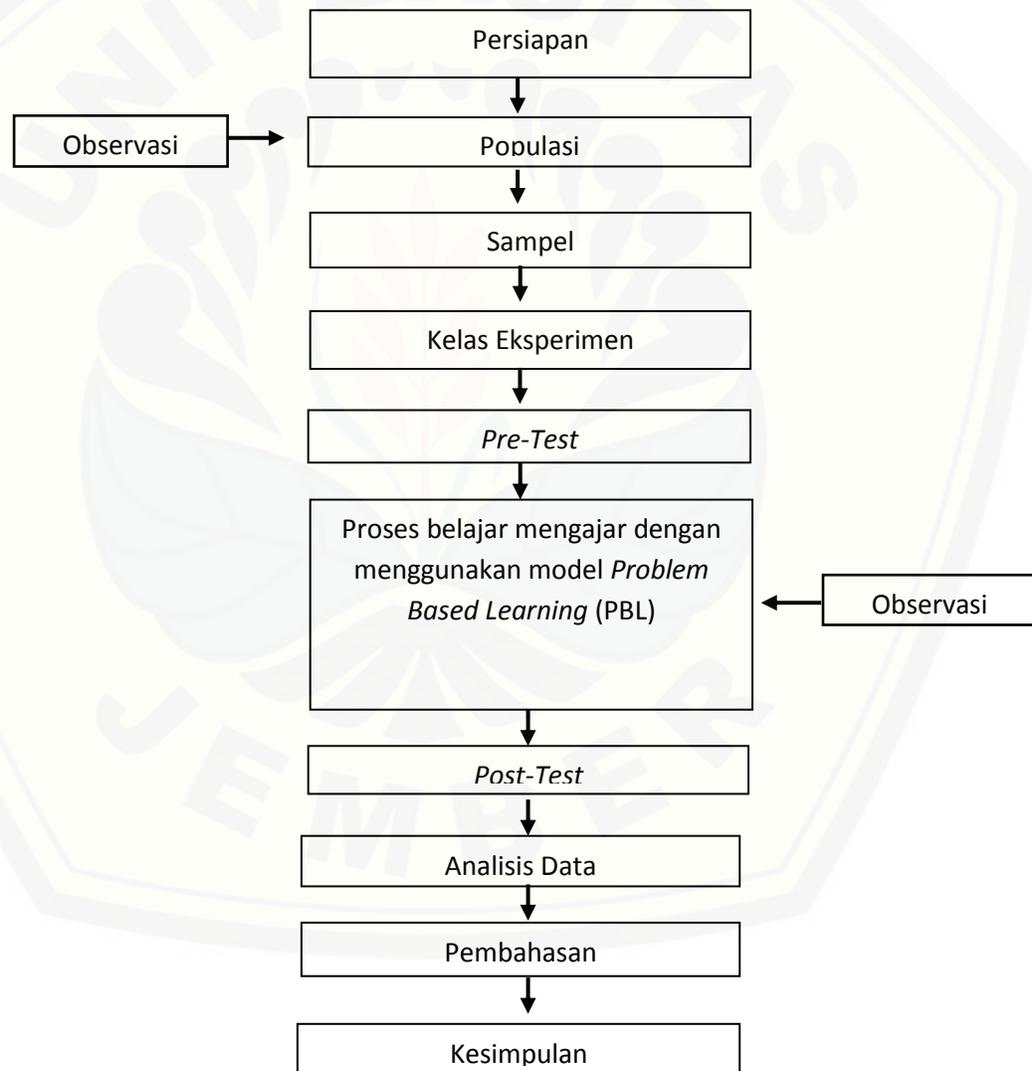
3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang akan 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 eksperimen menggunakan *purposive sampling area*.
- g. Peneliti melakukan *pretest* pada kelas eksperimen
- h. Peneliti melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) pada kelas eksperimen
- i. Peneliti melakukan observasi dan mengisi lembar penilaian kemampuan afektif kolaboratif ilmiah siswa ketika kegiatan pembelajaran berlangsung pada kelas eksperimen.

- j. Peneliti melakukan *posttest* pada kelas eksperimen.
- k. Peneliti menganalisa data yang telah diperoleh
- l. Peneliti membahas hasil analisa data
- m. Peneliti membuat kesimpulan.

Berikut merupakan alur penelitian efektivitas model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi dan hasil belajar siswa dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2. Bagan Prosedur Penelitian

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang relevan, akurat, dan sesuai dengan tujuan penelitian. Terdapat beberapa teknik pengumpulan data yang peneliti gunakan dalam penelitian. Teknik dan instrument pengumpulan data keterampilan berpikir tingkat tinggi dan data hasil belajar siswa akan diuraikan sebagai berikut:

3.6.1 Data Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Data keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan suatu cara yang digunakan untuk mengetahui indikator, kriteria, instrument, prosedur, dan jenis data apa yang digunakan di dalam penelitian. Adapun penjelasan detailnya ialah sebagai berikut:

- a. Indikator penelitian berpikir tingkat tinggi pada penelitian ini adalah:
 - a) Menganalisis (*Analyzing-C4*), terdiri dari beberapa soal.
 - b) Mengevaluasi (*Evaluating-C5*), terdiri dari beberapa soal.
 - c) Mengkreasi (*Creating-C6*), terdiri dari beberapa soal.
- b. Instrument

Pengumpulan data keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada penelitian yaitu dengan pemberian tes. Menurut Arikunto (2010:193), tes adalah serentetan pertanyaan atau latihan serta alat lain yang digunakan untuk mengukur keterampilan, pengetahuan intelegensi dan bakat yang dimiliki oleh individu maupun kelompok.

Tes disini dipergunakan untuk mengumpulkan data tentang hasil belajar siswa. Tes yang digunakan oleh peneliti yaitu *pretest* dan *post-test* berupa soal uraian yang terdiri dari beberapa soal. Soal *pretest* dan *post-test* yang diberikan ialah berdasarkan indikator berpikir tingkat tinggi dengan skor maksimal 100 bagi siswa yang menjawab seluruh soal dengan benar.

c. Prosedur

Soal *pretest* diberikan sebelum proses kegiatan pembelajaran pada jam pelajaran sedangkan soal *post-test* diberikan sesudah proses pembelajaran pada jam pelajaran. Jenis data penelitian ini ialah data interval yang datanya diperoleh dari skor hasil *pretest* dan *post-test*.

3.6.2 Data Hasil Belajar Siswa

a. Indikator

Dalam penelitian ini hasil belajar siswa ditinjau dari aspek kognitif, psikomotorik dan afektif.

b. Instrument

Hasil belajar siswa pada penelitian ini pada aspek kognitif yang diwujudkan dalam bentuk *post-test* yang diberikan di akhir pembelajaran dengan beberapa soal.

3.6.3 Teknik Pendukung Pengumpulan Data

a. Wawancara

Wawancara yang dilakukan pada penelitian ini ialah menggunakan wawancara terpinpin yakni peneliti telah menyiapkan pertanyaan-pertanyaan terlebih dahulu sebelum ditanyakan pada sumber informasi (guru fisika). Informasi yang diperoleh dalam penelitian pada saat wawancara yaitu tentang model pembelajaran yang digunakan oleh guru pada pembelajaran di kelas, hasil belajar siswa, kendala-kendala yang dihadapi oleh guru, kesulitan yang dialami siswa pada saat pembelajaran fisika, dan pendapat siswa tentang bagaimana pembelajaran fisika di kelas.

b. Dokumentasi

Dokumentasi ialah bertujuan untuk memperoleh data berupa bukti-bukti tertulis. Data penelitian yang diambil adalah daftar nama siswa sebagai responden, skor hasil tes siswa, rekaman hasil wawancara dengan siswa, dan foto kejadian pelaksanaan penelitian.

3.7 Teknik Analisa Data

3.7.1 Analisis Data Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

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 keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui model pembelajaran berbasis masalah *Problem Based Learning* (PBL) pada materi termodinamika. Analisis data keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan hasil *pretest* dan *post-test* siswa yang dilakukan di awal dan di akhir pembelajaran. Analisis data yang dilakukan dalam penelitian adalah analisis data hasil tes (*pretest* dan *post-test*), untuk mengetahui keterampilan berpikir tingkat tinggi dari nilai *pretest* dan *post-test* kelas eksperimen ialah menggunakan uji *Paired Sampel T-test* pada SPSS 23 dengan pengujian hipotesis terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi adalah sebagai berikut:

Untuk menguji keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa setelah diberlakukannya model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) yakni dengan menggunakan presentase keterampilan berpikir tingkat tinggi. Adapun penilaian dan kriteria skor untuk keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa adalah sebagai berikut:

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

Keterangan: Nk = Nilai keterampilan berpikir tingkat tinggi

Dari perhitungan menggunakan rumus diatas, maka langkah selanjutnya ialah mengkategorikan tingkat keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa menurut tabel di bawah ini:

Tabel 3.1. Kriteria Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Skor	Kriteria
86-100	Sangat Baik
71-85	Baik
56-70	Cukup
41-55	Kurang
≤40	Sangat Kurang

(Depdiknas, 2012).

a) Uji Normalitas

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

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

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

b) Uji Hipotesis

Hipotesis pertama yaitu “Model *Problem Based Learning* (PBL) berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa materi termodinamika SMA.”

1) Rumusan Hipotesis Statistik

Hipotesis statistik:

$H_0 : \mu_E = \mu_k$ (tidak ada perbedaan nilai rata-rata keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa sebelum dan sesudah diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL))

$H_0 : \mu_E > \mu_k$ (nilai rata-rata keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa sesudah diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* lebih baik dari sebelum diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL))

Keterangan:

μ_E = Keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa setelah diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

μ_k = Keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa sebelum diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

2) Kriteria Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan SPSS 22 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

3.7.2 Analisis Data Hasil Belajar Siswa

Untuk mengkaji lebih atau tidaknya hasil belajar menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL), 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. Uji normalitas yaitu uji untuk mengukur apakah data memiliki distribusi normal sehingga dapat digunakan. Apabila nilai signifikasinya diatas 0,05, maka data distribusi dinyatakan normal dan apabila signifikasinya di bawah 0,05, maka data tidak terdistribusi normal.

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

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

b) Uji Hipotesis

Hipotesis kedua yaitu “Model *Problem Based Learning* 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 setelah diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* lebih baik dari sebelum diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning*)

$H_0 : \mu_E > \mu_k$ (rata-rata hasil belajar siswa setelah diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* lebih baik dari sebelum diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning*)

Keterangan:

μ_E = Hasil belajar siswa setelah diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

μ_k = Hasil belajar siswa sebelum diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

2) Kriteria Pengujian

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

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

(Arikunto, 2010:311).

3.7.3 Uji N-gain

Data efektivitas pembelajaran dengan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) diperoleh dari hasil test *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 *Problem Based Learning* 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 N -gain	Kriteria
$N_g \geq 0,7$	<i>Gain</i> tinggi
$0,3 \leq N_g < 0,7$	<i>Gain</i> sedang
$N_g < 0,3$	<i>Gain</i> rendah

(Hake, 1999).

Kriteria N -gain ialah, apabila *gain* tinggi maka hasil belajar sangat efektif dan nilai N -gain lebih besar dari 0,7. Apabila *gain* sedang maka hasil belajarnya ialah efektif sedangkan nilai N -gain nya ialah lebih besar dari sama dengan 0,3 dan kurang dari 0,7. Apabila *gain* rendah maka hasil belajarnya tidak efektif dan nilai N -gain nya kurang dari 0,3.

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil analisis data dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Hasil Belajar

Model *Problem Based Learning* (PBL) dengan soal HOTS (*Higher Order Thinking Skill*) efektif terhadap hasil belajar siswa pada materi termodinamika di SMA Negeri Ambulu Jember. Hal ini terlihat adanya peningkatan yang signifikan hasil belajar kognitif siswa sebelum dan sesudah menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL), besar peningkatan (*N-gain*) sebesar 0,75 termasuk dalam kategori tinggi sehingga, model *Problem Based Learning* (PBL) efektif terhadap hasil belajar siswa.

b. Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi

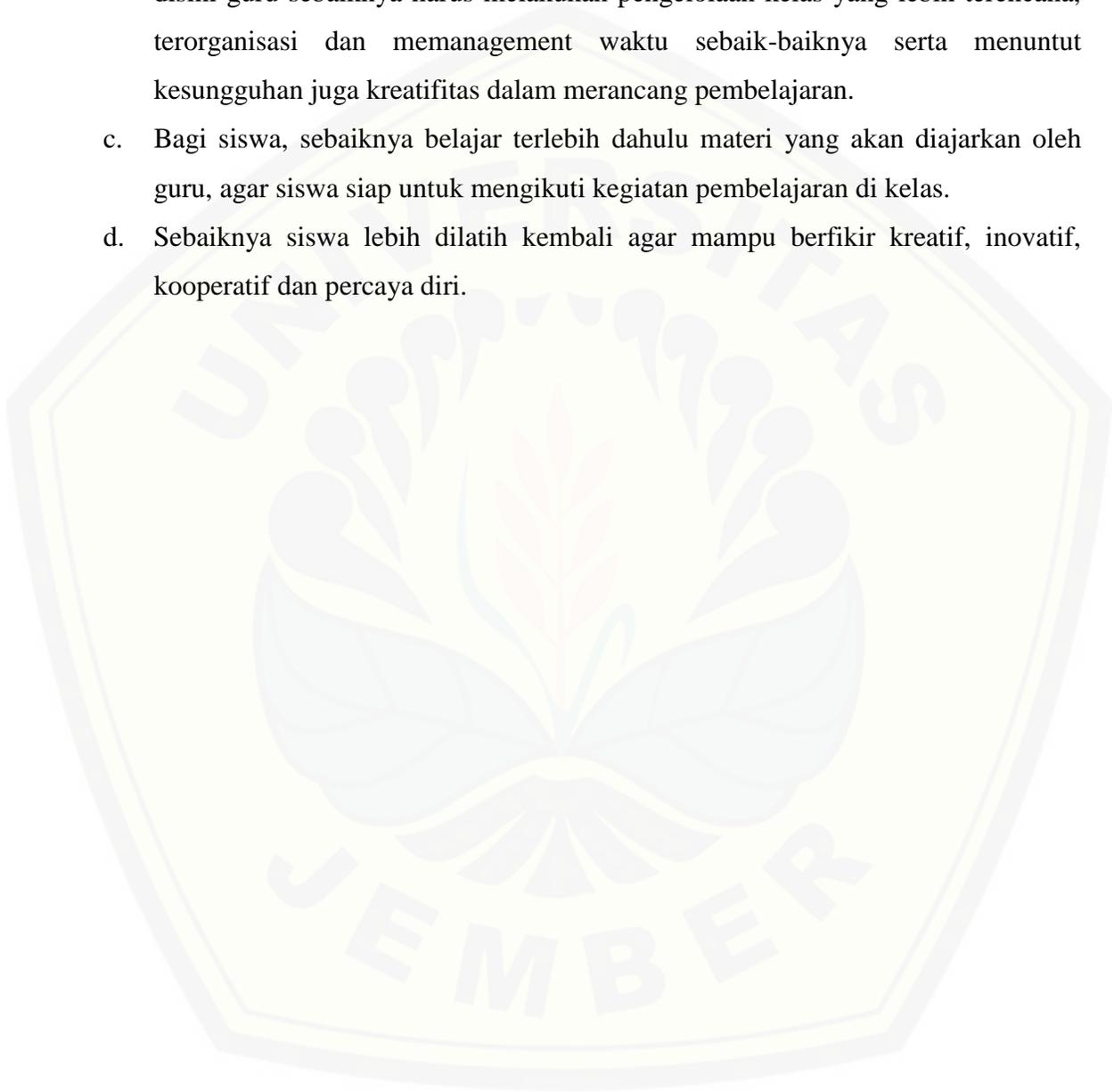
Keterampilan berfikir tingkat tinggi siswa setelah menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) termasuk dalam kategori sangat baik, sesuai dengan kriteria keterampilan berfikir tingkat tinggi nilai 92,19 masuk dalam kategori sangat baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran berikut ini:

- a. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut dengan pokok bahasan yang berbeda.

- b. Bagi guru, model *Problem Based Learning* (PBL) diharapkan dapat menunjang pembelajaran yang sesuai dengan K13 dengan pendekatan *scientific*, namun disini guru sebaiknya harus melakukan pengelolaan kelas yang lebih terencana, terorganisasi dan manajemen waktu 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.
- d. Sebaiknya siswa lebih dilatih kembali agar mampu berfikir kreatif, inovatif, kooperatif dan percaya diri.





DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W, and Krathwohl, D.R. 2001. *A Taxonomy of Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of educational Objectives* New York Longman.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik* . Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto. Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Brookhart, S. M. 2010. *How to Assess Higher Order Thinking Skills in Your Classroom*. Alexandria: ASCD
- Campbell. 1996. *Experimental and Quasi experimental Design for Research*. USA: Houghton Mifflin Company.
- Daryanto dan Rachmawati, Tutik. 2015. *Supervisi Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Depdiknas. 2012. *Laporan Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia.
- Ernawati, L. 2017. *Pengembangan Instrumen Asesmen Higher Order Thinking Skill (HOTS) untuk Mengukur Dimensi Pengetahuan IPA Siswa Di SMP*. Diakses Melalui <http://bit.ly/2BmXOJU> pada tanggal 20 November 2017 pukul 22:42 WIB.
- Fathurrohman, Muhammad. 2015. *Model-Model Pembelajaran Inovatif (Alternatif Desain Pembelajaran yang Menyenangkan)*. Jogjakarta: Ar-Ruzz Media.
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika Edisi Kelima. Jilid I*. Terj. Dari *Physics: Principles with application. Fifth Edition*. Terj. Yuhilza Hanu. Jakarta: Erlangga.
- Guedri, P. 2001. *Problem-Based Learning: Bringing Higher Order Thinking to Business School*. (online) http://neumann.hec.ca/oipg/fichiers/2001-002_-_Problem-Based_Learning...pdf diakses pada tanggal 08 April 2013
- Gunawa, Heri. 2012. *Pendidikan Karakter Konsep dan Implementasi*. Bandung: Alfabeta.

- Gustiana. A, Hj. Nurhayati, dan Mulyono. B. A. Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMA Negeri 5 Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2015/2016. Lubuklinggau: STKIP-PGRI Lubuklinggau.
- Hake, R. 1999. Analyzing Change/ gain Score. *Article Indiana University: USA* <http://www.physics.indiana.edu>. Diakses: 8 Maret 2018, 07:45.
- Halliday, D., R. Resnick, dan J. Walker,. 2010. *Fisika Dasar Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Hamalik, Dr. Oemar. 2008. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Harnitayasarri, Nurhayati, Dan Suryani. 2015. Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan Di Kelas X SMA Negeri 2 Polewali. *Jurnal Bionature, Volume 16. Nomor 2. Hlm. 103-109*.
- Hayon.H.B.Vinsensia, W. Theresia, dan B. Cornelis. 2017. Pengaruh Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (High Order Thinking) Terhadap Hasil Belajar Kimia Materi Pokok Laju Reaksi Mahasiswa Semester I Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Unwira Kupang Tahun Akademik 2016/2017. Seminar Nasional Pendidikan Sains II UKSW.
- Jayanti. R. D, Romlah dan Saregar A. 2016. Efektivitas Pembelajaran Fisika Model *Problem Based Learning* (PBL) Melalui Metode POE Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*. Program Studi Pendidikan Fisika. ISBN 978-602-74712-0-7. Bandarlampung: IAIN Raden Intan Lampung.
- Jeroanayam. 2019. *UTBK SBMPTN 2020*. Serang: Wangsit Education.
- Jihad dan Haris. 2009. *Evaluasi pembelajaran*. Yogyakarta: Multi Pressindo.
- Kadri, M, Rahmawati, M. 2015. Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Pokok Suhu & kalor. *Jurnal Ikatan*

- Alumni Fisika Universitas negeri Medan*. Vol.1 (1):21-24 ISSN:2461-1247.
- Kamdi, W. 2007. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Kuswana, Wowo Sunaryo. 2012. *Taksonomi Kognitif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Noma.L.D, Prayitno. B. A dan Suwarno. 2016. PBL Utuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas X SMA. *Bioedukasi*. 9 (2). ISSN 1693-265X. Surakarta; Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Prima, Eka Cahya dan Ida Kaniawati, “Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Dengan Pendekatan Inkuiri untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Elastisitas pada Peserta Didik SMA”, *Jurnal Pengajaran MIPA*, Vol 16 No 1 (2011).h. 179-184.
- Puspitasari, L. 2012. *Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Mata Pelajaran Biologi Kelas X SMA Negeri 2 Surakarta tahun Pelajaran 2011/2012*. Skripsi diterbitkan
- Purwanto. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: pustaka belajar
- Rusman. 2011. *Model-model Pembelajaran Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Rajawali
- Rusman. 2014. *MODEL-MODEL PEMBELAJARAN: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. Jakarta: Rajawali Pers
- Rusman. 2017. *Belajar dan Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Sabil, Husni “Penerapan Pembelajaran *Contextual Teaching & Learning* (CTL) pada Materi Ruang Dimensi Tiga Menggunakan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah (MPBM) pada Peserta Didik Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UNJA”. *Edumatica* Volume 01 nomor 01 (2011).
- Savinainen, A. 2004. *High School Student Conceptual Coherence of Qualitative Knowledge in the Case of the Force Concept*. Dissertation.University of Joensuu.

- Serway, R. A. dan John W. Jewett. 2010. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Terj. Dari *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Terj. Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Teknika.
- Sholihin, Aris. 2014. *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Pembelajaran Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Sugiyono. 2001. *Metode Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sukarman, Sumarto, Betty Zelda Siahaan. "Pengaruh Model Pembelajaran *Inquiry* Dan Motivasi Berprestasi Terhadap Hasil Belajar Fisika di SMA Negeri 94 Jakarta". Artikel Universitas Negeri Jakarta.
- Suprijono, Agus. 2009. *Coopertive Learning*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Trianto. 2009. *Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Trianto. 2010. *MODEL PEMBELAJARAN TERPADU (Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP))*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- U.Nugroho, Hartono, S. S. Edi. " Penerapan Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Berorientasi Keterampilan Proses". *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* Vol 5 (2009), H. 108-112.
- Warisdiono, E. Sutrisno dan Wayan, I. W. 2017. *Modul Penyusunan Soal Higher Order Thinking Skill (HOTS)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, dan Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wisudawati, Widi Asih dan Sulistyowati Eka. 2014. *Metodologi Pemelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara
- Young. D.H dan Freedman. A.R. 2002. *Fisika Universitas/Edisi kesepuluh/jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Lampiran A. Matrik Penelitian

MATRIK PENELITIAN

Nama : Wasilatul Bariroh

NIM : 150210102118

RG : 3

Judul	Tujuan Penelitian	Variabel	Data Dan Teknik Pengambilan Data	Metode Penelitian
Efektivitas Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Pokok Bahasan Termodinamika	Untuk mengetahui hasil belajar fisika siswa SMA setelah diterapkan model pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) dengan soal <i>HOTS</i> secara efektif tuntas.	Variabel bebas : Problem based learning (PBL) Variabel terikat: Hasil belajar dan Berpikir tingkat tinggi	Sumber data 1. Subyek penelitian Siswa SMA kelas XI 2. Informan a. Kepala sekolah b. Guru mata pelajaran fisika c. Referensi d. Dokumen	a. Jenis penelitian Kuasi eksperimen b. Penentuan daerah penelitian <i>Purposive Sampling Area</i> c. Desain penelitian <i>Group Pretest-Posttest Design</i> d. Sampel penelitian <i>Purposive Sampling Area</i> e. Indikator pada soal <i>HOTS</i> - Menganalisis (<i>analizing-C4</i>)

Judul	Tujuan Penelitian	Variabel	Data Dan Teknik Pengambilan Data	Metode Penelitian
SMA Di Jember		Variabel kontrol: Siswa & Materi	3. Pengumpulan data; <ol style="list-style-type: none"> a. Keterampilan berpikir tingkat tinggi pada siswa observasi b. Hasil belajar siswa berupa <i>post test</i> menggunakan soal <i>HOTS</i> c. Wawancara d. Dokumentasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengevaluasi (<i>evaluating-C5</i>) - Mengkreasi (<i>creating-C6</i>) f. Analisis data <ul style="list-style-type: none"> ▪ Analisis data berpikir tingkat tinggi, ialah menggunakan persentase keterampilan berpikir tingkat tinggi: Rumus : $Nk = \frac{\Sigma \text{skor perolehan}}{\Sigma \text{skor maksimal}} \times 100\%$ Dengan : Nk = Nilai keterampilan berpikir tingkat tinggi ▪ Untuk menganalisis data hasil belajar ialah menggunakan rumus <i>N-gain</i>:

Judul	Tujuan Penelitian	Variabel	Data Dan Teknik Pengambilan Data	Metode Penelitian
				$N_g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$ <p>Dengan :</p> <p>N_g = Skor peningkatan</p> <p>S_{pre} = Nilai <i>pre-test</i></p> <p>S_{post} = Nilai <i>post-test</i></p> <p>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. 1964117 199103 1 001

LAMPIRAN B. Data Ulangan Harian Siswa Materi Sebelumnya

NO.	KELAS						
	XI MIPA 1	XI MIPA 2	XI MIPA 3	XI MIPA 4	XI MIPA 5	XI MIPA 6	XI MIPA 7
1.	85	76	80	78	88	77	85
2.	75	75	85	79	78	78	88
3.	78	79	83	82	89	80	92
4.	75	81	77	79	90	81	78
5.	81	80	75	80	78	86	79
6.	77	83	80	85	75	80	80
7.	87	82	83	85	92	77	86
8.	75	76	85	87	85	81	89
9.	78	75	75	82	87	77	80
10.	76	79	79	79	79	78	81
11.	83	81	80	78	83	86	92
12.	85	80	83	85	82	77	89
13.	79	83	85	80	85	78	87
14.	80	82	77	78	92	80	78
15.	85	75	80	79	94	81	90
16.	79	82	79	87	79	78	91
17.	80	76	85	85	84	86	78
18.	83	81	83	82	94	78	80
19.	82	79	77	79	76	81	90
20.	77	80	75	80	85	77	88
21.	78	83	85	78	86	78	87
22.	80	88	83	87	89	78	78
23.	82	75	80	85	90	80	88
24.	85	80	77	82	91	81	90
25.	76	82	79	80	94	86	78
26.	75	88	75	79	88	80	79
27.	82	79	85	78	85	81	75
28.	78	76	77	87	78	77	84
29.	81	82	79	85	75	78	81
30.	88	81	80	82	84	81	78
31.	75	76	83	80	84	80	88
32.	79	77	85	79	92	86	80
33.	80	75	75	78	85	77	82
34.	75	81	83	75	87	78	78
35.	74	79	80	77	85	81	88
36.	83	81	79	80	79	80	80
Jumlah	2.871	2868	2891	2921	3067	2879	3015
Rata-rata	79,75	79,66	80,30	81,13	85,19	79,97	83,75

LAMPIRAN C. ANALISIS DATA HASIL BELAJAR SISWA

No	Nama Siswa	Nilai <i>Pre-test</i>	Nilai <i>Post-test</i>	Nilai <i>Posttest</i> – Nilai <i>Posttest</i>	Nilai Maksimum	Nilai Maks – Nilai <i>Pretest</i>	N-gain	Kriteria
1	Adam S.	49	88	39	100	51	0,76	Tinggi
2	Aji W. P.	73	92	19	100	27	0,70	Tinggi
3	Amanda N.	57	92	35	100	43	0,81	Tinggi
4	Bilqis H.	66	100	34	100	34	1,00	Tinggi
5	Bintang J.	70	98	28	100	30	0,93	Tinggi
6	Cindy A.	55	90	35	100	45	0,77	Tinggi
7	Dawut N.	75	85	10	100	25	0,40	Sedang
8	Denisa E.	73	93	20	100	27	0,74	Tinggi
9	Dewa A.	73	98	25	100	27	0,92	Tinggi
10	Dhiva A.	52	93	41	100	48	0,85	Tinggi
11	Dini H.	79	91	12	100	21	0,57	Sedang
12	Disa A.	56	82	26	100	44	0,60	Sedang
13	Fiesta V.	63	95	32	100	37	0,86	Tinggi
14	Freda A.	64	100	36	100	36	1,00	Tinggi
15	Ghenda D.	50	82	32	100	50	0,64	Sedang
16	Gigih D.	81	99	18	100	19	0,94	Tinggi
17	Helda O.	72	95	23	100	28	0,82	Tinggi
18	Ivada D.	65	94	29	100	35	0,82	Tinggi
19	Kalista.	69	88	19	100	31	0,61	Sedang
20	Kusuma D.	70	88	18	100	30	0,60	Sedang
21	Lia K.	73	99	26	100	27	0,96	Tinggi
22	Luli D.	61	94	23	100	39	0,58	Sedang

No	Nama Siswa	Nilai <i>Pre-test</i>	Nilai <i>Post-test</i>	Nilai <i>Posttest</i> – Nilai <i>Pretest</i>	Nilai Maksimum	Nilai Maks – Nilai <i>Pretest</i>	N-gain	Kriteria
23	M. Dzikrulloh	81	92	11	100	19	0,57	Sedang
24	M. Rouhillah	81	95	14	100	19	0,73	Tinggi
25	Marchel A.	68	90	22	100	32	0,68	Sedang
26	Moh. Bagus	57	89	32	100	43	0,74	Tinggi
27	Moh. Lutfi	77	100	23	100	23	1,00	Tinggi
28	Mumazatin A.	62	99	37	100	38	0,97	Tinggi
29	Nanda R.	65	91	26	100	35	0,74	Tinggi
30	Nisrina I.	47	85	38	100	53	0,71	Tinggi
31	Nurul F.	72	91	19	100	28	0,67	Sedang
32	Roikhatun K.	79	99	20	100	21	0,95	Tinggi
33	ST. Arifirdauzi	57	90	33	100	43	0,76	Tinggi
34	Yasinta H.	72	88	16	100	28	0,57	Sedang
35	Yuanita N.	65	85	20	100	35	0,57	Sedang
36	Tiara D.	53	89	36	100	47	0,76	Tinggi
	Nilai Terendah	47	82	-	-	-	-	-
	Nilai Tertinggi	81	100	-	-	-	-	-
	Jumlah	2.382	3.319				27,3	
	Rata – Rata	66,16	92,19				0,75	
<i>N-gain</i>							0,75 %	Tinggi

Lampiran Hasil Belajar *Pre-test* dan *Post-test***Descriptive Statistics**

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pre-test	36	47	81	66.17	9.791
Post-test	36	82	100	92.19	5.181
Valid N (listwise)	36				

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	9.57709034
Most Extreme Differences	Absolute	.113
	Positive	.069
	Negative	-.113
Test Statistic		.113
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.
- d. This is a lower bound of the true significance.

Lampiran C1. Nilai Ranah Kognitif Kelas Eksperimen

No	Nama	Pre-test	Post-test
1	ADAM SADEBE	49	88
2	AJI WAHYU PRATAMA	73	92
3	AMANDA NABILA ILMIAH	57	92
4	BILQIS HADIQOTUN NUHA	66	100
5	BINTANG JAKA PRATAMA	70	98
6	CINDY AYU IKA IRAWATI	55	90
7	DAWUT NUR CAHYO	75	85
8	DENISA EKA YULIAWATI	73	93
9	DEWA ARDIANSYAH RIWAYA	73	98
10	DHIVA APRILINADYA WIJAYA	52	93
11	DINI HARIYANI	79	91
12	DISA AMARTHA UNISATION	56	82
13	FIESTA VERANANDA PUTRI	63	95
14	FREDA ADI FARDANA	64	100
15	GHENDA DEWA PUTRA	50	82
16	GIGIH DWI CAHYO	81	90
17	HELDA OKTAVIAN	72	95
18	IVADA DEA NINTIARSO	65	94
19	KALISTA HAYU MARGA SIWI	69	88
20	KUSUMA DWI ISWARA	70	88
21	LIA KARTIKA SALAM	73	99
22	LULI DWI YANTI	61	94
23	M. DZIKRULLOH AMIN	81	92
24	M. ROUHILLAH ROYHAN	81	85
25	MARCHEL ADIAS PRADANA	68	99
26	MOH. BAGUS ZAINUR R.	57	89
27	MOH. LUTFI ARIYANTO	77	100
28	MUMAZATIN AMALIAH	62	99
29	NANDA RYZCHA MAULIDYA	65	91
30	NISRINA IKBAR	47	95
31	NURUL FADILAH	72	91
32	ROIKHATUN KHASANAH	79	99
33	ST. ARIFIRDAUZI ANJANI	57	90
34	YASINTA HERLIANING AGUS	72	88
35	YUANITA NANDA ASFIRA	65	85
36	TIARA DWI PUTRI RAMADHANI	53	89

Lampiran C2. Nilai Ranah Afektif Kelas Eksperimen

No	Nama	Nilai Afektif
1	ADAM SADEBE	80
2	AJI WAHYU PRATAMA	81
3	AMANDA NABILA ILMIAH	78
4	BILQIS HADIQOTUN NUHA	83
5	BINTANG JAKA PRATAMA	80
6	CINDY AYU IKA IRAWATI	79
7	DAWUT NUR CAHYO	86
8	DENISA EKA YULIAWATI	83
9	DEWA ARDIANSYAH RIWAYA	83
10	DHIVA APRILINADYA WIJAYA	88
11	DINI HARIYANI	78
12	DISA AMARTHA UNISATION	82
13	FIESTA VERANANDA PUTRI	81
14	FREDA ADI FARDANA	80
15	GHENDA DEWA PUTRA	79
16	GIGIH DWI CAHYO	80
17	HELDA OKTAVIAN	82
18	IVADA DEA NINTIARSO	80
19	KALISTA HAYU MARGA SIWI	82
20	KUSUMA DWI ISWARA	78
21	LIA KARTIKA SALAM	76
22	LULI DWI YANTI	84
23	M. DZIKRULLOH AMIN	79
24	M. ROUHILLAH ROYHAN	80
25	MARCHEL ADIAS PRADANA	82
26	MOH. BAGUS ZAINUR R.	78
27	MOH. LUTFI ARIYANTO	80
28	MUMAZATIN AMALIAH	78
29	NANDA RYZCHA MAULIDYA	79
30	NISRINA IKBAR	76
31	NURUL FADILAH	80
32	ROIKHATUN KHASANAH	81
33	ST. ARIFIRDAUZI ANJANI	78
34	YASINTA HERLIANING AGUS	81
35	YUANITA NANDA ASFIRA	80
36	TIARA DWI PUTRI RAMADHANI	81

Jumlah	2.896
Rata - rata	80,44



Lampiran C3. Nilai Ranah Psikomotor Kelas Eksperimen

No.	Nama	Skor Perolehan	Skor Akhir	Skor (%)
1	ADAM SADEBE	16	3.2	80
2	AJI WAHYU PRATAMA	17	3.4	85
3	AMANDA NABILA ILMIAH	18	3.6	90
4	BILQIS HADIQOTUN NUHA	18	3.6	90
5	BINTANG JAKA PRATAMA	17	3.4	85
6	CINDY AYU IKA IRAWATI	18	3.6	90
7	DAWUT NUR CAHYO	19	3.8	95
8	DENISA EKA YULIAWATI	18	3.6	90
9	DEWA ARDIANSYAH RIWAYA	18	3.6	90
10	DHIVA APRILINADYA WIJAYA	19	3.8	95
11	DINI HARIYANI	19	3.8	95
12	DISA AMARTHA UNISATION	17	3.4	85
13	FIESTA VERANANDA PUTRI	18	3.6	90
14	FREDA ADI FARDANA	18	3.6	90
15	GHENDA DEWA PUTRA	18	3.6	90
16	GIGIH DWI CAHYO	19	3.8	95
17	HELDA OKTAVIAN	18	3.6	90
18	IVADA DEA NINTIARSO	17	3.4	85
19	KALISTA HAYU MARGA SIWI	18	3.6	90
20	KUSUMA DWI ISWARA	18	3.6	90
21	LIA KARTIKA SALAM	18	3.6	90
22	LULI DWI YANTI	19	3.8	95
23	M. DZIKRULLOH AMIN	18	3.6	90
24	M. ROUHILLAH ROYHAN	16	3.2	80
25	MARCHEL ADIAS PRADANA	17	3.4	85
26	MOH. BAGUS ZAINUR R.	17	3.4	85
27	MOH. LUTFI ARIYANTO	19	3.8	95
28	MUMAZATIN AMALIAH	18	3.6	90
29	NANDA RYZCHA MAULIDYA	18	3.6	90
30	NISRINA IKBAR	17	3.4	85
31	NURUL FADILAH	19	3.9	95
32	ROIKHATUN KHASANAH	18	3.6	90
33	ST. ARIFIRDAUZI ANJANI	18	3.6	90
34	YASINTA HERLIANING AGUS	19	3.8	95
35	YUANITA NANDA ASFIRA	19	3.8	95
36	TIARA DWI PUTRI RAMADHANI	18	3.6	90

LAMPIRAN D. KETERAMPILAN BERFIKIR TINGKAT TINGGI

No	Nama	Pre-test	<i>Nk pre-test</i>	Post-test	<i>Nk post-test</i>
1	ADAM SADEBE	49	Kurang	88	Sangat Baik
2	AJI WAHYU PRATAMA	73	Baik	92	Sangat Baik
3	AMANDA NABILA ILMIAH	57	Cukup	92	Sangat Baik
4	BILQIS HADIQOTUN NUHA	66	Cukup	100	Sangat Baik
5	BINTANG JAKA PRATAMA	70	Cukup	98	Sangat Baik
6	CINDY AYU IKA IRAWATI	55	Kurang	90	Sangat Baik
7	DAWUT NUR CAHYO	75	Baik	85	Baik
8	DENISA EKA YULIAWATI	73	Baik	93	Sangat Baik
9	DEWA ARDIANSYAH RIWAYA	73	Baik	98	Sangat Baik
10	DHIVA APRILINADYA WIJAYA	52	Kurang	93	Sangat Baik
11	DINI HARIYANI	79	Baik	91	Sangat Baik
12	DISA AMARTHA UNISATION	56	Cukup	82	Baik
13	FIESTA VERANANDA PUTRI	63	Cukup	95	Sangat Baik
14	FREDA ADI FARDANA	64	Cukup	100	Sangat Baik
15	GHENDA DEWA PUTRA	50	Kurang	82	Baik
16	GIGIH DWI CAHYO	81	Baik	90	Sangat Baik
17	HELDA OKTAVIAN	72	Baik	95	Sangat Baik
18	IVADA DEA NINTIARSO	65	Cukup	94	Sangat Baik
19	KALISTA HAYU MARGA SIWI	69	Cukup	88	Sangat Baik
20	KUSUMA DWI ISWARA	70	Cukup	88	Sangat Baik
21	LIA KARTIKA SALAM	73	Baik	99	Sangat Baik

No	Nama	Pre-test	<i>N_k pre-test</i>	Post-test	<i>N_k post-test</i>
22	LULI DWI YANTI	61	Cukup	94	Sangat Baik
23	M. DZIKRULLOH AMIN	81	Baik	92	Sangat Baik
24	M. ROUHILLAH ROYHAN	81	Baik	85	Baik
25	MARCHEL ADIAS PRADANA	68	Cukup	99	Sangat Baik
26	MOH. BAGUS ZAINUR R.	57	Cukup	89	Sangat Baik
27	MOH. LUTFI ARIYANTO	77	Baik	100	Sangat Baik
28	MUMAZATIN AMALIAH	62	Cukup	99	Sangat Baik
29	NANDA RYZCHA MAULIDYA	65	Cukup	91	Sangat Baik
30	NISRINA IKBAR	47	Kurang	95	Sangat Baik
31	NURUL FADILAH	72	Baik	91	Sangat Baik
32	ROIKHATUN KHASANAH	79	Baik	99	Sangat Baik
33	ST. ARIFIRDAUZI ANJANI	57	Cukup	90	Sangat Baik
34	YASINTA HERLIANING AGUS	72	Baik	88	Sangat Baik
35	YUANITA NANDA ASFIRA	65	Cukup	85	Baik
36	TIARA DWI PUTRI RAMADHANI	53	Kurang	89	Sangat Baik

N_k = Nilai Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi

$$N_k = \frac{\Sigma \text{skor perolehan}}{\Sigma \text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Lampiran . Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Sebelum diberikan perlakuan	36	47	81	66.17	9.791
Setelah diberikan perlakuan	36	82	100	92.19	5.181
Valid N (listwise)	36				

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Sebelum diberikan perlakuan	.113	36	.200*	.957	36	.168
Setelah diberikan perlakuan	.119	36	.200*	.952	36	.120

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran E. Silabus Pembelajaran**SILABUS****TERMODINAMIKA**

Satuan Pendidikan : SMA Negeri Ambulu

Mata Pelajaran : FISIKA

Kelas / Semester : XI / Genap

Standar Kompetensi : 2. Menerapkan konsep dan prinsip mekanika klasik sistem kontinu dalam menyelesaikan masalah.

No	Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
3.2	Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan	A. Sistem dan Proses	- Memberikan informasi (ceramah) yang disertai tanya jawab untuk	- Mengidentifikasi pengertian sistem dan proses.	Kuis - Tes tertulis - Tes Uraian	18 jam pelajaran	Buku Fisika SMA Sarana/media: Power point

menerapkan hukum termodinamika		mengungkap kembali konsep kalor.		Pengamatan - Keaktifan siswa pada		
--------------------------------	--	----------------------------------	--	--------------------------------------	--	--

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
		B. Usaha Gas	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan diskusi kelas untuk mengidentifikasi konsep system, proses, dan siklus. - Memberikan informasi yang diteruskan dengan diskusi kelas untuk mendeskripsikan usaha yang dilakukan 	<ul style="list-style-type: none"> - Mendeskripsikan dan memformulasikan usaha pada gas dengan berbagai proses. - Mendeskripsikan dan 	saat tanya jawab atau diskusi, kinerja keterampilan dalam peragaan atau percobaan		

			<p>oleh lingkungan kepada gas untuk tekanan tetap.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memberikan informasi yang disertai dengan 	<p>memformulasikan energy dalam</p>			
--	--	--	--	-------------------------------------	--	--	--

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			<p>tanya jawab untuk menjelaskan pengertian proses-proses isothermal, isokhorik, dan adiabatik beserta persamaannya.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pengamatan peragaan (demonstrasi) yang 				

			<p>disertai dengan Tanya jawab untuk menunjukkan proses isotermal dan adiabatik.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan konsep usaha 				
--	--	--	---	--	--	--	--

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			<p>dalam (energi dalam) dan usaha luar.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan konsep cp dan cv, serta 				

			<p>hubungan keduanya.</p> <p>Melakukan diskusi kelompok untuk membahas persoalan yang berkaitan dengan materi yang telah dipelajari.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengerjakan kuis - Memberikan ceramah yang disertai dengan tanya 				
--	--	--	--	--	--	--	--

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
		C. Hukum Pertama	jawab untuk menjelaskan hukum I	- Memformulasikan hokum I dan II			

		Termodinamika	<p>termodinamika dan merumuskannya.</p> <p>Melakukan diskusi kelas untuk menunjukkan siklus termodinamika</p> <p>- Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan usaha yang dilakukan gas dalam siklus Carnot.</p> <p>Melakukan demonstrasi disertai tanya jawab untuk menjelaskan bahwa</p>	<p>termodinamika dan penerapannya.</p> <p>- Mengaplikasikan hukum I dan II termodinamika pada masalah fisika sehari-hari.</p>			
--	--	---------------	--	---	--	--	--

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			kalor tidak mungkin				

		D. Hukum Kedua Termodinamika	<p>berpindah dari system bersuhu rendah ke sistem bersuhu tinggi secara spontan.</p> <ul style="list-style-type: none">- Memberikan informasi yang diteruskan dengan diskusi kelas untuk menjelaskan hukum II termodinamika- Melakukan diskusi untuk menjelaskan prinsip dasar lemari es dan pendingin ruangan berdasarkan hukum II Termodinamika			
--	--	------------------------------------	--	--	--	--

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			<ul style="list-style-type: none">- Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan mesin bensin (siklus Otto).- Melakukan diskusi kelas untuk menjelaskan mesin diesel (siklus Rankine).- Melakukan diskusi kelas untuk menalarakan pengertian entropi.- Melakukan diskusi untuk menerapkan entropi pada				

			kehidupan sehari-hari. - Melakukan diskusi kelompok untuk				
--	--	--	--	--	--	--	--

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
			membahas persoalan yang berkaitan dengan termodinamika. - Mengerjakan kuis yang diberikan oleh guru.				

Lampiran F1 . Rencana Pelaksanaan Pembelajaran**Pertemuan 1 dan 2****RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN****(RPP)**

Sekolah	: SMA Negeri Ambulu
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI/GENAP
Materi Pokok	: Proses Termodinamika
Alokasi Waktu	: 4 x 45 menit (2 pertemuan)

A. KOMPETENSI INTI (KI)

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif 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, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan 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 dalam bidang kerja yang spesifik 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, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR

KD – 3	KD – 4
3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika	4.7 Merencanakan dan Melakukan percobaan Hukum Ke-I dan Ke-II Termodinamika dan makna fisisnya
Indikator	Indikator
3.7.1 Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan.	4.7.1 Melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan proses-proses termodinamika
3.7.2 Menjelaskan proses – proses termodinamika (gas ideal)	
3.7.3 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	
3.7.4 Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume	

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

- 3.7.1 Peserta didik mampu menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan.
- 3.7.2 Peserta didik mampu menjelaskan prose-proses termodinamika.
- 3.7.3 Peserta didik mampu menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.
- 3.7.4 Peserta didik mampu menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume.
- 4.7.1 Peserta didik mampu melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan proses-proses termodinamika.

D. MATERI PEMBELAJARAN

1) KONSEP HUKUM KE I TERMODINAMIKA

Faktual

Orang menyimpan air panas dalam termos

Konseptual:

Pada saat gas dalam ruang tertutup diberi kalor maka kalor tersebut dimanfaatkan untuk melakukan usaha dan merubah energi dalamnya.

Bunyi Hukum Termodinamika ke – I adalah Jumlah kalor pada suatu sistem sama dengan perubahan energi dalam sistem tersebut ditambah usaha yang dilakukan oleh sistem.

Secara matematis, Hukum Pertama Termodinamika dituliskan sebagai berikut.

$$\Delta U = Q - W$$

Dengan :

Q = kalor yang diterima atau dilepaskan oleh sistem

$\Delta U = U_2 - U_1$ = perubahan energi sistem

W = kerja yang dilakukan sistem

Perjanjian tanda yang berlaku untuk tersebut adalah sebagai berikut.

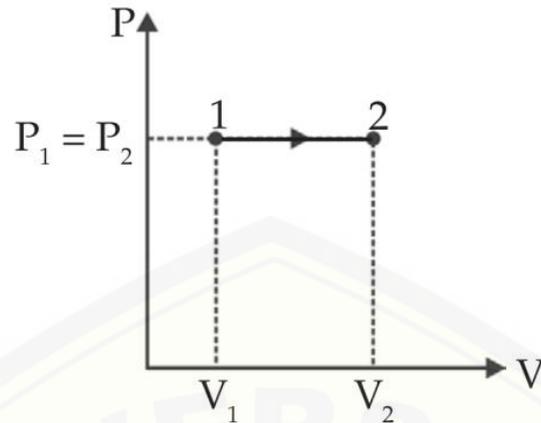
1. Jika sistem melakukan kerja maka nilai W berharga positif.
2. Jika sistem menerima kerja maka nilai W berharga negatif
3. Jika sistem melepas kalor maka nilai Q berharga negatif
4. Jika sistem menerima kalor maka nilai Q berharga positif

2) PROSES-PROSES TERMODINAMIKA

Proses termodinamika adalah perubahan keadaan gas, yaitu tekanan, volume dan suhunya. Perubahan ini diiringi dengan perubahan kalor, usaha dan energi dalamnya. Proses-proses yang memiliki sifat-sifat khusus ada empat contoh seperti berikut:

a. Isobarik

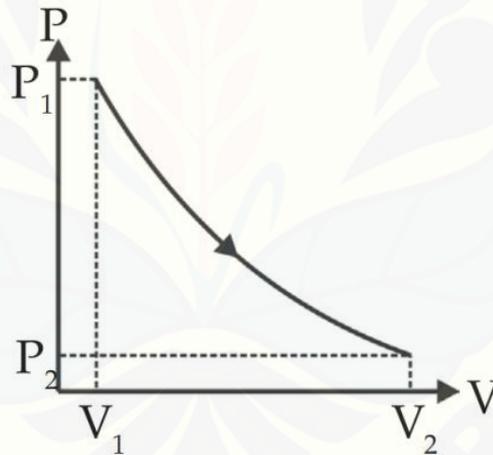
Proses Isobarik adalah proses perubahan gas dengan tekanan tetap. Pada garis $P - V$ Proses Isobarik dapat digambarkan seperti pada gambar berikut.



Grafik (P-V) proses isobarik

b. Isotermal

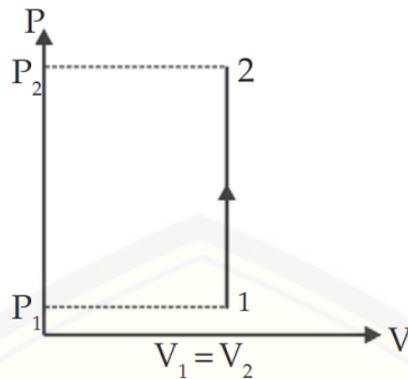
Proses Isotermal adalah proses perubahan gas dengan suhu tetap. Perhatikan grafik pada gambar dibawah.



Grafik (P-V) proses isotermal

c. Isokhorik

Proses isokhorik adalah proses perubahan gas dengan volume tetap. Pada grafik $P.V$ dapat digambarkan seperti pada gambar dibawah.

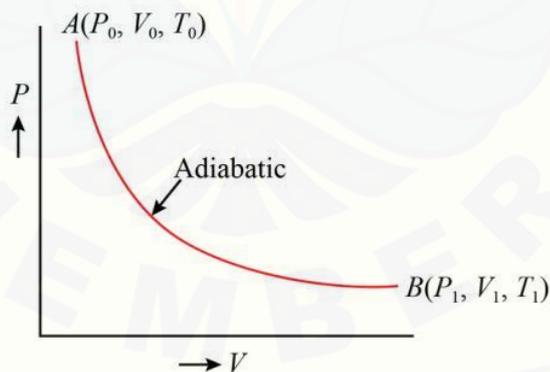


Grafik (P-V) proses isokhorik

Karena volumenya tetap berarti usaha pada gas ini nol, $W = 0$. Pada proses isokhorik, usaha yang dilakukan gas adalah nol, maka $Q = \Delta U$. Dengan demikian semua kalor yang masuk digunakan untuk menaikkan tenaga dalam sistem.

d. Adiabatik

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.



Grafik (P-V) proses adiabatik

E. METODE PEMBELAJARAN

Metode Pembelajaran : Diskusi, Eksperimen, Tanya Jawab dan Presentasi.

Pendekatan : Pendekatan Kontekstual

Model Pembelajaran : *Problem Based Learning* (PBL)

F. MEDIA PEMBELAJARAN DAN SUMBER BELAJAR

a. Media Pembelajaran :

- 1) Laptop / LCD
- 2) Lembar Kerja Siswa (LKS)

b. Sumber Belajar :

- 1) Buku Fisika : Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI

G. LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
<i>Pretest</i>	<i>Pretest</i> dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik pada kelas eksperimen.	15 menit

a. Kegiatan Pendahuluan

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
Fase 1 Orientasi Masalah Kepada Siswa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pembelajaran dengan salam 2. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai 3. Guru mengecek kehadiran siswa 4. Melakukan tanya jawab seputar materi yang akan diajarkan, guru memberikan motivasi kepada siswa agar menaruh perhatian terhadap aktivitas penyelesaian masalah. memberikan masalah berupa pertanyaan sebagai berikut: “Pernahkah kalian memasak air? Kemudian, apa yang kalian lihat pada saat air mendidih? Mengapa? 5. Guru Menyampaikan tujuan pembelajaran, menjelaskan, menjelaskan logistik (bahan dan alat) apa yang 	10 menit

	diperlukan bagi penyelesaian masalah 6. Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan pembelajaran. Agar relevan dengan penyelesaian masalah.	
--	---	--

b. Kegiatan Inti

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
Fase 2 Mengorganisasikan	Eksplorasi 1. Melibatkan peserta didik mencari informasi yang luas	145 menit

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
siswa untuk belajar Fase 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok Fase 4	dan dalam tentang topik/tema materi yang akan dipelajari dari aneka sumber 2. Dengan cermat menggunakan beragam pendekatan pembelajaran, dan sumber belajar lain 3. Memfasilitasi terjadinya interaksi antar peserta didik serta antara peserta didik dengan guru, lingkungan, dan sumber belajar lainnya. 4. Melibatkan peserta didik secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran 5. Guru membagi dan membimbing siswa untuk membentuk kelompok, tiap kelompok terdiri dari 4-5 siswa. 6. Memberikan contoh soal, dan mengerjakan bersama-sama dengan siswa. 7. Siswa secara mandiri dan rasa ingin tahu untuk selalu aktif dalam mengerjakan soal-soal tentang materi termodinamika.	
Fase 4	Elaborasi	

Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa secara cermat dan teliti mengerjakan soal-soal mengenai materi termodinamika, sedangkan guru mendampingi pada kelompok diskusi. 2. Siswa secara bertanggung jawab dalam setiap kelompoknya untuk mendiskusikan, memaparkan dan menarik kesimpulan mengenai hasil yang telah di diskusikan. 3. Guru memfasilitasi tiap kelompok untuk menyampaikan hasil diskusi dan menjelaskan di depan 	
Fase 5 Menganalisi dan		

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
mengevaluasi proses penyelesaian masalah	<p>kelas.</p> <p>Konfirmasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan kesempatan pada siswa untuk tanya jawab tentang materi yang telah didiskusikan oleh masing-masing kelompok secara bertanggung jawab. 2. Bertanya jawab tentang hal-hal yang belum diketahui siswa tentang materi sistem dan lingkungan yang telah didiskusikan secara cermat. 3. Memberikan kesempatan pada siswa untuk aktif dalam bereksplorasi lebih lanjut untuk memperdalam pengetahuan tentang termodinamika. 4. Bersama siswa secara interaktif bertanya jawab meluruskan kesalahan pemahaman, memberikan penguatan dan menyimpulkan tentang materi Hukum Pertama Termodinamika yang telah di diskusikan. 	

c. Kegiatan Penutup

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bersama-sama dengan peserta didik membuat rangkuman/simpulan tentang materi Hukum termodinamika 1 secara cermat. 2. Melakukan penilaian dan/atau refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan secara konsisten dan terprogram. 3. Memberikan tugas kepada siswa yang berkaitan dengan materi sistem dan Lingkungan. 4. Memberikan tugas kepada siswa tentang materi 	10 menit
--	--	----------

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	<p>termodinamika.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Memberikan tugas kepada siswa untuk membaca materi yang akan dipelajari selanjutnya, yaitu materi Hukum Termodinamika 2. 	

H. PENILAIAN

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
1. Observasi	Instrumen keterampilan berkomunikasi dan penilaian sikap
2. Tes	Tes tertulis berupa soal uraian, untuk mengetahui kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.
3. Penilaian unjuk kerja	Hasil pengerjaan soal-soal <i>Higher Order Thinking Skills</i> (HOTS)

Jember, 16 Januari 2020

Mengetahui,

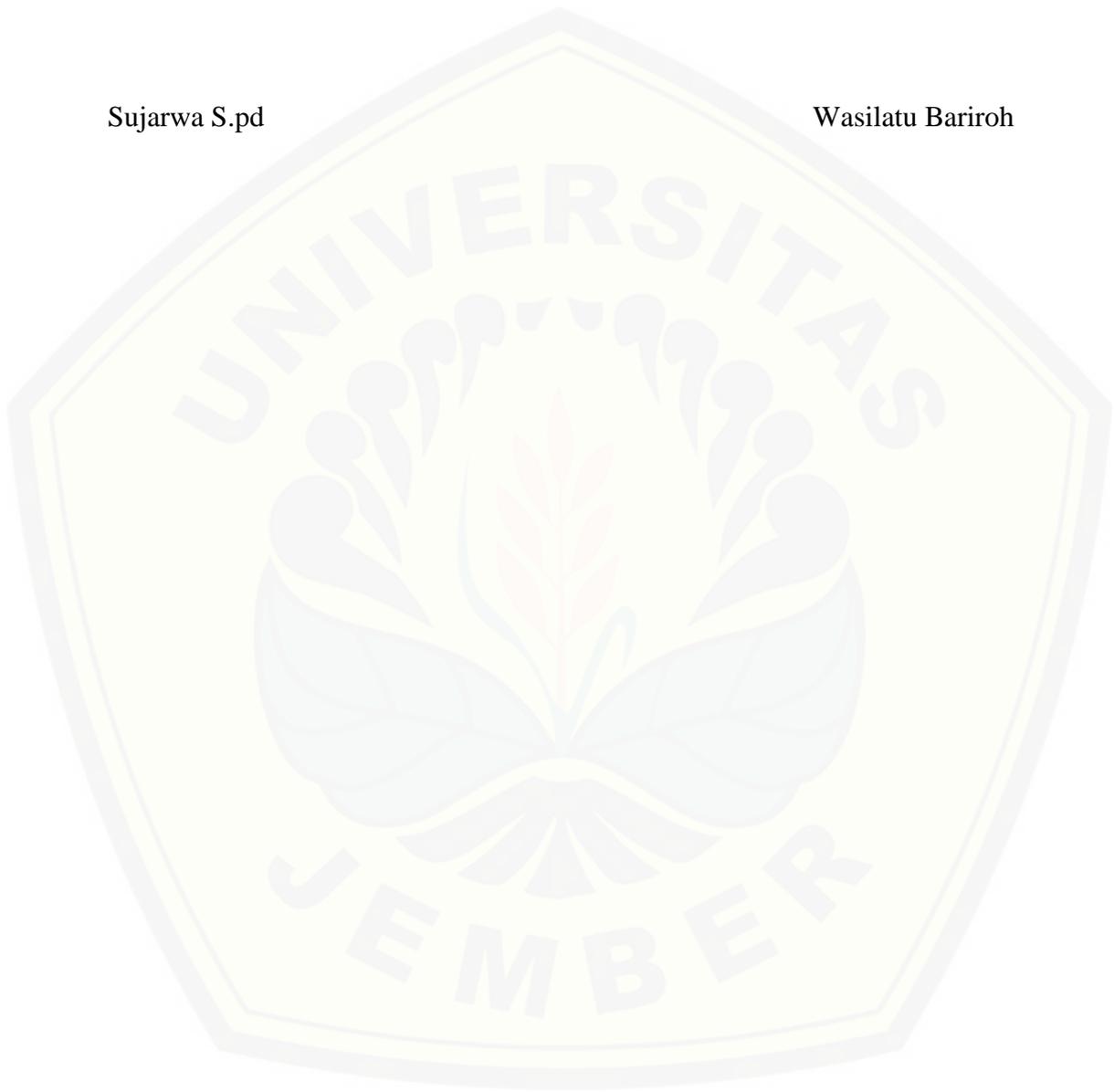
Peneliti,

Guru Mata Pelajaran Fisika

Mahasiswa

Sujarwa S.pd

Wasilatu Bariroh



Lampiran F2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran**Pertemuan 3****RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN****(RPP)**

Sekolah	: SMA Negeri Ambulu
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI/GENAP
Materi Pokok	: Hukum ke-2 Termodinamika
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit (1 pertemuan)

C. KOMPETENSI INTI (KI)

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif 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, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan 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 dalam bidang kerja yang spesifik 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, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

D. KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR

KD – 3	KD – 4
3.8 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika	4.8 Merencanakan dan Melakukan percobaan Hukum Ke-I dan Ke-II Termodinamika dan makna fisisnya
Indikator	Indikator
3.7.5 Mengidentifikasi peristiwa-peristiwa Hukum Termodinamika ke-2	4.7.2 Melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan mesin Carnot.
3.7.6 Mendeskripsikan prinsip kerja mesin Carnot	
3.7.7 Menghitung efisiensi mesin Carnot	

E. TUJUAN PEMBELAJARAN

- 3.7.4 Siswa mampu mengidentifikasi peristiwa-peristiwa Hukum ke dua Termodinamika
- 3.7.5 Siswa mampu mendeskripsikan prinsip kerja mesin Carnot.
- 3.7.6 Siswa mampu menghitung efisiensi mesin Carnot.
- 4.7.2 Siswa mampu melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan mesin Carnot.

F. MATERI PEMBELAJARAN

SIKLUS TERMODINAMIKA

- a. Proses reversibel dan tidak reversibel

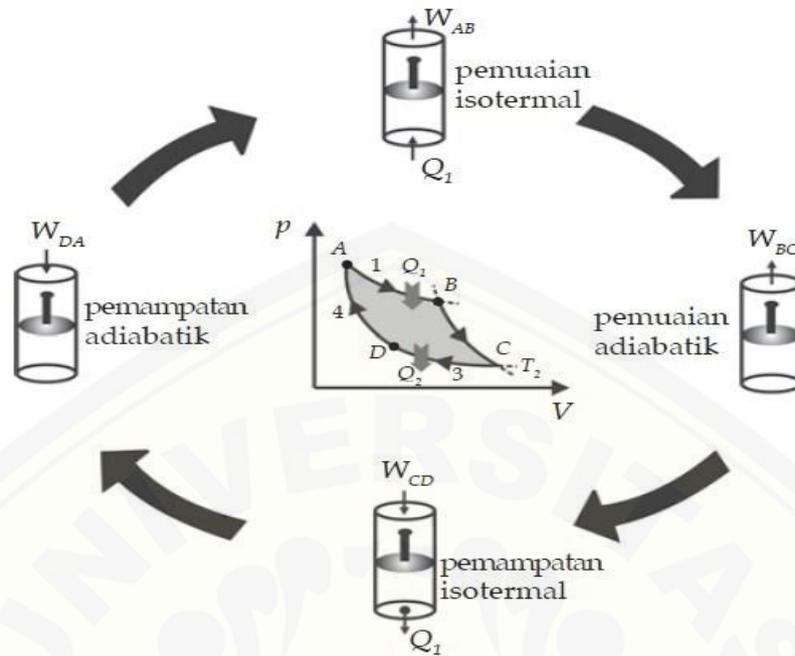
Proses – proses pada mesin kalor ada yang bersifat reversibel dan ada yang bersifat irreversibel. Proses reversibel merupakan proses yang

berlangsung sangat lambat sehingga prosesnya dapat dianggap sebagai rangkaian keadaan seimbang. Seluruh proses ini dapat dikerjakan secara kebalikan tanpa mengubah besar usaha yang dilakukan oleh kalor atau kalor yang dipindahkan. Proses reversibel sempurna tidak dapat ditentukan dalam kenyataan karena proses ini membutuhkan waktu yang sangat lama hampir tak terbatas. Proses ini juga menghendaki tidak adanya gesekan, gangguan udara luar serta faktor pengubah kalor dan usaha lainnya. Meskipun pada kenyataan proses yang dapat ditemukan adalah proses irreversibel, tetapi konsep proses reversibel tetap penting karena proses ini dapat dijadikan pendekatan dalam proses pembahasan proses secara teori.

b. Siklus termodinamika

Prinsip umum mesin kalor berlaku untuk mesin ideal yang dalam kenyataannya sulit untuk diciptakan. Namun, idenya merupakan teori yang sangat praktis dan tetap dipakai sampai saat ini. Secara teoritis, mesin Carnot menunjukkan beberapa faktor yang berpengaruh pada efisiensi sebuah mesin. Mengubah usaha menjadi kalor dapat dilakukan secara terus-menerus, tetapi mengubah kalor menjadi usaha tidaklah demikian halnya. Harusnya diusahakan agar gas dapat kembali ke keadaan semula sehingga gas itu dapat melakukan usaha kembali. Proses seperti ini disebut dengan siklus.

Siklus Carnot merupakan siklus mesin ideal. Siklus Carnot menggunakan dua proses termodinamika, yaitu isothermal dan adiabatik. Perhatikan gambar dibawah ini,



Gambar Siklus Carnot

Mesin kalor bekerja dalam satu siklus, dan siklus untuk mesin Carnot mulai dari titik a pada diagram PV :

- a) $a \rightarrow b$ terjadi pemuaiian (Ekspansi) Isotermal, gas dalam kotak dengan reservoir tinggi (T_1) gas menyerap kalor (Q_1) dari reservoir dan melakukan usaha W_{ab} untuk menggerakkan piston.
- b) $b \rightarrow c$ terjadi pemuaiian (Ekspansi) Adiabatik, tidak ada kalor yang diserap maupun keluar dari sistem. Selama proses temperatur gas turun dari T_1 ke T_2 (temperatur rendah) dan melakukan usaha W_{ab} .
- c) $c \rightarrow d$ terjadi penyusutan (Kompresi) Isotermal, pada temperatur rendah (T_2) konstan, gas dalam kotak dengan reservoir temperatur rendah melepaskan kalor (Q_2) dan mendapat usaha dari luar W_{cd} .
- d) $d \rightarrow a$ terjadi penyusutan (Kompresi) Adiabatik, tidak ada kalor yang diserap maupun keluar dari sistem. Selama proses temperatur naik dari T_2 ke T_1 dan mendapat usaha W_{da} .

Usaha (W) yang dilakukan oleh gas adalah luas daerah yang didalam siklus tersebut. Oleh dalam rangkaian proses (siklus) ini sistem kembali ke keadaan semula maka $\Delta U_{siklus} = 0$ sehingga :

$$W_{siklus} = \Delta Q_{siklus}$$

$$W_{siklus} = Q_1 - Q_2$$

Perbandingan antara besarnya usaha (W) yang dapat dilakukan oleh sistem terhadap kalor (Q) yang diserap dapat menentukan efisiensi suatu mesin. Efisiensi ini didefinisikan sebagai berikut.

$$\text{efisiensi } (\eta) = \frac{\text{usaha yang dilakukan sistem } (W)}{\text{kalor yang diberikan sistem } (Q)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\% = \left[\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right] \times 100\%$$

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

Menunjukkan efisiensi mesin secara umum. Adapun khusus untuk mesin Carnot, persamaan dapat dituliskan menjadi:

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

Penggantian besaran kalor (Q) menjadi suhu mutlak (T) dalam menentukan efisiensi sebuah mesin mengambil sebuah ide bahwa energi dalam sebanding dengan perubahan suhu. Kelvin menunjukkan bahwa

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

G. METODE PEMBELAJARAN

Metode Pembelajaran : Diskusi, Eksperimen, Tanya Jawab dan presentasi

Pendekatan : Pendekatan Kontekstual

Model Pembelajaran : *Problem Based Learning* (PBL)

H. MEDIA PEMBELAJARAN DAN SUMBER BELAJAR

a. Media Pembelajaran :

- 1) Laptop/LCD
- 2) Lembar Kerja Siswa (LKS)

b. Sumber Belajar:

- 1) Buku Fisika: Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI

I. LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN PEMBELAJARAN

a. Kegiatan Pendahuluan

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
Fase 1 Orientasi Masalah Kepada Siswa	7. Guru membuka pembelajaran dengan salam 8. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai 9. Guru mengecek kehadiran siswa 10. Melakukan tanya jawab seputar materi yang akan diajarkan, guru memberikan motivasi kepada siswa agar menaruh perhatian terhadap aktivitas penyelesaian masalah. memberikan masalah berupa pertanyaan sebagai berikut: “Pernahkah kalian memasak air? Kemudian, apa yang kalian lihat pada saat air mendidih? Mengapa?” 11. Guru Menyampaikan tujuan pembelajaran, menjelaskan, menjelaskan logistik (bahan dan alat) apa yang diperlukan bagi penyelesaian masalah 12. Guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan pembelajaran. Agar relevan dengan penyelesaian masalah.	10 menit

b. Kegiatan Inti

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
Fase 2 Mengorganisasikan siswa untuk belajar	Eksplorasi 1. Melibatkan peserta didik mencari informasi yang luas dan dalam tentang topik/tema materi yang akan dipelajari dari aneka sumber 2. Dengan cermat menggunakan beragam pendekatan	

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
<p>Fase 3 Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok</p> <p>Fase 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</p> <p>Fase 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses penyelesaian masalah</p>	<p>pembelajaran, dan sumber belajar lain</p> <p>3. Memfasilitasi terjadinya interaksi antar peserta didik serta antara peserta didik dengan guru, lingkungan, dan sumber belajar lainnya.</p> <p>4. Melibatkan peserta didik secara aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran</p> <p>5. Guru membagi dan membimbing siswa untuk membentuk kelompok, tiap kelompok terdiri dari 4-5 siswa.</p> <p>6. Memberikan contoh soal, dan mengerjakan bersama-sama dengan siswa.</p> <p>7. Siswa secara mandiri dan rasa ingin tahu untuk selalu aktif dalam mengerjakan soal-soal tentang materi Hukum Ke-2 Termodinamika.</p> <p>Elaborasi</p> <p>4. Siswa secara cermat dan teliti mengerjakan soal-soal mengenai materi termodinamika, sedangkan guru mendampingi pada kelompok diskusi.</p> <p>5. Siswa secara bertanggung jawab dalam setiap kelompoknya untuk mendiskusikan, memaparkan dan menarik kesimpulan mengenai hasil yang telah di diskusikan.</p> <p>6. Guru memfasilitasi tiap kelompok untuk menyampaikan hasil diskusi dan menjelaskan di depan kelas.</p> <p>Konfirmasi</p> <p>1. Memberikan kesempatan pada siswa untuk tanya jawab tentang materi yang telah didiskusikan oleh masing-masing kelompok secara bertanggung jawab.</p>	

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	2. Bertanya jawab tentang hal-hal yang belum diketahui siswa tentang materi sistem dan lingkungan yang telah didiskusikan secara cermat . 3. Memberikan kesempatan pada siswa untuk aktif dalam bereksplorasi lebih lanjut untuk memperdalam pengetahuan tentang termodinamika. 4. Bersama siswa secara interaktif bertanya jawab meluruskan kesalahan pemahaman, memberikan penguatan dan menyimpulkan tentang materi Hukum Kedua Termodinamika yang telah di diskusikan.	

c. Kegiatan Penutup

Langkah-Langkah PBL	Deskripsi Kegiatan Guru dan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	1. Bersama-sama dengan peserta didik membuat rangkuman/simpulan tentang materi Hukum ke-2 termodinamika secara cermat . 2. Melakukan penilaian dan/atau refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan secara konsisten dan terprogram. 3. Memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran 4. Memberikan tugas kepada siswa tentang materi yang berkaitan dengan Hukum ke-2 termodinamika.	

H. PENILAIAN

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
1. Observasi	Instrumen keterampilan berkomunikasi dan

	penilaian sikap
2. Tes	Tes tertulis berupa soal uraian, untuk mengetahui kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.
3. Penilaian unjuk kerja	Hasil pengerjaan soal-soal <i>Higher Order Thinking Skills</i> (HOTS)

Jember, 16 Januari 2020

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran Fisika

Sujarwa S.Pd

Peneliti,
Mahasiswa

Wasilatul bariroh

Lampiran G . Kisi-Kisi Soal Tes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi**KISI – KISI SOAL *PRE-TEST* DAN *POST-TEST* KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI SISWA MATERI TERMODINAMIKA**

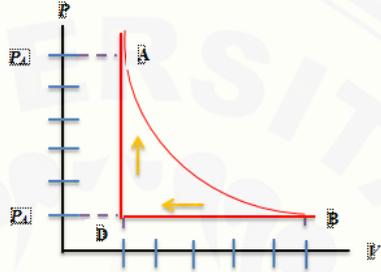
Satuan Pendidikan	: SMA Negeri Ambulu	Alokasi Waktu	: 60 menit
Mata Pelajaran	: Fisika	Jumlah Soal	: 5 soal
Kelas /Semester	: XI/Genap	Jenis Soal	: Uraian
Kompetensi Dasar	: 3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika		

A. Kisi – Kisi Soal *Pre-test* Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Indikator Pencapaian Kompetensi	No. Soal	Klasifikasi	Uraian Soal	Kunci Jawaban	Bobot Soal
Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan.	1	C4	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	a. Dalam peristiwa tersebut,yang berperan sebagai sistem adalah air, gas H ₂ , O ₂ , N ₂ . Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi objek pengamatan (penelitian) atau sekumpulan benda yang hendak diteliti. b. Dalam peristiwa tersebut, yang berperan sebagai lingkungan adalah lilin dan bola. Lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem atau segala sesuatu yang mempengaruhi	20

			<p>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 style="text-align: center;">(SOAL UIN SYARIF HIDAYATULLAH 2018)</p>	<p>sistem.</p> <p>c. Tabung tersebut berfungsi sebagai dinding pembatas antara sistem dan lingkungan.</p>	
Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari hari	2	C4	<p>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? Jelaskan berdasarkan proses termodinamika!</p> <p style="text-align: center;">(SOAL UIN SYARIF HIDAYATULLAH 2017)</p>	<p>Yang terjadi pada tekanan adalah menjadi tiga kali semula, dengan volumenya tetap (isokhorik) dan tekanan sebanding dengan suhu.</p> <p>Penjelasan ilmiah: (tekanan sebanding dengan suhu)</p> <p>Diketahui:</p> $P_1 = P_1$ $T_2 = 3T_1$ $V_1 = V_2 = V \text{ (Isokhorik)}$ <p>Ditanya: P_2?</p> <p>Penyelesaian:</p> $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	20

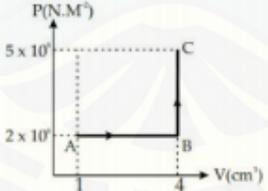
				$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{3T_2}$ $P_2 = 3P_1$ <p>Kemudian dengan tidak adanya perubahan volume ($V = 0$) maka usaha akan bernilai nol:</p> $W = p\Delta V$ $W = p(0)$ $W = 0$ <p>Usaha akan sama dengan nol, maka sistem tidak melakukan usaha.</p>	
Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume	3	C4	<p>3. Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. proses ini dipresentasikan pada gambar dibawah ini. (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperature turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan temperature dibiarkan naik (garis DA) sampai temperature mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). Proses apakah yang terjadi pada proses BDA? Dan hitunglah total usaha yang dilakukan oleh proses tersebut!</p>	<p>Diketahui :</p> $p = 5,0 \text{ atm} = 5 \left(1,01 \times \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} \right)$ $= 5,05 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ $V_1 = 20 \text{ L} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_2 = 0,5 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ <p>Ditanya :</p> <p>Proses pada BDA dan total usaha yang dilakukan oleh gas dalam proses BDA ?</p> <p>Jawab :</p> <p>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</p>	20

			 <p style="text-align: center;">Gambar (i)</p> <p style="text-align: center;">(SOAL GIANCOLI, 2001:523)</p>	<p>yaitu pada volume konstan. Sepanjang proses BD, maka usaha yang dilakukan adalah :</p> $W = P \Delta V = P (V_2 - V_1)$ $= 5,05 \times 10^5 (5 \times 10^{-3} - 20 \times 10^{-3})$ $= 5,05 \times 10^5 (-15 \times 10^{-3})$ $= -75,75 \times 10^2$ $= -7,575 \times 10^3 J$ <p>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>	
<p>Menghitung efisiensi mesin Carnot</p>	<p>4</p>	<p>C5</p>	<p>4. Sebuah mesin carnot menyerap panas dari tandon panas bertemperatur $127^\circ C$ dan membuang sebagian panasnya ke tandon dingin bertemperatur $27^\circ C$ efisiensi terbesar yang dapat dicapai oleh mesin carnot tersebut adalah....</p> <p style="text-align: center;">(SOAL SNMPTN 2010)</p>	<p>Diketahui $T_1 = 127^\circ C = 400K$ $T_2 = 27^\circ C = 300K$ Ditanya : efisiensi mesin carnot = ? Jawab :</p> $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $\eta = \left(1 - \frac{300}{400}\right) \times 100\%$ $\eta = \frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$	<p>20</p>

Menilai persamaan gas ideal	5	C5	<p>5. Sejumlah gas ideal monoatomic pada keadaan awal memiliki tekanan sebesar 120 kPa dan volumenya 250 cc/kmol. Kemudian, gas dipanasi pada tekanan tetap sehingga mengembang. Misalkan konstanta gas universal dinyatakan sebagai $R \frac{J}{mol K}$. Jika pada proses itu temperature gas meningkat sebesar $8,4/R$ kelvin, maka usaha per kmol yang dilakukan gas untuk mengembang adalah ...</p> <p style="text-align: right;">(SOAL SBMPTN 2020)</p>	<p>Diketahui :</p> <p>$P = 120 \text{ kPa} = 120 \times 10^3 \text{ Pa}$ (0,5) $W = 8,4 \text{ Joule}$ (0,5) $V_2 = 320 \text{ cc/kmol} = 320 \times 10^{-6}$ $(0,5) \text{ m}^3/\text{kmol}$ $n = 1 \text{ kmol}$ (0,5)</p> <p>Ditanya:</p> <p>$T_1 = \dots ?$</p> <p>Jawab:</p> <p>Pada proses isobarik berlaku rumus usaha:</p> <p>$W = P(V_2 - V_1)$ $W = P(V_2 - PV_1) \quad \{1 25\}$ $8,4 = (120 \times 10^3)(320 \times 10^{-6}) - PV_1$ $8,4 = 38,4 - PV_1$ $PV_1 = 38,4 - 8,4$ $PV_1 = 30 \text{ J}$</p> <p>Diketahui bahwa persamaan gas ideal pada umumnya adalah $PV = nRT$, berdasarkan kasus pada permasalahan yang ada di soal, maka persamaan di atas dapat di tulis sebagai berikut $PV_1 = n R T_1$ karena proses yang terjadi adalah isobaric sehingga P tetap atau tidak mengalami perubahan secara signifikan.</p>	20
-----------------------------	---	----	---	---	----

				<p>sehingga dengan mensubstitusikan $PV_1 = 30 \text{ J}$ kedalam persamaan $PV_1 = n R T_1$, maka di dapatkan suhu sebagai berikut :</p> $30 = 1 \cdot R T_1$ $T_1 = \frac{30}{R} \text{ Kelvin}$	
--	--	--	--	--	--

B. Kisi – Kisi Soal *Post-test* Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Indikator Pencapaian Kompetensi	No. Soal	Klasifikasi	Uraian Soal	Kunci Jawaban	Bobot Soal
Menganalisis gambar usaha gas pada proses yang terjadi berdasarkan grafik P-V	1	C4	<p>1. Proses pemanasan suatu gas ideal digambarkan seperti grafik P – V berikut ini!</p> 	<p>Diketahui : $P_1 = 2 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ $P_2 = 5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ $V_1 = 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$ $V_2 = 4 \text{ cm}^3 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^3$</p> <p>Ditanya:</p> <p>a. Proses A-B-C b. $W_{ABC} \dots ?$ c. $W = \text{luas bidang?}$</p>	20

		<p>Hitunglah:</p> <ol style="list-style-type: none">Proses A-B-C?Besar usaha yang dilakukan gas pada siklus ABCApakah besar usaha sama dengan luas bidang? <p style="text-align: center;">(UN Fisika SMA 2010 No. 2)</p>	<p>Jawab:</p> <ol style="list-style-type: none">Proses A-B-C Proses AB = Isobarik (tekanan tetap) Proses BC = Isokhorik (volume tetap)W_{ABC}<ul style="list-style-type: none">Terlebih dahulu hitung $W_{AB}$$W_{AB} = P_1(V_2 - V_1)$$= 2 \times 10^6 \text{ N/m}^2 (10^{-6} \text{ m}^3 - 4 \times 10^{-6} \text{ m}^3)$$= 6 \text{ Joule}$Menghitung $W_{BC}$$W_{BC} = 0 \text{ Joule} \text{ (karena proses isokhorik)}$Menghitung $W$$W = W_{AB} + W_{BC}$$= 6 \text{ Joule} + 0 \text{ Joule}$$= 6 \text{ Joule}$	
--	--	---	--	--

				<p>c. $W_{ABC} = \text{luas bidang?}$</p> <p>Luas bidang dibawah kurva ialah persegi panjang . Dengan menghitung luas persegi panjang</p> $L = P \times L$ $= 3 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 2 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ $= 6 \text{ N/m}$ <p>Dapat diartikan bahwa besar usaha sama dengan luas bidang</p> $W_{ABC} = \text{Luas bidang} = 6 \text{ Joule}$	
Menilai besar perubahan energi dalam berdasarkan Hukum 1 Termodinamika	2	C5	<p>2. Suatu gas ideal dengan volume 3 liter pada suhu 27°C mengalami pemanasan isobarik pada tekanan 1 atm ($1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$) hingga suhu 77°C. bila kapasitas kalor gas ideal 8,0 J/K, maka perubahan energi dalam volume akhir gas ideal berturut-turut adalah....</p>	<p>Diketahui : $V_1 = 3 \text{ liter}$</p> $T_1 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$ $P = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ $T_2 = 77^\circ\text{C} = 350\text{K}$ $C = 8,0 \text{ J/K}$ <p>Ditanya : ΔU dan V_2.....?</p> <p>Jawab:</p>	20

			<p>(UN Fisika SMA 2015 Paket 1 No. 15)</p>	<p>Dalam soal diketahui bahwa gas ideal mengalami pemanasan isobarik. Oleh karena itu, volume akhir dari gas ideal dapat ditentukan dengan persamaan:</p> $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $\frac{3}{300} = \frac{V_2}{350}$ $V_2 = 3,5 \text{ L}$ <p>Besar kalor pada gas ditentukan melalui</p> $Q = C \cdot \Delta T$ $Q = 8 \cdot (350 - 300)$ $Q = 8 \cdot (50)$ $Q = 400 \text{ Joule}$ <p>Dengan menghubungkan antara kalor, energi dalam, dan usaha dapat ditentukan nilai perubahan energi dalam melalui persamaan berikut:</p>	
--	--	--	--	---	--

				$Q = W + \Delta U$ $400 = P\Delta V + \Delta U$ $400 = 10^5 \cdot (3,5 - 3) + \Delta U$ $400 = 50 + \Delta U$ $\Delta U = 350 \text{ Joule}$ <p>Jadi, besar perubahan energi dalam dan volume akhir berturut-turut adalah 350 Joule dan 3,5 liter.</p>	
Menganalisis aplikasi Hukum 1 Termodinamika pada proses-proses gas ideal	3	C4	<p>3. Sebuah sistem 1 mol gas ideal monoatomik ($C_p = \frac{5}{2}R$) mengalami ekspansi isobaric pada tekanan 10^5 Pa sehingga volumenya menjadi 2 kali volume awal. Bila volume awal 25 liter, maka kalor yang diserap gas pada proses ini adalah....</p> <p>(SNMPTN 2012 No. 22)</p>	<p>Diketahui $P = 10^5 Pa$</p> $V_1 = 25 \text{ Liter}$ $= 25 \times 10^{-3} m^3$ $V_2 = 2 \times V_1$ $= 2 \times 25 \times 10^{-3}$ $= 50 \times 10^{-3} m^3$ <p>Ditanya : $Q \dots?$</p> <p>Jawab:</p> $Q = \frac{3}{2}nR\Delta T + P\Delta V$ $= \frac{3}{2}P\Delta V + P\Delta V$	20

				$= \frac{5}{2} P \Delta V$ $Q = \frac{5}{2} (10^5) (50 \times 10^{-3} - 25 \times 10^{-3})$ $Q = 6250 \text{ Joule}$ <p>Jadi kalor yang diserap pada proses adalah 6250 Joule</p>	
Menganalisis suhu pada mesin carnot saat perubahan suhu efisiensi	4	C4	<p>4. Sebuah mesin carnot menggunakan reservoir suhu tinggi 327°C, mempunyai efisiensi 60%. Agar efisiensi mesin carnot naik menjadi 80% dengan suhu rendahnya tetap maka suhu tinggi mesin carnot harus diubah menjadi....</p> <p>(UN Fisika SMA 2014 Paket 8 No. 19)</p>	<p>Diketahui: $T_1 = 327^\circ\text{C} = 600\text{K}$ $\eta_1 = 60\%$ $\eta_2 = 80\%$ Ditanya: T_1 pada $\eta_2 = 80\% \dots?$ Jawab:</p> <ul style="list-style-type: none"> Kondisi mula-mula $\eta_1 = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $60\% = \left(1 - \frac{T_2}{600}\right) \times 100\%$ $0,6 = \left(1 - \frac{T_2}{600}\right)$ $\frac{T_2}{600} = 0,4$ $T_2 = 240 \text{ K}$	20

				<ul style="list-style-type: none">▪ Kondisi akhir $\eta_1 = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $80\% = \left(1 - \frac{240}{T_1}\right) \times 100\%$ $0,8 = \left(1 - \frac{240}{T_1}\right)$ $\frac{240}{T_1} = 0,2 \quad T_1 = 1200 \text{ K}$	
--	--	--	--	---	--

Menciptakan persamaan baru pada proses termodinamika	5	C6	<p>5. Pada gas ideal yang mengalami ekspansi isobarik pada tekanan tetap P, suhu gas berubah dari T_1 ke T_2. Jika volume gas suhu T_1 adalah V_1, besarnya usaha yang dilakukan pada ekspansi isobarik ini adalah ...</p> <p style="text-align: center;">(SOAL SBMPTN 2020)</p>	<p>Diketahui: Tekanan (P) tetap T_1 ke T_2 V_1</p> <p>Ditanya: W (ekspansi isobarik)</p> <p>Jawab:</p> $W = P \cdot \Delta V$ $W = P \cdot (V_2 - V_1)$ $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$ $V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1$ $W = P \cdot (V_2 - V_1)$ $W = P \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} V_1 - V_1 \right)$ $W = P \cdot V_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$ $W = P \cdot V_1 \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1} \right)$	20
--	---	----	--	---	----

Lampiran H. Soal *Pre-test* Termodinamika**SOAL PRE-TEST**

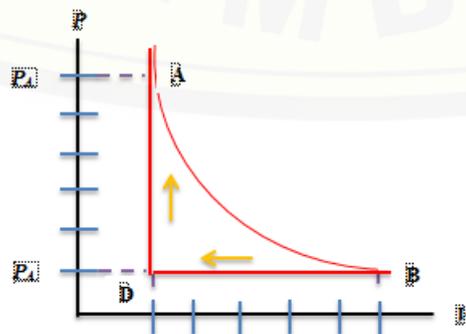
Mata pelajaran	: Fisika	Kelas/Semester	: XI/Genap
Pokok Bahsan	: Termodinamika	Butir Soal	: Uraian
Satuan pendidikan	: SMA	Alokasi Waktu	: 60 menit

Petunjuk pengerjaan soal:

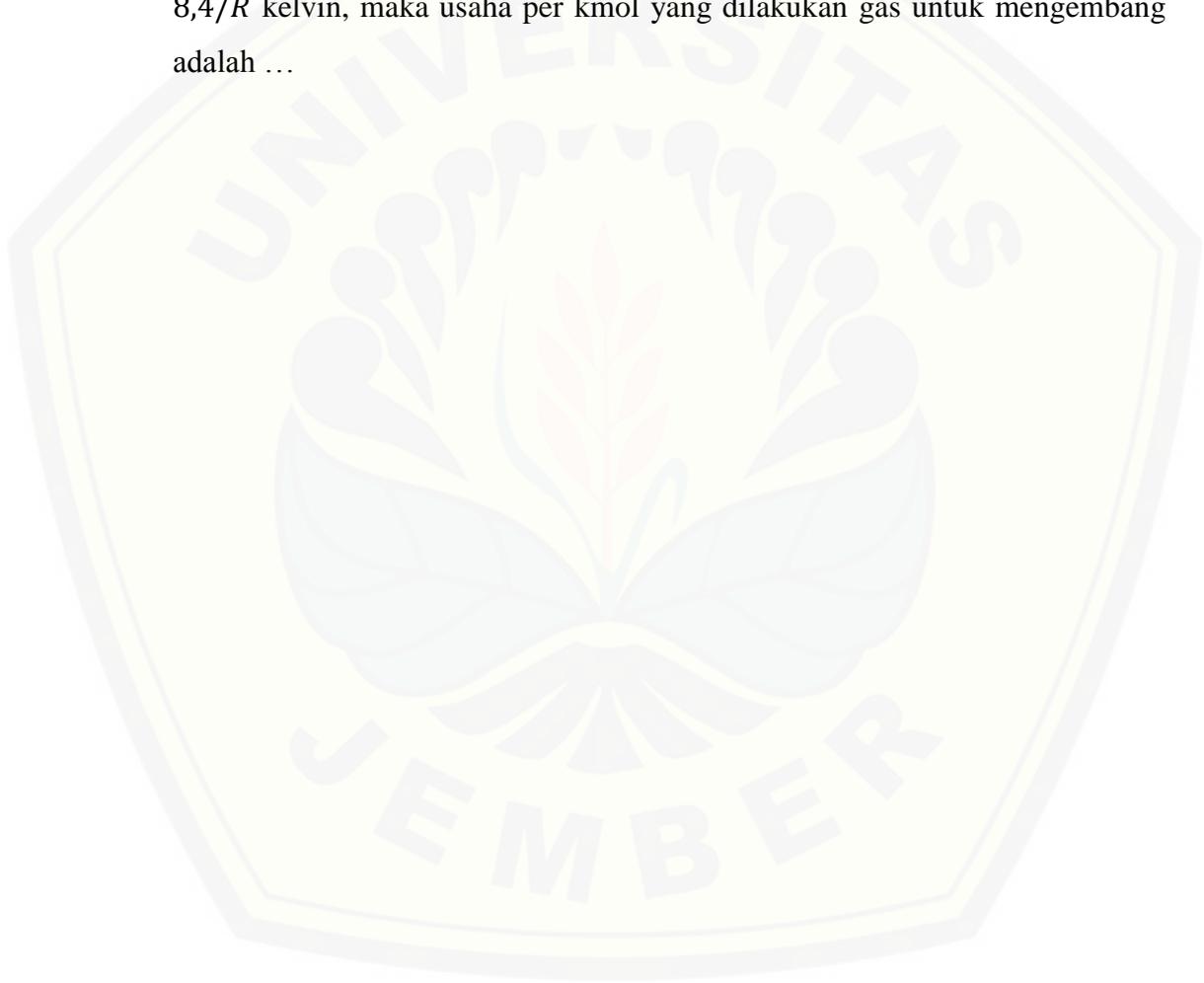
1. Tulislah identitas (nama, kelas, dan nomor absen) pada lembar jawaban
2. Bacalah soal dengan cermat dan teliti
3. Kerjakan soal secara individu pada tempat yang disediakan
4. Kerjakan soal yang lebih mudah terdahulu
5. Tuliskan data-data yang diketahui dan ditanyakan pada soal
6. Gunakanlah satuan SI dalam setiap menjawab soal
7. Tulislah setiap rumusan yang digunakan untuk menjawab soal
8. Jawablah semua pertanyaan dengan runtut dan sistematis
9. Tanyakan kepada ibu guru apabila ada soal yang kurang jelas
10. Teliti kembali setiap selesai menjawab

Soal

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? Jelaskan berdasarkan proses termodinamika!
3. Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. proses ini dipresentasikan pada gambar dibawah ini. (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperature turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan temperature dibiarkan naik (garis DA) sampai temperature mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). Proses apakah yang terjadi pada proses BDA? Dan hitunglah total usaha yang dilakukan oleh proses tersebut!



4. 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....
5. Sejumlah gas ideal monoatomic pada keadaan awal memiliki tekanan sebesar 120 kPa dan volumenya 250 cc/kmol . Kemudian, gas dipanasi pada tekanan tetap sehingga mengembang. Misalkan konstanta gas universal dinyatakan sebagai $R\frac{\text{J}}{\text{mol K}}$. Jika pada proses itu temperature gas meningkat sebesar $8,4/R$ kelvin, maka usaha per kmol yang dilakukan gas untuk mengembang adalah ...



Lampiran I . Soal *Post-test* Termodinamika**SOAL POST-TEST**

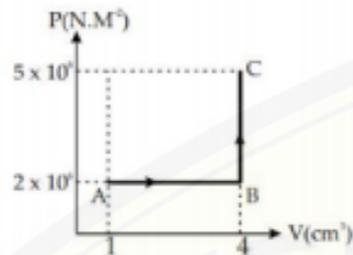
Mata pelajaran	: Fisika	Kelas/Semester	: XI/Genap
Pokok Bahsan	: Termodinamika	Butir Soal	: Uraian
Satuan pendidikan	: SMA	Alokasi Waktu	: 60 menit

Petunjuk pengerjaan soal:

1. Tulislah identitas (nama, kelas, dan nomor absen) pada lembar jawaban
2. Bacalah soal dengan cermat dan teliti
3. Kerjakan soal secara individu pada tempat yang disediakan
4. Kerjakan soal yang lebih mudah terdahulu
5. Tuliskan data-data yang diketahui dan ditanyakan pada soal
6. Gunakanlah satuan SI dalam setiap menjawab soal
7. Tulislah setiap rumusan yang digunakan untuk menjawab soal
8. Jawablah semua pertanyaan dengan runtut dan sistematis
9. Tanyakan kepada ibu guru apabila ada soal yang kurang jelas
10. Teliti kembali setiap selesai menjawab

Soal

1. Proses pemanasan suatu gas ideal digambarkan seperti grafik P – V berikut ini!



Hitunglah:

- Proses A-B-C?
 - Besar usaha yang dilakukan gas pada siklus ABC
- Apakah besar usaha sama dengan luas bidang? Suatu gas ideal dengan volume 3 liter pada suhu 27°C mengalami pemanasan isobarik pada tekanan 1 atm ($1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$) hingga suhu 77°C . bila kapasitas kalor gas ideal $8,0 \text{ J/K}$, maka perubahan energi dalam volume akhir gas ideal berturut-turut adalah....
 - Sebuah sistem 1 mol gas ideal monoatomik ($C_p = \frac{5}{2}R$) mengalami ekspansi isobaric pada tekanan 10^5 Pa sehingga volumenya menjadi 2 kali volume awal. Bila volume awal 25 liter, maka kalor yang diserap gas pada proses ini adalah....
 - Sebuah mesin carnot menggunakan reservoir suhu tinggi 327°C , mempunyai efisiensi 60%. Agar efisiensi mesin carnot naik menjadi 80% dengan suhu rendahnya tetap maka suhu tinggi mesin carnot harus diubah menjadi....
 - Pada gas ideal yang mengalami ekspansi isobarik pada tekanan tetap P , suhu gas berubah dari T_1 ke T_2 . Jika volume gas suhu T_1 adalah V_1 , besarnya usaha yang dilakukan pada ekspansi isobarik ini adalah ...

Lampiran J. Rubrik Penilaian

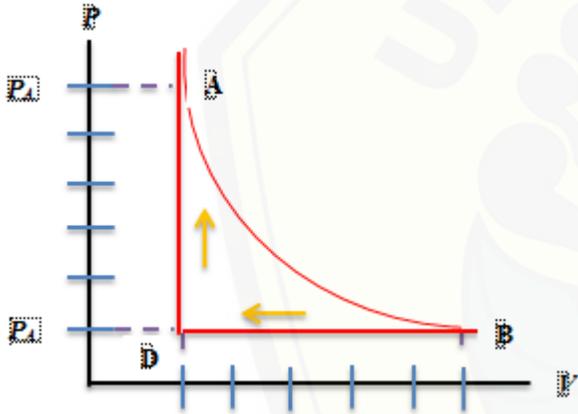
RUBRIK PENILAIAN

PENYELESAIAN SOAL HOTS

A. Soal *Pre-test* Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

No	Soal	Kunci jawaban	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>c. Dalam peristiwa tersebut, 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>d. Dalam peristiwa tersebut, yang berperan sebagai lingkungan adalah lilin dan bola. Lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem atau segala sesuatu yang mempengaruhi sistem</p> <p>e. Tabung tersebut berfungsi sebagai dinding pembatas antara sistem dan lingkungan.</p>	20	Dapat menyebutkan dan menjelaskan dengan benar dan tepat sesuai dengan makna pernyataan.
			15	Dapat menyebutkan dan menjelaskan, namun kurang tepat dalam menjelaskan.
			10	Dapat menyebutkan saja, namun tidak bisa menjelaskan.
			3	Berusaha menyebutkan dan menjelaskan, namun kurang benar.
			0	Tidak menyebutkan dan menjelaskan.
2.	<p>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? Jelaskan berdasarkan proses termodinamika!</p>	<p>Yang terjadi pada tekanan adalah menjadi tiga kali semula, dengan volumenya tetap (isokhorik) dan tekanan sebanding dengan suhu.</p>	3	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap meskipun simbol salah

		<p>Penjelasan ilmiah: (tekanan sebanding dengan suhu)</p> <p>Diketahui:</p> $P_1 = P_1$ $T_2 = 3T_1$ $V_1 = V_2 = V \text{ (Isokhorik)}$ <p>Ditanya: $P_2 \dots?$ Jawab :</p> $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $T_2 = 3T_1$ $V_1 = V_2 = V \text{ (Isokhorik)}$ <p>Ditanya: $P_2?$ Penyelesaian:</p> $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{3T_1}$ $P_2 = 3P_1$ <p><i>Kemudian dengan tidak adanya perubahan volume ($V = 0$) maka usaha akan bernilai nol:</i></p> $W = p\Delta V$ $W = p(0)$ $W = 0$ <p><i>Usaha akan sama dengan nol, maka sistem tidak melakukan usaha.</i></p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p> <p>6</p> <p>3</p> <p>11</p> <p>5</p> <p>-1</p> <p>-1</p>	<p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dengan simbol yang benar</p> <p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah</p> <p>Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal</p> <p>Dapat menuliskan rumus dengan benar dan tepat sesuai dengan pertanyaan didalam soal.</p> <p>Dapat menuliskan rumus namun kurang benar dan tepat</p> <p>Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, dan dengan menuliskan satuan dengan benar</p> <p>Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan benar</p> <p>Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, namun dengan menuliskan satuan salah</p> <p>Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan salah</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 dipresentasikan pada gambar dibawah ini. (i) sebagai lintasan B ke</p>	<p>Diketahui :</p> $p = 5,0 \text{ atm} = 5 \left(1,01 \times \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} \right) = 5,05 \times 10^5 \text{ N/m}^2$	3	<p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar</p>

	<p>D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperature turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan temperature dibiarkan naik (garis DA) sampai temperature mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). Proses apakah yang terjadi pada proses BDA? Dan hitunglah total usaha yang dilakukan oleh proses tersebut!</p>  <p>Gambar (i)</p>	<p>$V_1 = 20 \text{ L} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_2 = 0,5 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 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 :</p> $W = P \Delta V = P (V_2 - V_1)$ $= 5,05 \times 10^5 (5 \times 10^{-3} - 20 \times 10^{-3})$ $= 5,05 \times 10^5 (-15 \times 10^{-3})$ $= -75,75 \times 10^2$ $= -7,575 \times 10^3 \text{ J}$ <p>Total usaha yang dilakukan oleh gas adalah $-7,575 \times 10^3 \text{ J}$, tanda minus berarti bahwa $+7,575 \times 10^3 \text{ J}$ usaha dilakukan kepada gas.</p>	<p>2 2 1 0 15 10 5 2</p>	<p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap meskipun simbol salah Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dengan simbol yang benar Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal Dapat menganalisis gambar dan menjawab soal dengan benar dan tepat sesuai dengan kunci jawaban Dapat menganalisis gambar dan menjawab soal namun kurang tepat dengan kunci jawaban Dapat menganalisis gambar namun tidak dapat menjawab soal Siswa berusaha menjawab namun kurang benar</p>
<p>4.</p>	<p>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....</p>	<p>Diketahui $T_1 = 127^\circ\text{C} = 400\text{K}$ $T_2 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$ Ditanya : efisiensi mesin carnot = ?</p>	<p>3 2</p>	<p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap meskipun simbol salah</p>

		<p>Jawab :</p> $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $\eta = \left(1 - \frac{300}{400}\right) \times 100\%$ $\eta = \frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$	<p>2</p> <p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dengan simbol yang benar</p>
			<p>1</p> <p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah</p>
			<p>0</p> <p>Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal</p>
			<p>6</p> <p>Dapat menuliskan rumus dengan benar dan tepat sesuai dengan pertanyaan didalam soal.</p>
			<p>3</p> <p>Dapat menuliskan rumus namun kurang benar dan tepat</p>
			<p>11</p> <p>Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, dan dengan menuliskan satuan dengan benar</p>
			<p>5</p> <p>Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan benar</p>
			<p>-1</p> <p>Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, namun dengan menuliskan satuan salah</p>
			<p>-1</p> <p>Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan salah</p>
5.	<p>Sejumlah gas ideal monoatomic pada keadaan awal memiliki tekanan sebesar 120 kPa dan volumenya 250 cc/kmol. Kemudian, gas dipanasi pada tekanan tetap sehingga mengembang. Misalkan konstanta gas universal dinyatakan sebagai -</p>	<p>Diketahui :</p> <p>$P = 120 \text{ kPa} = 120 \times 10^3 \text{ Pa}$ (0,5)</p> <p>$W = 8,4 \text{ Joule}$ (0,5)</p> <p>$V_2 = 320 \text{ cc/kmol} = 320 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kmol}$ (0,5)</p> <p>$n = 1 \text{ kmol}$ (0,5)</p>	<p>3</p> <p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar</p>
			<p>2</p> <p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap meskipun simbol salah</p>

$R \frac{J}{mol K}$. Jika pada proses itu temperature gas meningkat sebesar $8,4/R$ kelvin, maka usaha per kmol yang dilakukan gas untuk mengembang adalah ...	Ditanya: $T_1 = \dots ?$ Jawab: Pada proses isobarik berlaku rumus usaha: $W = P(V_2 - V_1)$ $W = P(V_2 - PV_1) \quad \{1 25\}$ $8,4 = (120 \times 10^3)(320 \times 10^{-6}) - PV_1$ $8,4 = 38,4 - PV_1$ $PV_1 = 38,4 - 8,4$ $PV_1 = 30 \text{ J}$ Diketahui bahwa persamaan gas ideal pada umumnya adalah $PV = nRT$, berdasarkan kasus pada permasalahan yang ada di soal, maka persamaan di atas dapat di tulis sebagai berikut $PV_1 = n R T_1$ karena proses yang terjadi adalah isobaric sehingga P tetap atau tidak mengalami perubahan secara signifikan.	2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dengan simbol yang benar
		1	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah
		0	Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal
		6	Dapat menuliskan rumus dengan benar dan tepat sesuai dengan pertanyaan didalam soal
		3	Dapat menuliskan rumus namun kurang benar dan tepat
		11	Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, dan dengan menuliskan satuan dengan benar
		5	Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan benar
		-1	Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, namun dengan menuliskan satuan salah
-1	Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan salah		

B. Soal *Post-test* Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

No	Soal	Kunci jawaban	Skor	Kriteria
1.	Proses pemanasan suatu gas ideal digambarkan seperti grafik P – V berikut ini! Hitunglah: a. Proses A-B-C? b. Besar usaha yang dilakukan gas pada siklus ABC c. Apakah besar usaha sama dengan luas bidang?	Diketahui : $P_1 = 2 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ $P_2 = 5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ $V_1 = 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$ $V_2 = 4 \text{ cm}^3 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ Ditanya: a. Proses A-B-C b. $W_{ABC} \dots ?$ c. $W = \text{luas bidang?}$ Jawab: a. Proses AB = Isobarik (tekanan tetap) Proses BC = Isokhorik (volume tetap) b. W_{ABC} <ul style="list-style-type: none"> ▪ Terlebih dahulu hitung W_{AB} $W_{AB} = P_1(V_2 - V_1)$ $= 2 \times 10^6 \text{ N/m}^2 (10^{-6} \text{ m}^3 - 4 \times 10^{-6} \text{ m}^3)$ $= 6 \text{ Joule}$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menghitung W_{BC} $W_{BC} = 0 \text{ Joule}$ (karena proses isokhorik)	3	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap meskipun simbol salah
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dengan simbol yang benar
			1	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah
			0	Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal
			15	Dapat menganalisis gambar dan menjawab soal dengan benar dan tepat sesuai dengan kunci jawaban
			10	Dapat menganalisis gambar dan menjawab soal namun kurang tepat dengan kunci jawaban

		<p>▪ Menghitung W</p> $W = W_{AB} + W_{BC}$ $= 6 \text{ Joule} + 0 \text{ Joule}$ $= 6 \text{ Joule}$ <p>c. W = Luas bidang?</p> <p>Luas bidang dibawah kurva ialah persegi panjang . Dengan menghitung luas persegi panjang</p> $L = P \times L$ $= 3 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 2 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ $= 6 \text{ N/m}$ <p>Dapat diartikan bahwa besar usaha sama dengan luas bidang</p> $W_{ABC} = \text{Luas bidang} = 6 \text{ Joule}$	<p>5</p> <hr/> <p>2</p>	<p>Dapat menganalisis gambar namun tidak dapat menjawab soal</p> <hr/> <p>Siswa berusaha menjawab namun kurang benar</p>
--	--	--	-------------------------	--

2.	<p>Suatu gas ideal dengan volume 3 liter pada suhu 27°C mengalami pemanasan isobarik pada tekanan 1 atm ($1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$) hingga suhu 77°C. bila kapasitas kalor gas ideal 8,0 J/K, maka perubahan energi dalam volume akhir gas ideal berturut-turut adalah...</p>	<p>Diketahui : $V_1 = 3 \text{ liter}$</p> $T_1 = 27^{\circ}\text{C} = 300\text{K}$ $P = 1\text{atm} = 10^5 \text{Nm}^{-2}$ $T_2 = 77^{\circ}\text{C} = 350\text{K}$ $C = 8,0 \text{J/K}$ <p>Ditanya : ΔU dan V_2.....?</p> <p>Jawab:</p> <p>Dalam soal diketahui bahwa gas ideal mengalami pemanasan isobarik. Oleh karena itu, volume akhir dari gas ideal dapat ditentukan dengan persamaan:</p> $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $\frac{3}{300} = \frac{V_2}{350}$ $V_2 = 3,5 \text{ L}$ <p>Besar kalor pada gas ditentukan melalui</p> $Q = C \cdot \Delta T$ $Q = 8 \cdot (350 - 300)$ $Q = 8 \cdot (50)$ $Q = 400 \text{ Joule}$ <p>Dengan menghubungkan antara kalor, energi dalam,</p>	3	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap meskipun simbol salah
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang benar
			1	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah
			0	Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal
			6	Dapat menuliskan rumus dengan benar dan tepat sesuai dengan pertanyaan dalam soal
			3	Dapat menuliskan rumus namun kurang benar dan tepat
			11	Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, dan dengan menuliskan satuan dengan benar
			5	Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan dengan benar
			-1	Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, namun dengan menuliskan satuan salah
-1	Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan salah			

		<p>dan usaha dapat ditentukan nilai perubahan energi dalam melalui persamaan berikut:</p> $Q = W + \Delta U$ $400 = P\Delta V + \Delta U$ $400 = 10^5 \cdot (3,5 - 3) + \Delta U$ $400 = 50 + \Delta U$ $\Delta U = 350 \text{ Joule}$ <p>Jadi, besar perubahan energi dalam dan volume akhir berturut-turut adalah 350 Joule dan 3,5 liter.</p>		
3.	<p>Sebuah sistem 1 mol gas ideal monoatomik ($C_p = \frac{5}{2}R$) mengalami ekspansi isobaric pada tekanan 10^5 Pa sehingga volumenya menjadi 2 kali volume awal. Bila volume awal 25 liter, maka kalor yang diserap gas pada proses ini adalah....</p>	<p>Diketahui :</p> $P = 10^5 Pa$ $V_1 = 25 \text{ Liter} = 25 \times 10^{-3} m^3$ $V_2 = 2 \times V_1$ $= 2 \times 25 \times 10^{-3}$ $= 50 \times 10^{-3} m^3$ <p>Ditanya : $Q \dots?$</p>	3	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap namun simbol salah
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dengan simbol yang benar

		<p>Jawab:</p> $Q = \frac{3}{2}nR\Delta T + P\Delta V$ $= \frac{3}{2}P\Delta V + P\Delta V$ $= \frac{5}{2}P\Delta V$ $Q = \frac{5}{2}(10^5)(50 \times 10^{-3} - 25 \times 10^{-3})$ $Q = 6250 \text{ Joule}$ <p>Jadi kalor yang diserap pada proses adalah 6250 Joule</p>	1	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah
			0	Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal
			6	Dapat menuliskan rumus dengan benar dan tepat sesuai dengan pertanyaan didalam soal
			3	Dapat menuliskan rumus namun kurang benar dan tepat
			11	Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, dan dengan menuliskan satuan dengan benar
			5	Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan benar
			-1	Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, namun dengan menuliskan satuan salah
			-1	Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan salah
4.	<p>Sebuah mesin carnot menggunakan reservoir suhu tinggi 327°C, mempunyai efisiensi 60%. Agar efisiensi mesin carnot naik menjadi 80% dengan suhu rendahnya tetap maka suhu tinggi mesin carnot harus diubah menjadi....</p>	<p>Diketahui: $T_1 = 327^\circ C = 600K$ $\eta_1 = 60\%$ $\eta_2 = 80\%$ Ditanya: T_1 pada $\eta_2 = 80\% \dots?$</p>	3	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap meskipun simbol salah
			2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dengan simbol yang benar

		<p>Jawab:</p> <ul style="list-style-type: none"> Kondisi mula-mula $\eta_1 = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $60\% = \left(1 - \frac{T_2}{600}\right) \times 100\%$ $0,6 = \left(1 - \frac{T_2}{600}\right)$ $\frac{T_2}{600} = 0,4$ $T_2 = 240 \text{ K}$ <ul style="list-style-type: none"> Kondisi akhir $\eta_1 = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $80\% = \left(1 - \frac{240}{T_1}\right) \times 100\%$ $0,8 = \left(1 - \frac{240}{T_1}\right)$ $\frac{240}{T_1} = 0,2 \quad T_1 = 1200 \text{ K}$	<p>1</p> <p>0</p> <p>6</p> <p>3</p> <p>11</p> <p>5</p> <p>-1</p> <p>-1</p>	<p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah</p> <p>Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal</p> <p>Dapat menuliskan rumus dengan benar dan tepat sesuai dengan pertanyaan didalam soal</p> <p>Dapat menuliskan rumus namun kurang benar dan tepat</p> <p>Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, dan dengan menuliskan satuan dengan benar</p> <p>Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan benar</p> <p>Dapat menguraikan rumus dengan benar dan tepat, namun dengan menuliskan satuan salah</p> <p>Dapat menguraikan rumus namun kurang tepat, dan dengan menuliskan satuan salah</p>
5.	<p>Pada gas ideal yang mengalami ekspansi isobarik pada tekanan tetap P, suhu gas berubah dari T_1 ke T_2. Jika volume gas suhu T_1 adalah V_1, besarnya usaha yang dilakukan pada ekspansi isobarik ini adalah ...</p>	<p>Diketahui: Tekanan (P) tetap</p> <p>T_1 ke T_2</p> <p>V_1</p> <p>Ditanya: W (ekspansi isobarik)</p>	<p>3</p> <p>2</p>	<p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap dan dengan simbol yang benar</p> <p>Menuliskan apa yang diketahui dalam soal secara lengkap meskipun simbol salah</p>

	<p>Jawab:</p> $W = P \cdot \Delta V$ $W = P \cdot (V_2 - V_1)$ $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$ $V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1$ $W = P \cdot (V_2 - V_1)$ $W = P \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} V_1 - V_1 \right)$ $W = P \cdot V_1 \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$ $W = P \cdot V_1 \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1} \right)$	2	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dengan simbol yang benar
		1	Menuliskan apa yang diketahui dalam soal meskipun tidak lengkap dan dengan simbol yang salah
		0	Tidak menuliskan apa yang diketahui dalam soal
		15	Dapat menganalisis gambar dan menjawab soal dengan benar dan tepat sesuai dengan kunci jawaban
		10	Dapat menganalisis gambar dan menjawab soal namun kurang tepat dengan kunci jawaban
		5	Dapat menganalisis gambar namun tidak dapat menjawab soal
		2	Siswa berusaha menjawab namun kurang benar dan tepat

Lampiran K. Pedoman Wawancara

1.1 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 *Problem Based Learning* dalam pembelajaran Fisika?
- g. Menurut pendapat Bapak/Ibu, apakah model *Problem Based Learning* cocok digunakan dalam pembelajaran Fisika?
- h. Apakah Bapak/Ibu pernah menggunakan atau menerapkan penilaian kemampuan berfikir tingkat tinggi dalam pembelajaran Fisika?
- i. Apa yang Bapak/Ibu sarankan dalam pembelajaran 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 pembelajaran Fisika?

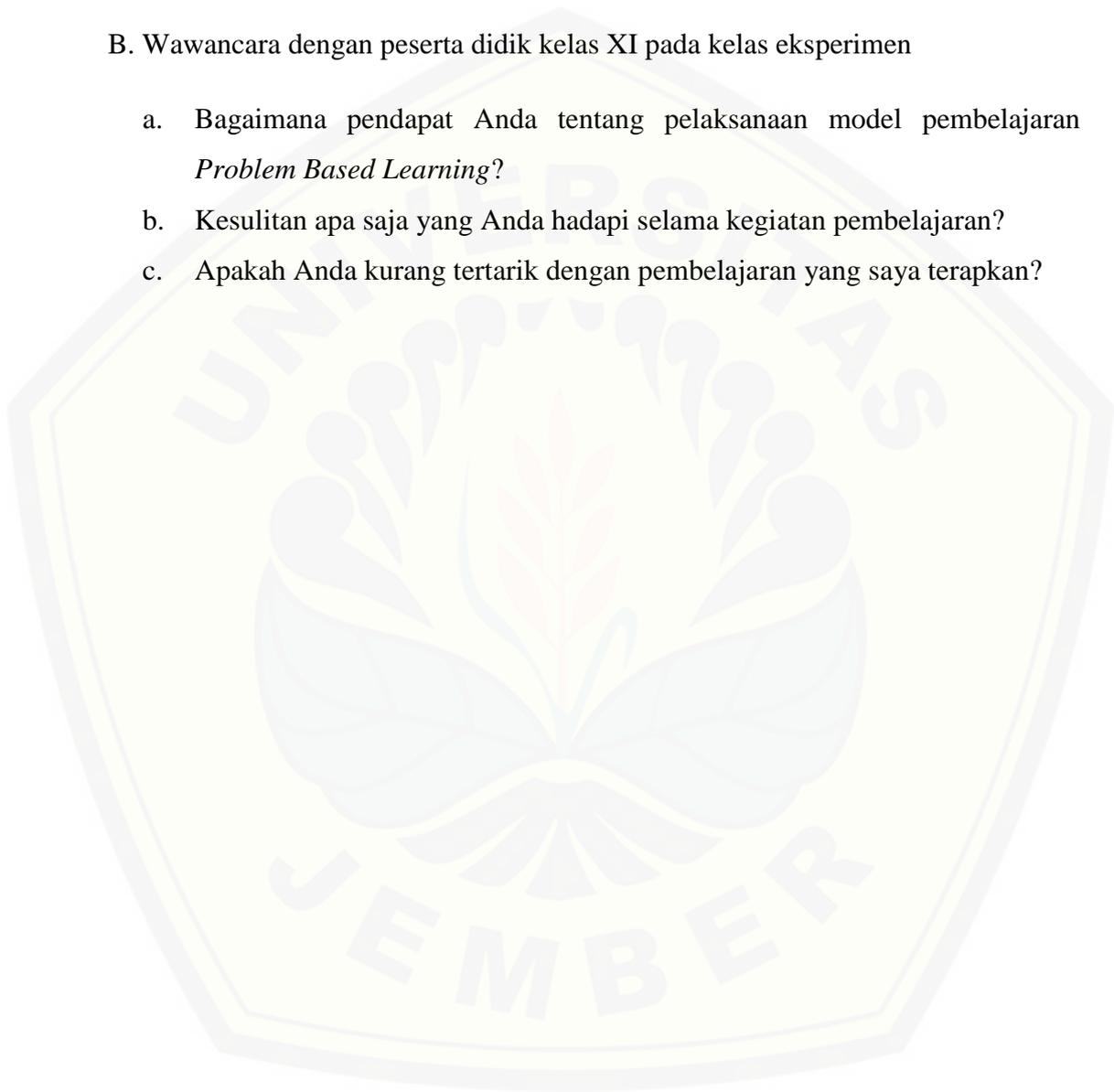
1.2 Kisi-kisi Pertanyaan saat Wawancara Berlangsung setelah Pelaksanaan Penelitian?

A. Wawancara dengan guru kelas XI mata pelajaran Fisika?

- a. Bagaimana pendapat Bapak/Ibu tentang pelaksanaan model pembelajaran *Problem Based Learning*?
- b. Apa saja kekurangan dan saran Bapak/Ibu mengenai pembelajaran dengan model *Problem Based Learning*?

B. Wawancara dengan peserta didik kelas XI pada kelas eksperimen

- a. Bagaimana pendapat Anda tentang pelaksanaan model pembelajaran *Problem Based Learning*?
- b. Kesulitan apa saja yang Anda hadapi selama kegiatan pembelajaran?
- c. Apakah Anda kurang tertarik dengan pembelajaran yang saya terapkan?



Lampiran L. Pedoman Pengumpulan Data

L.1 Pedoman Observasi

No.	Data yang Diambil	Sumber Data
1.	Sebelum Pelaksanaan Penelitian a. Cara guru bidang studi dalam mengajar b. Kriteria penilaian hasil belajar peserta didik	a. Guru bidang studi fisika kelas XI SMA di Kabupaten Jember b. Guru bidang studi fisika kelas XI SMA di Kabupaten Jember
2.	Pada saat pelaksanaan penelitian: a. Cara guru (peneliti) dalam menerapkan model <i>Problem Based Learning</i> b. Kemampuan berfikir tingkat tinggi dalam kegiatan pembelajaran c. Hasil belajar pada ranah: a) Afektif meliputi sikap spiritual dan sosial b) Psikomotor pada kegiatan diskusi kelompok dan presentasi	a. Peneliti (dicatat pada lembar observasi yang diisi oleh observer) b. Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen (yang dilakukan dengan cara mengerjakan soal esai) c. Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen (yang dinilai oleh guru peneliti)

L.2 Pedoman Tes

No.	Data yang Diambil	Sumber Data
1.	Hasil <i>Pre-test</i> di awal kegiatan pembelajaran	Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen
2.	Hasil kemampuan berfikir tingkat tinggi	Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen
3.	Hasil <i>Post-test</i> di akhir kegiatan pembelajaran	Peserta didik kelas XI SMA pada kelas eksperimen

L.3 Pedoman Dokumentasi

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

L.4 Pedoman Wawancara

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

Nilai terendah *Post-test*

Nilai tertinggi *Post-test*



LAMPIRAN N. HASIL OBSERVASI

PEDOMAN PENILAIAN ASPEK PSIKOMOTOR

A. Instrumen Tes

No	Nama	Indikator					Rata-Rata (Skala 1-4)
		1	2	3	4	5	
1.	DWIISA EKA Y			✓			18
2.	MARCHEL ADIAS P			✓			17
3.	MOH. LUTFI A.				✓		19
4.	M. EDUHILLAH P.		✓				16
5.	NURUL FADILAH				✓		19
6.	LT. ABIFERDANZA A.			✓			18

B. Kriteria Penilaian

No.	Indikator	Aspek Psikomotor			
		4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Kurang)
1.	Aktif dalam kegiatan diskusi kelompok				
2.	Menghargai pendapat teman pada saat diskusi kelompok				
3.	Fokus pada masalah pada saat diskusi kelompok				
4.	Selalu bekerja sama untuk menyelesaikan suatu masalah pada saat kegiatan diskusi kelompok				
5.	Mempresentasikan dengan baik hasil diskusi bersama kelompok				
Jumlah skor yang diperoleh					

Psikomotor skor akhir menggunakan rumus

$$\frac{\text{skor}}{20} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Observer

S. W. S.
Wulst

PEDOMAN PENILAIAN AFEKTIF

PENILAIAN DIRI SENDIRI

Nama peserta didik : **MON- LUTFI ABIYANTO**No. absen : **27**Kelas : **XI IPA 5**

Petunjuk :

Lembar 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 terkadang tidak melakukan
 2 = Terkadang, apabila terkadang 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 dan 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					

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{10} \times 4 = \text{skor akhir}$$

PEDOMAN PENILAIAN AFEKTIF

PENILAIAN ANTAR TEMAN

Nama peserta didik yang dinilai : MDH. LUTFI ARMYANTO

Nama peserta didik yang menilai : GIGIH DWI LAHYO

Kelas : XI IPA 5

Petunjuk :

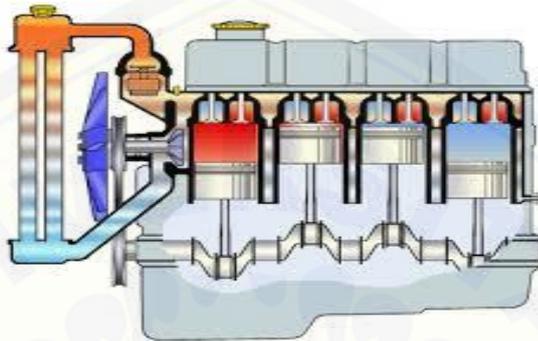
Lembar ini diisi oleh siswa untuk menilai sikap sosial peserta didik. Berilah tanda cek (√) pada kolom skor sesuai sikap sosial yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut:

- 4 = Selalu, apabila selalu melakukan sesuai pertanyaan
 3 = Sering, apabila sering melakukan sesuai pertanyaan dan terkadang tidak melakukan
 2 = Terkadang, apabila terkadang melakukan dan sering tidak melakukan
 1 = Tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

Sikap	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
Jujur	Tidak menyontek 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				✓
	Mengikuti kesalahan atau kekurangan yang dimiliki			✓	
Toleransi	Menghormati pendapat teman			✓	
	Menghormati teman yang berbeda suku, agama, ras, budaya, dan gender.			✓	
	Memerama kesepakatan meskipun berbeda dengan pendapatnya			✓	
	Memerama kekurangan orang lain			✓	
	Memastikan kebersihan orang lain			✓	
Gotong Royong	Aktif dalam kerja kelompok			✓	
	Suka menolong teman/orang lain			✓	
	Kesediaan melakukan tugas sesuai kesepakatan			✓	
	Rela berkorban demi orang lain			✓	
Jumlah					32

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang di peroleh}}{40} \times 4 = \text{skor akhir}$$

Lampiran O. Lembar Kerja Siswa

TERMODINAMIKA**Tujuan Pembelajaran:**

Peserta didik dapat:

1. Mendeskripsikan usaha, kalor, dan energy dalam berdasarkan hukum utama termodinamika.
2. Mendeskripsikan proses isobarik, isotermis, isokhorik, dan adiabatik.
3. Menghitung kapasitas kalor pada gas monoatomik dan diatomik.
4. Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan – volume ($P - V$).

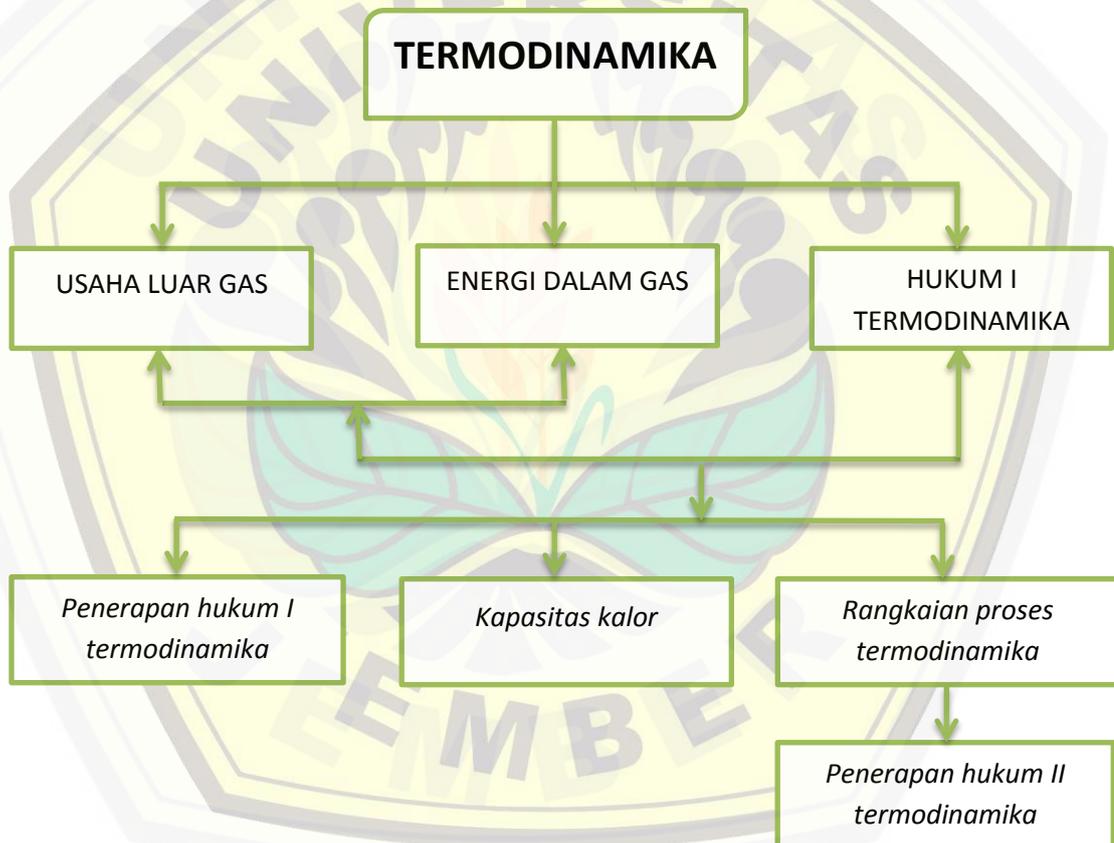
Nama :

Kelas :

No. Absen :

TERMODINAMIKA

Setelah mempelajari materi “Termodinamika” diharapkan Anda dapat mendeskripsikan usaha, energi dalam dan kalor berdasarkan hukum utama termodinamika serta mampu menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume ($P - V$). selanjutnya Anda diharapkan mampu mendeskripsikan prinsip kerja mesin Carnot.

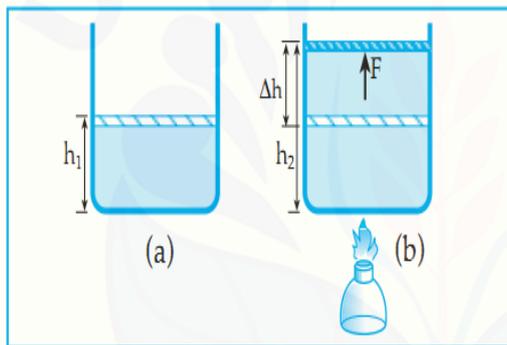


Termodinamika merupakan cabang Fisika yang mempelajari tentang perubahan energi dari suatu bentuk ke bentuk lain, terutama perubahan dari energi panas ke dalam energi lain.

Perubahan-perubahan energi dalam termodinamika didasarkan pada dua hukum.

1. Hukum termodinamika pertama yang merupakan pernyataan lain dari hukum kekekalan energi.
2. Hukum termodinamika kedua yang memberi bahasan apakah suatu proses dapat terjadi atau tidak.

A. USAHA GAS



Gambar 1.1 Usaha Gas

Gambar 1.1 (a) : suatu gas dalam bejana yang tertutup dengan piston yang bebas bergerak.

Tinggi piston mula-mula = h_1 .

Gambar 1.1 (b) : gas dalam bejana dipanasi sampai suhu tertentu sehingga tinggi piston menjadi h_2 .

Naiknya tutup piston dalam bejana (Gb 1.1 (b)) karena selama gas dipanasi gas memuai dan menekan piston ke atas.

Jika luas penampang bejana atau luas penampang piston = A , maka selama gas memuai gaya yang dilakukan oleh gas pada piston: $F = p \cdot A$.

Usaha yang dilakukan oleh gas selama memuai:

$$W = F(h_2 - h_1)$$

$$W = p \cdot A(h_2 - h_1)$$

$$W = p \cdot A \cdot \Delta h$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

Keterangan :

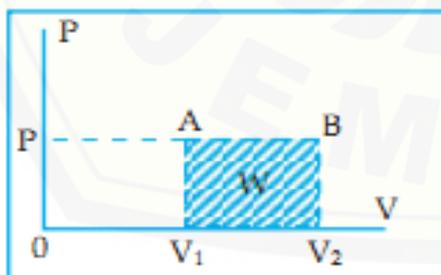
W = usaha yang dilakukan gas

P = tekanan yang dilakukan gas

ΔV = perubahan volum gas.

Usaha yang dilakukan oleh gas dapat dihitung secara grafik hubungan tekanan (P) dan volum (V) dan secara matematik.

Persamaan usaha yang dilakukan oleh gas di atas dihitung berdasarkan proses gas pada tekanan tetap (*Isobarik*)



Gambar 1.2 Proses Isobarik

Pada Gambar 1.2 di samping pada proses gas dengan tekanan tetap maka usaha yang dilakukan oleh gas selama proses dari A ke B dapat dihitung = luas daerah dibawah grafik.

$$W = P (V_2 - V_1)$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

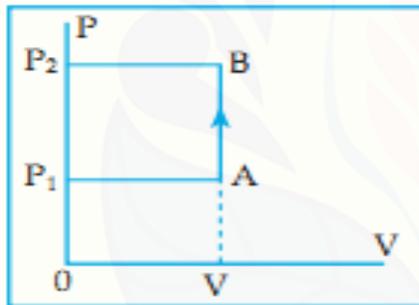
Secara matematika usaha yang dilakukan oleh gas dapat dihitung secara integral:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dv$$

Bagaimana usaha yang dilakukan oleh gas pada proses *iskhorik*, *isotermis* dan *adiabatik*?

Hal tersebut dapat dihitung berdasarkan grafik dan matematik dengan analogi di atas.

1. Proses Isokhorik (volum tetap)



Gambar 1.3 Proses Isokhorik

Selama proses gas dari A ke B karena $V_2 = V_1$ maka $\Delta V = 0$ sehingga usaha yang dilakukan oleh gas:

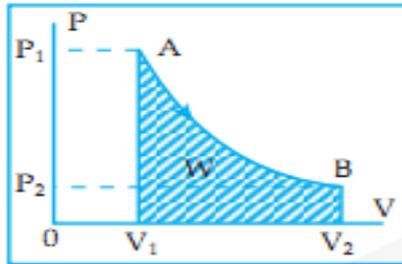
$$W = p \cdot \Delta V$$

$$W = 0$$

Jadi pada proses isokhorik gas tidak melakukan usaha terhadap lingkungannya.

2. Proses Isotermis (suhu tetap)

Grafik hubungan tekanan (P) dan volum (V) pada proses isotermik seperti Gambar 1.4 berikut.



Gambar 1.4 Proses Isotermik

Usaha yang dilakukan gas pada proses isotermik

W = luas daerah yang di arsir

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dv = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dv$$

$$W = n \cdot R \cdot T \int_{V_1}^{V_2} \frac{dv}{V} = n \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W = 2,3 \cdot n \cdot R \cdot T \log \frac{V_2}{V_1}$$

3. Proses Adiabatik

Proses adiabatik merupakan suatu proses di mana tidak ada panas yang keluar atau masuk ke dalam sistem.

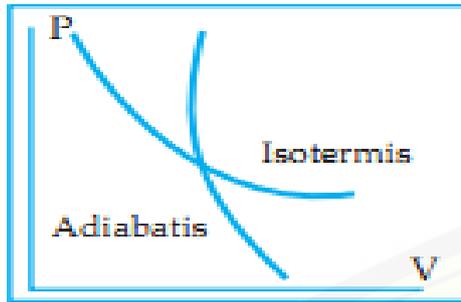
Proses ini terjadi pada suatu tempat yang benar-benar terisolasi secara termal. Dalam kenyataannya mustahil mendapatkan proses yang benar-benar adiabatik. Proses yang mendekati adiabatik adalah proses yang berlangsung sangat cepat. Pada proses adiabatik hubungan antara tekanan dan volum serta hubungan antara suhu dan volum dari gas dinyatakan dengan persamaan:

$$P \cdot V^\gamma = \text{konstan atau } P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_2^\gamma$$

$$T \cdot V^{\gamma-1} = \text{konstan atau } T_1 \cdot V_1^{\gamma-1} = T_2 \cdot V_2^{\gamma-1}$$

γ = konstanta laplace

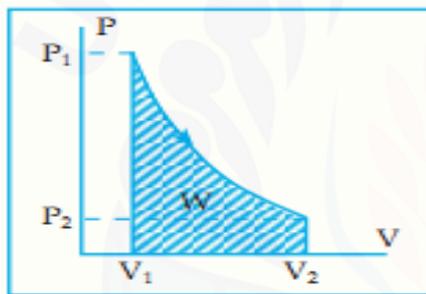
Grafik hubungan tekanan (P) dan volum (V) pada proses adiabatic hampir sama dengan proses isotermis.



Gambar 1.5 Grafik

Bagaimana usaha yang dilakukan oleh gas pada proses adiabatik?

Kita dapat menghitung berdasarkan grafik hubungan P dan V sebagai Berikut;



Gambar 1.6 Proses Adiabatik

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dv = \int_{V_1}^{V_2} \frac{C}{V^\gamma} dv$$

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

$$W = \frac{C}{1-\gamma} (V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma})$$

Dengan mengganti; $C = P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_2^\gamma$

Didapat:

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

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

Contoh Soal 1.1

1. Gas dalam ruang tertutup dengan tekanan $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ pada volum 2 m^3 dan suhu 300 K . jika gas tersebut dipanaskan pada tekanan tetap sehingga suhunya menjadi 600 K , berapakah usaha luar yang dilakukan oleh gas tersebut?

Penyelesaian

Diketahui : $P_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$; $V_1 = 20 \text{ m}^3$; $T_1 = 300 \text{ K}$; $T_2 = 600 \text{ K}$

Ditanya : W untuk $P_2 = P_1$

Jawab :

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

$$\frac{2}{300} = \frac{V_2}{600}$$

$$V_2 = 4 \text{ m}^3$$

$$W = P_1 (V_2 - V_1) \Rightarrow W = 2 \cdot 10^5 \text{ Joule}$$

B. ENERGI DALAM GAS**Hukum I Termodinamika****Energi Dalam**

Pada waktu kita membahas teori kinetic gas, kita menganggap bahwa gas terdiri atas molekul-molekul. Tiap molekul ini bergerak karena mempunyai energi. Jumlah tiap energi yang dimiliki oleh tiap molekul inilah yang dinamakan *energi dalam gas*.

Besar energi dalam:

- Untuk gas monoatomik: $u = \frac{3}{2} N \cdot K \cdot T = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$

- Untuk gas diatomik:

Pada suhu rendah : $u = \frac{3}{2} N \cdot K \cdot T = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$

Pada suhu sedang : $u = \frac{5}{2} N \cdot K \cdot T = \frac{5}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$

Pada suhu tinggi : $u = \frac{7}{2} N \cdot K \cdot T = \frac{7}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$

Dari persamaan tersebut terlihat bahwa energi dalam gas hanya tergantung pada suhu. Untuk mengubah energi dalam gas berarti harus mengubah suhu.

Suhu dapat diubah, jika sistem menerima / memberikan panas atau sistem melakukan / menerima usaha.



Gambar 1.7 Energi dalam gas

Gambar 1.7 melukiskan suatu gas dalam bejana tertutup piston yang bebas bergerak sedang dipanasi.

Panas yang diterima oleh gas digunakan untuk dua hal, yaitu untuk menaikkan energi dan untuk melakukan usaha luar:

$$Q = \Delta u + W$$

Q = panas yang diterima oleh gas

Δu = perubahan energi dalam gas

W = usaha yang dilakukan oleh gas

Dari persamaan di atas diperoleh:

Q positif jika gas (system) menerima panas

Q negatif jika gas (system) memberikan panas

Δu positif jika energi dalam gas (system) bertambah

Δu negatif jika energi dalam gas (system) berkurang

W positif jika gas (system) melakukan usaha (kerja)

W negatif jika gas (system) menerima usaha (kerja)

Persamaan $Q = \Delta u + W$ dikenal dengan hukum I Termodinamika, yang sebenarnya merupakan hukum kekekalan energi.

menurut hukum I Termodinamika “sejumlah panas yang diterima oleh suatu gas (system) dan usaha yang dilakukan terhadap suatu gas (system) dapat digunakan untuk menambah energi dalam (system) tersebut”.

Hukum I Termodinamika dapat ditinjau dengan berbagai proses:

a) Proses Isotermis

Pada proses isotermis: $\Delta u = 0$ sehingga $Q = W$

b) Proses Isobaris

Pada proses isobaris: $Q = \Delta u + u$

c) Proses Isokhoris

Pada proses isokhoris $W = 0$ sehingga $Q = \Delta u$

d) Proses Adiabatis

Pada proses adiabatik $Q = 0$ sehingga $0 = \Delta u + W$

$W = -\Delta u$

Contoh Soal 1.2

1. Di dalam silinder yang tertutup oleh penghisap yang dapat bergerak bebas terdapat gas helium pada tekanan 1 atm. Mula-mula volumenya 300 cm^3 . Berapakah tekanan gas itu jika dimampatkan secara adiabatik sehingga volumenya menjadi $\frac{1}{4}$ volum semula?

Penyelesaian

Diketahui : $P_1 = 1 \text{ atm}$; $V_1 = 300 \text{ cm}^3$

$V_2 = \frac{1}{4}$; $V_1 = 75 \text{ cm}^3$

$\gamma = 1,67$

Ditanya : P_2

Jawab :

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

$$1 \cdot (300)^{1,67} = P_2 \cdot (75)^{1,67}$$

$$P_2 = \left(\frac{300}{75}\right)^{1,67} = (4)^{1,67}$$

misal : $(4)^{1,67} = x$

$$\log x = 1,67 \log 4$$

$$x = 10,13$$

Jadi $P_2 = 10,13 \text{ atm}$

Uji Pemahaman 1.1

- 1) Gas belerang ($B_m = 64$) sebanyak 40 gram dipanaskan dalam tekanan tetap dari 300 K sampai 350 K. $C_p = 40,128 \text{ J/mol.K}$; $C_v = 31,814 \text{ J/mol.K}$.

Hitunglah:

- Kenaikan energi dalamnya
 - Usaha yang dilakukan oleh gas
- 2) Gas monoatomik pada volum 0,5 liter, suhu 27°C bertekanan 1,5 atm gas dimampatkan secara adiabatik sehingga tekanannya menjadi 2 atm. Jika volumenya menjadi 0,2 liter berapakah $^\circ\text{C}$ suhunya?

C. KAPASITAS KALOR

Kapasitas kalor suatu gas (C) adalah jumlah kalor yang diperlukan (Q) untuk menaikkan suhu gas satu kelvin $C = \frac{Q}{\Delta t}$.

- a. Kapasitas kalor pada volum tetap (C_v)

$$C = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$Q_v = W + \Delta u = 0 + \frac{3}{2}n \cdot R \cdot \Delta T \quad (\text{gas monoatomik})$$

$$Q_v = \frac{3}{2}n \cdot R \cdot \Delta T$$

$$C_v = \frac{\frac{3}{2}n \cdot R \cdot \Delta T}{\Delta T} = \frac{3}{2}n \cdot R$$

- b. Kapasitas kalor pada tekanan tetap (C_p)

$$C_p = \frac{Q_p}{\Delta T}$$

$$Q_p = W + \Delta u = n \cdot R \cdot T + \frac{3}{2} n \cdot R \cdot T = \frac{5}{2} n \cdot R \cdot \Delta T$$

$$C_p = \frac{\frac{5}{2} n \cdot R \cdot \Delta T}{\Delta T} = \frac{5}{2} n \cdot R$$

Sehingga: $C_p = C_v + nR$

Konstanta Laplace : $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

$$\gamma = \frac{5 \cdot n \cdot R}{2} \times \frac{2}{3 \cdot n \cdot R}$$

$$\gamma = \frac{5}{3} = 1,67 \quad (\text{gas monoatomik})$$

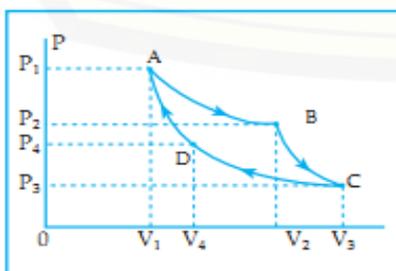
Untuk gas diatomik :

- Untuk suhu rendah: $C_v = \frac{3}{2} n \cdot R$; $C_p = \frac{5}{2} n \cdot R$; $\gamma = 1,67$
- Untuk suhu sedang: $C_v = \frac{5}{2} n \cdot R$; $C_p = \frac{7}{2} n \cdot R$; $\gamma = 1,4$
- Untuk suhu tinggi: $C_v = \frac{7}{2} n \cdot R$; $C_p = \frac{9}{2} n \cdot R$; $\gamma = 1,28$

D. ANGKAIAN PROSES TERMODINAMIKA

Suatu gas pada ruang tertutup dapat disebut suatu sistem. Sistem ini dapat menyerap kalor dari lingkungan untuk melakukan usaha. Bila sistem

melakukan serangkaian proses, maka usaha yang dihasilkan merupakan jumlah usaha dari beberapa proses yang dilakukan. Bila proses itu dapat kembali ke posisi awal dikatakan sistem gas melakukan siklus. Siklus Carnot merupakan siklus ideal yang terdiri atas 2 proses isotermis dan proses adiabatik.



Gambar 1.8 Siklus Carnot

Proses AB = proses ekspansi isothermis

Proses BC = proses ekspansi adiabatik

Proses CD = proses dipresi isothermis

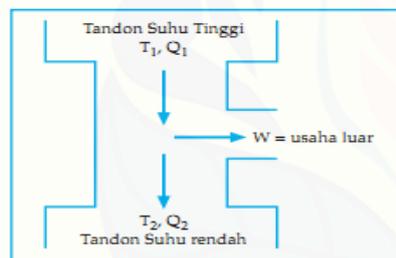
Proses DA = proses-proses dipresi adiabatik

Bila suatu mesin menyerap kalor Q_1 dan melakukan usaha W dengan melepaskan kalor Q_2 , maka:

$$W = Q_1 - Q_2$$

E. EFISIENSI MESIN KALOR

Efisiensi mesin kalor adalah perbandingan usaha yang dilakukan dengan kalor yang diserap.



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

Gambar 1.9 Mesin Kalor

Efisiensi Mesin Carnot:

$$\eta = \left(1 - \frac{Q_2}{Q_1}\right) \times 100\% \text{ atau } \eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$$

Contoh Soal 1.3

Sebuah mesin kalor mengambil kalor sebesar 1000 joule dari tendon bersuhu dan membuang kalor 400 joule pada tendon bersuhu rendah. Hitunglah:

- Usaha luar yang dilakukan mesin
- Efisiensi mesin

Penyelesaian

Diketahui: $Q_1 = 1000 \text{ joule}$; $Q_2 = 400 \text{ joule}$

Ditanya : a) W b) η

Jawab :

$$\text{a) } W = Q_1 - Q_2$$

$$W = 1000 - 400 = 600 \text{ joule}$$

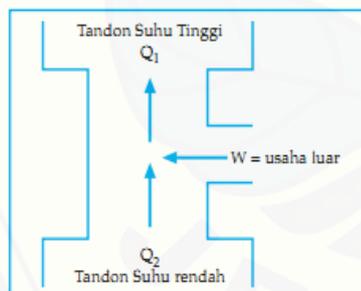
$$\text{b) } \eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\% = \frac{600}{1000} \times 100\% = 60\%$$

F. HUKUM TERMODINAMIKA II

Hukum II Termodinamika dirumuskan dalam berbagai pernyataan atau perumusan sebagai hasil pengamatan yang dilakukan berabad-abad.

Menurut Clausius; tidak mungkin memindahkan kalor dari tendon yang bersuhu rendah ke tendon yang bersuhu tinggi tanpa dilakukan usaha.

Perumusan Clausius sehubungan dengan prinsip kerja Refrigator (mesin pendingin).



$$n\eta = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

Gambar 1.10 Refrigator

Perumusan Kelvin Planck

Perumusan Kelvin Planck tentang hukum II Termodinamika sebagai berikut: *tidak ada suatu mesin yang bekerja dalam suatu siklus dapat mengubah kalor menjadi usaha seluruhnya.*

Gb (a): proses yang tidak mungkin

Gb (b): proses yang mungkin terjadi



Gambar 1.11

Jadi jika suatu mesin menyerap kalor Q_1 , kalor tersebut sebagian terbuang sebagai kalor Q_2 .

- Efisiensi mesin kalor maksimum sama dengan efisiensi mesin Carnot.
- Mesin yang bekerja di antara tendon suhu tinggi T_1 dan tendon suhu rendah T_2 mempunyai efisiensi maksimum: η

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

LAMPIRAN P. DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1. Kegiatan Siswa pada saat Mengerjakan *Pre-test*



Gambar 2. Kegiatan Pembelajaran



Gambar 3. Kegiatan Pembentukan Kelompok



Gambar 4. Kegiatan Siswa saat Mempresentasikan Hasil Diskusi Kelompok



Gambar 5. Kegiatan Siswa saat Mengerjakan *Post-test*



LAMPIRAN Q. SURAT PENELITIAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 17 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331-334988, 330738 Faks: 0331-312475
Laman: www.fkip.unj.ac.id

Nomor 0171 JUN25.15/LT/2018

07 JAN 2019

Lampiran :-

Perihal Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala SMA Negeri 1 Ambulu Jember
Jember

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

Nama : Wasilatul Barieah
NIM : 150210102118
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud mengadakan penelitian tentang "Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Hasil Belajar Siswa Soal *HOTS* pada Materi Termodinamika di SMA Jember" di sekolah yang saudara pimpin.

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

Demikian atas perkenan dan kerjasama yang baik kami sampaikan terimakasih.

a.n. Dekan

Wakil Dekan I,



Dr. Sinarso, M. Si.

NIP.19670625 199203 1 003



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI AMBULU

Jln. Candradimuka No. 42 Ambulu – Jember 68172
Telp (0336) 881260 Email : ambulu.sman@yahoo.co.id

SURAT KETERANGAN

No : 489/033/101.6.5.9/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. MOCHAMMAD IRFAN, M.Pd
NIP : 19630407 199003 1 014
Pangkat/Golongan : Pembina Tk. I, IV/b
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMA Negeri Ambulu - Jember

Menerangkan bahwa :

Nama : WASILATUL BARIROH
NIM : 150210102118
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Program Studi : Pendidikan Fisika

Telah melaksanakan penelitian, tentang “Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)* Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Termodinamika di SMA Negeri Ambulu”.

Demikian, keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ambulu, 3 Februari 2020

kepala SMA Negeri Ambulu

Drs. MOCHAMMAD IRFAN, M.Pd
Pembina Tingkat I
NIP. 19630407 199003 1 014