



**ANALISIS KEMAMPUAN BERARGUMENTASI ILMIAH SISWA
SMAN 1 JEMBER PADA KONSEP TERMODINAMIKA**

SKRIPSI

Oleh :

Nata Amalia Sudarmo

140210102100

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

2018



**ANALISIS KEMAMPUAN BERARGUMENTASI ILMIAH SISWA
SMAN 1 JEMBER PADA KONSEP TERMODINAMIKA**

SKRIPSI

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

Oleh :

Nata Amalia Sudarmo

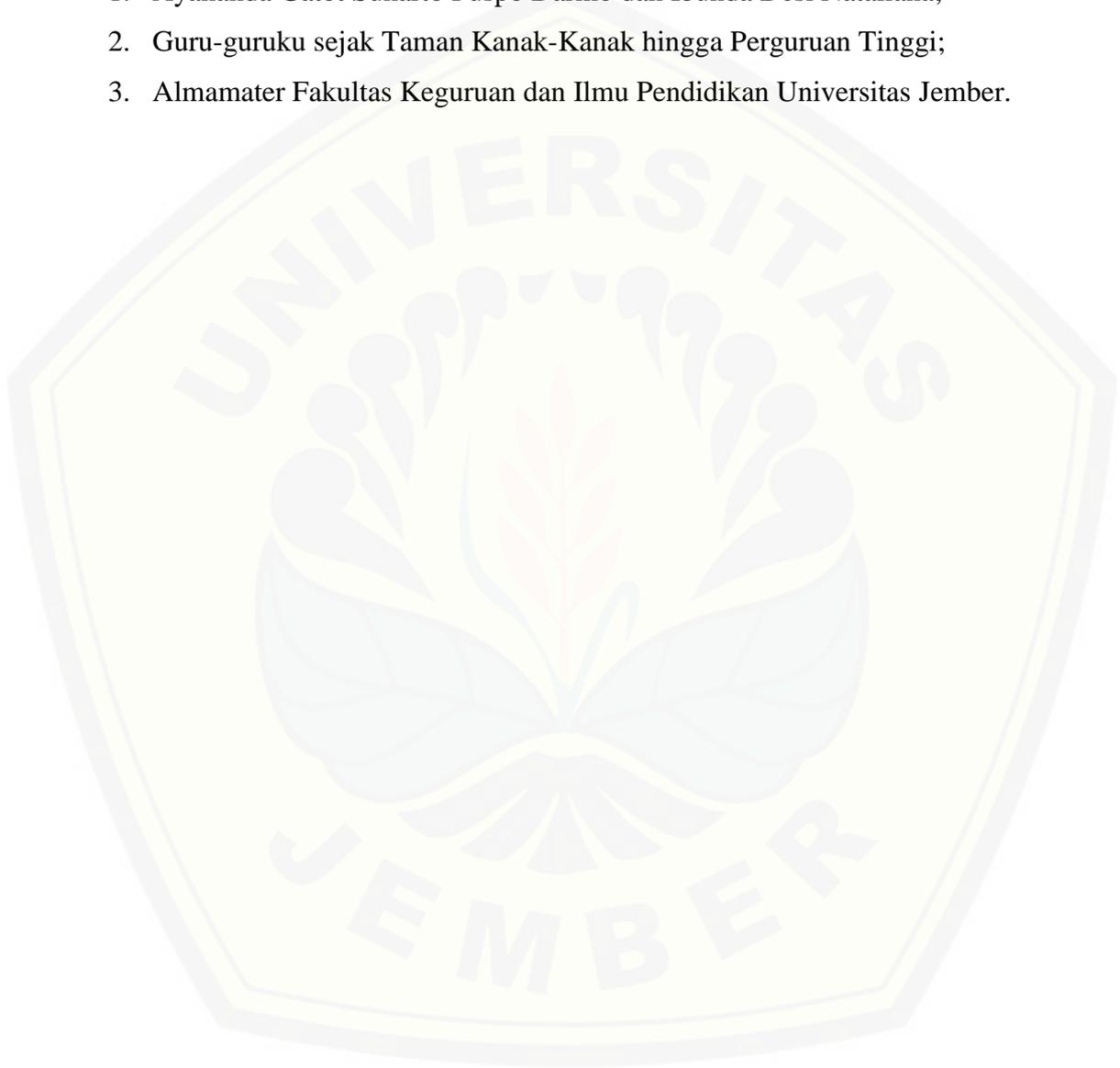
140210102100

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Gatot Suharto Puspo Darmo dan Ibunda Desi Nataliana;
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-Kanak hingga Perguruan Tinggi;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.



MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (TQS. Al-Insyirah(94): 5-6)¹



¹ QS. *Al-Insyirah*:94. 2013. Al-quranul Karim Terjemahan Tafsir perkata. Bandung: Nur Alam Semesta.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nata Amalia Sudarmo

NIM : 140210102100

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMAN 1 Jember pada Konsep Termodinamika” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus diujung tinggi.

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

Jember, Juli 2018

Yang menyatakan,

Nata Amalia Sudarmo

NIM. 140210102100

SKRIPSI

**ANALISIS KEMAMPUAN BERARGUMENTASI ILMIAH SISWA
SMAN 1 JEMBER PADA KONSEP TERMODINAMIKA**

Oleh

Nata Amalia Sudarmo

NIM 140210102100

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si.

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMAN 1 Jember pada Konsep Termodinamika” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : , Juli 2018

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si
NIP. 19641230 199302 1 001

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

Anggota II,

Anggota III,

Drs. Bambang Supriadi, M.Sc
NIP. 19680710 199302 1 001

Dr. Sri Astutik, M.Si
NIP. 19670610 1992013 2 002

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMAN 1 Jember pada Konsep Termodinamika; Nata Amalia Sudarmo; 140210102100; 2018: 52 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pendidikan memegang peranan dan faktor penting karena merupakan salah satu wahana untuk menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas dalam hal pengetahuan dan keterampilan. Pembelajaran pada kurikulum 2013 peserta didik dituntut untuk aktif dalam pembelajaran. Namun pembelajaran kurang didasarkan pada pengalaman siswa dan hanya berbasis hafalan juga berdampak pada rendahnya pemahaman konsep fisika siswa. Pemahaman konsep dan penalaran seseorang dapat dilihat dari bentuk argumentasinya secara tertulis maupun lisan. Namun argumentasi yang dibuat oleh siswa lemah dalam menyertakan bukti dan dukungan yang dapat menjamin kebenaran dari klaim yang diajukan. Argumentasi merupakan proses mengumpulkan berbagai komponen yang dibutuhkan untuk membangun suatu pendapat/*argument*. Diperlukan keterampilan yang baik pada diri siswa untuk mengembangkan cara berargumentasi siswa yaitu dengan menggunakan pola argumentasi *Toulmin* yang telah dimodifikasi oleh Supeno, sehingga dengan melihat cara siswa berargumentasi tersebut akan membuat guru paham seberapa tinggi tingkat pemahaman siswa mengenai materi termodinamika tersebut. Tujuan pada penelitian ini adalah mendeskripsikan tingkat kemampuan berargumentasi ilmiah siswa SMA pada konsep termodinamika.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan difokuskan pada deskriptif kualitatif yang dilaksanakan di SMAN 1 Jember pada tahun ajaran 2017/2018 semester genap. Adapun pemilihan sampel dilakukan dengan *purposive sampling area*. Berdasarkan pertimbangan yang dilakukan, peneliti memilih 3 kelas dengan nilai tertinggi sebagai sampel, yaitu MIPA 1, MIPA 2, MIPA 3. Alasan dipilihnya ketiga kelas tersebut adalah (1) merupakan kelas dengan tingkat hasil belajar tinggi, dan (2) kelas tersebut lebih dahulu menyelesaikan bab Termodinamika daripada kelas lainnya. Metode pengumpulan

data meliputi observasi, tes, dokumentasi, dan wawancara. Sumber data berasal dari penilaian peneliti yang diperoleh dari tes argumentasi ilmiah dengan jumlah soal sebanyak 5. Masing-masing soal memiliki 2 kolom jawaban yaitu bukti argumen dan justifikasi argumen sebagai indikator yang diukur. Adapun teknik analisis data yaitu menghitung banyak siswa pada tiap indikator untuk dikelompokkan dalam kriteria pencapaian skor argumen.

Dari hasil penelitian diperoleh skor rata-rata tertinggi kelas XI MIPA1, skor rata-rata sedang kelas XI MIPA 2, dan skor rata-rata terendah kelas XI MIPA 3. Diperoleh skor rata-rata dari tiga kelas adalah 3,38 dengan kriteria tinggi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data bahwa nilai argumentatif rata-rata dari ketiga kelas; MIPA 1, MIPA 2, MIPA 3; adalah 67,65. Untuk skor yang didapat siswa tiap soal banyak siswa yang mendominasi mendapatkan skor antara 3,5 – 4,0 dari skala skor 5 sehingga masih bisa dikatakan bahwa siswa mampu mengerjakan soal argumentatif dengan baik. Dalam penelitian ini telah teranalisis bahwa terdapat beberapa konsep yang telah dipahami siswa namun masih saja ada yang tidak menjawab sama sekali sehingga siswa tersebut mendapat skor nol yang berimbas pada tidak maksimalnya skor akhir. Dalam mengerjakan soal, masih banyak siswa yang tidak mengerjakan dengan lengkap. Para siswa sudah baik dalam berargumentasi sesuai dengan yang dimaksud dalam tes argumentatif ilmiah, namun masih beberapa yang menjawab mirip dengan buku sehingga masih belum bisa dikatakan sebagai argumen dari diri mereka sendiri. Dari hasil penelitian bahwa skor bukti argumen dari kelas MIPA 1, MIPA 2, dan MIPA 3 mencapai kriteria tinggi. Kemudian untuk skor justifikasi argumen dari kelas MIPA 1, MIPA 2, dan MIPA 3 mencapai kriteria sedang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa skor bukti argumen dari tiga kelas yaitu mencapai kriteria tinggi dan skor justifikasi argumen dari tiga kelas yaitu mencapai kriteria sedang. Kemudian untuk skor kemampuan argumentasi ilmiah yang diperoleh dari kelas MIPA 1, MIPA 2, dan MIPA 3 mencapai kriteria tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa skor kemampuan argumentasi ilmiah dari tiga kelas yaitu mencapai kriteria tinggi. Sehingga kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas XI SMAN 1 Jember mencapai kriteria tinggi.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMAN 1 Jember pada Konsep Termodinamika”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulisan 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 menerbitkan surat izin penelitian;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA yang telah memfasilitasi dalam proses pengajuan ujian skripsi;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memfasilitasi dalam proses pengajuan judul skripsi;
4. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Drs. Alex Harijanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Dosen Penguji Utama dan Dr. Sri Astutik, M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatiannya dalam penulisan skripsi ini;
5. Drs. Eddy Prayitno, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Jember;
6. Dra. Humaningtyas Keni S., selaku guru bidang studi Fisika kelas XI SMA Negeri 1 Jember yang telah membimbing selama penelitian;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Amin.

Jember, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Hakikat Fisika	5
2.2 Pembelajaran Fisika	5
2.3 Kemampuan Berargumentasi Ilmiah	6
2.4 Termodinamika	9
2.4.1 Beberapa Istilah dalam Termodinamika.....	9
2.4.2 Proses Termodinamika	12
2.4.3 Hukum ke-0 Termodinamika	14

2.6.4. Hukum ke-1 Termodinamika	15
2.6.5 Hukum ke-2 Termodinamika	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	22
3.3.1 Populasi.....	22
3.3.2 Sampel.....	22
3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	23
3.5 Prosedur Penelitian.....	23
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.7 Teknik Analisis Data.....	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Penelitian	29
4.1.1 Hasil Skor yang Didapat Siswa Tiap Indikator.....	29
4.1.2 Hasil Skor yang Didapat Siswa Tiap Soal	30
4.1.3 Frekuensi Capaian Skor Kemampuan Argumentasi Ilmiah.....	30
4.1.4 Hasil Rata-Rata Skor Kemampuan Argumentasi Ilmiah	31
4.2 Pembahasan Penelitian.....	31
4.2.1 Analisis KAI Siswa pada Soal Nomor 1	31
4.2.2 Analisis KAI Siswa pada Soal Nomor 2	34
4.2.3 Analisis KAI Siswa pada Soal Nomor 3	37
4.2.4 Analisis KAI Siswa pada Soal Nomor 4	39
4.2.5 Analisis KAI Siswa pada Soal Nomor 5	42
BAB 5. PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Indikator keterampilan argumentasi ilmiah	8
Tabel 3.1 Skor bukti argumen.....	25
Tabel 3.2 Skor justifikasi argumen	26
Tabel 3.3 Kriteria pencapaian skor bukti argumen	27
Tabel 3.4 Kriteria pencapaian skor justifikasi argumen.....	28
Tabel 3.5 Kriteria pencapaian skor kemampuan argumentasi ilmiah	28
Tabel 4.1 Skor bukti argumen.....	29
Tabel 4.2 Skor justifikasi argumen	29
Tabel 4.3 Skor kemampuan argumentasi ilmiah setiap soal	30
Tabel 4.4 Frekuensi capaian skor bukti argumen seluruh siswa.....	30
Tabel 4.5 Frekuensi capaian skor justifikasi argumen seluruh siswa	30
Tabel 4.6 Rata-rata skor kemampuan argumentasi ilmiah.....	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Grafik (<i>PV</i>) proses isothermal.....	13
Gambar 2.2 Grafik (<i>PV</i>) proses isokhorik	13
Gambar 2.3 Grafik (<i>PV</i>) proses isobarik	14
Gambar 2.4 Grafik (<i>PV</i>) proses adiabatik.....	14
Gambar 2.5 Eksperimen hukum ke-0 termodinamika	15
Gambar 2.6 Skema transfer energi pada mesin kalor	18
Gambar 2.7 Skema mesin Carnot.....	19
Gambar 2.8 Skema transfer energi pada pompa kalor dan mesin pendingin.....	20
Gambar 3.1 Bagan prosedur penelitian.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. Matrik Penelitian	53
LAMPIRAN B. Skor KAI Setiap Indikator	54
LAMPIRAN C. Skor KAI Setiap Soal	60
LAMPIRAN D. Jawaban Siswa.....	63
LAMPIRAN E. Silabus.....	72
LAMPIRAN F. Kisi-Kisi Soal.....	74
LAMPIRAN G. Naskah Soal.....	81
LAMPIRAN H. Surat Penelitian	87
LAMPIRAN I. Dokumentasi	90

BAB. 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan memegang peranan dan faktor penting dalam kehidupan manusia karena merupakan salah satu wahana untuk menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas dalam hal pengetahuan dan keterampilan agar memiliki kemampuan berfikir kritis, kreatif, dan sikap terbuka. Dalam era globalisasi, sumber daya manusia yang berkualitas akan menjadi tumpuan utama suatu bangsa dalam berkompetensi. Ini sejalan dengan Undang-undang No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (SISDIKNAS) Bab II Pasal 3 yang menyatakan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggungjawab. Cara untuk menciptakan masyarakat yang berakhlak mulia ini dapat melalui pendidikan formal.

Berdasarkan kurikulum 2013 pembelajaran IPA saat ini menggunakan pendekatan saintifik (*scientific*). Pembelajaran saintifik merupakan pembelajaran yang mengadopsi langkah-langkah saintis dalam membangun pengetahuan melalui metode ilmiah. Metode ilmiah mengacu pada proses yang sistematis untuk menemukan atau memperoleh pengetahuan baru, untuk menganalisis, mengoreksi dan memadukan dengan pengetahuan sebelumnya (Sujarwanta; Lesmono, 2017). Pembelajaran pada kurikulum 2013 peserta didik dituntut untuk aktif dalam pembelajaran (Handayani, 2015). Pembelajaran kurang didasarkan pada pengalaman siswa dan hanya berbasis hafalan juga berdampak pada rendahnya pemahaman konsep fisika siswa. Pernyataan ini didukung oleh Sadia (2004) yang mengungkapkan bahwa salah satu penyebab universal rendahnya pemahaman konsep fisika yang dicapai siswa adalah kamu terjadinya kesalahan konsep pada siswa. Pemahaman konsep dan penalaran seseorang dapat

dilihat dari bentuk argumentasinya secara tertulis maupun lisan (Handayani, 2015). Hasil temuan awal ini juga sesuai dengan temuan Sondang (2012) dan Muslim (2012), yang menemukan bahwa sebagian besar siswa belum terampil dalam menuliskan argumentasi sains. Penjelasan terhadap fenomena atau konsepsi tersebut kadang tidak sesuai dengan penjeasan ilmiah (Treagust; Lesmono, 2017). Argumentasi yang dibuat oleh siswa lemah dalam menyertakan bukti dan dukungan yang dapat menjamin kebenaran dari klaim yang diajukan.

Beberapa peneliti yang telah dilakukan sebelumnya mengenai kemampuan berargumentasi sebagai berikut 1) Sandoval (2005) yang menyatakan bahwa siswa SMA di negara maju, mengalami kesulitan dalam membuat argumen ilmiah, kesulitan yang dirasakan dalam menjelaskan gejala sains secara empiris dalam diskusi kelas. 2) Acar & Patton (2012) pada 3 komponen argumentasi, yaitu: evidence, reasoning, dan rebuttal, hasil analisis menunjukkan kemampuan argumentasi tertulis siswa adalah 24,81% yang terdiri dari: evidence sebesar 20%, reasoning sebesar 28,89%, dan rebuttal sebesar 25,56%. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa kelas X MIPA 2 SMA Negeri 5 Surakarta memiliki kemampuan argumentasi tertulis yang rendah. Hasil observasi sesuai pendapat McNeill & Krajcik (2011) yang menyatakan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membangun argumentasi ilmiah karena mengalami kebingungan dalam menentukan komponen argumentasi. McNeill (2011) mengungkapkan pula bahwa siswa jarang menghubungkan argumen dengan bukti dan jarang menggunakan data untuk mendukung bukti ketika menjawab suatu pertanyaan.

Termodinamika merupakan salah satu materi yang dipelajari dalam fisika. Termodinamika dikenal sebagai ilmu yang mempelajari kalor (panas) dan cara perpindahannya. Menurut Yusro (2015) materi termodinamika merupakan materi fisika yang banyak memuat konsep-konsep yang mengarah kepada kehidupan sehari-hari dan pemanfaatan teknologi. Namun pada materi ini, siswa banyak mengalami kesalahan konsep sehingga menimbulkan siswa lemah dalam konsep yang berimbas pada kesalahan dalam menjawab soal. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan berargumentasi fisika pada pokok bahasan termodinamika di kalangan para pelajar masih sangat rendah. Hal ini berdasar pada

hasil observasi peneliti sebelumnya, Yaqin (2017) yang dilakukan melalui posttest dengan siswa kelas XI di beberapa SMA Negeri di Kabupaten Jember, diantaranya SMAN 1 Pakusari Jember, SMAN 1 Kalisat, dan SMA Negeri Arjasa. Hasil observasi menunjukkan bahwa 9,03% siswa paham konsep sehingga pemahaman konsep siswa pada konsep termodinamika masih tergolong rendah. Hal ini dikarenakan kemampuan siswa dalam berargumentasi juga sangat terbatas dan konsep termodinamika bersifat abstrak atau tidak berbentuk. Sesuai hasil penelitian Suroso (2016) bahwa jenis kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal fisika pada pokok bahasan termodinamika adalah kesalahan dalam memahami konsep usaha yang dilakukan lingkungan pada sistem, proses termodinamika, usaha pada proses termodinamika, kapasitas kalor, dan hukum 1 termodinamika.

Menurut Simon *et al.*, (2004) argumentasi merupakan proses mengumpulkan berbagai komponen yang dibutuhkan untuk membangun suatu pendapat/*argument*. Komponen argumentasi menurut Toulmin (dalam Chan & Esther, 2010) terdiri dari *claim, evidence, warrant, backing, qualifier*, dan *rebuttal*. Komponen argumentasi menurut Toulmin (1958) merupakan struktur dasar argumentasi yang mampu meningkatkan kemampuan argumentasi siswa secara lisan dan tertulis (McNeill & Krajcik, 2011). *Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse* (Simon, 2004) menyatakan bahwa perkembangan aplikasi Model Argumentasi Toulmin itu sangat baik, karena sebagai acuan dalam menganalisis argumentasi orang sains itu sangat penting. Sedangkan menurut Yan & Enduran (2008), argumentasi merupakan komponen penting dalam literasi ilmiah, sehingga dengan mampu berargumen yang baik siswa tersebut paling tidak sudah mampu menguasai konsep fisika. Supeno (2014) juga mengungkapkan dalam penelitiannya bahwa argumentasi sangat baik untuk mengukur proses bernalar dan untuk mampu mengerjakan tes argumentasi diperlukan pemahaman materi fisika yang baik. Sehingga dengan melihat cara siswa berargumentasi tersebut akan membuat guru paham seberapa tinggi tingkat pemahaman siswa mengenai materi termodinamika tersebut.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka perlu dilakukan penelitian dengan menganalisis kemampuan berargumentasi fisika siswa SMA pada pokok

bahasan Termodinamika. Adapun judul penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah **“Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMAN 1 Jember pada Konsep Termodinamika”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana analisis kemampuan berargumentasi ilmiah siswa SMAN 1 Jember pada konsep termodinamika?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan kemampuan berargumentasi ilmiah siswa SMAN 1 Jember pada konsep termodinamika.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

- a. Bagi guru dan calon guru fisika dapat digunakan sebagai informasi dalam melaksanakan proses belajar mengajar mengenai materi termodinamika dan sebagai alternatif dalam menyempurnakan kegiatan belajar mengajar demi tercapainya prestasi belajar yang maksimal.
- b. Bagi lembaga tempat penelitian dapat digunakan sebagai bahan informasi bagi guru-guru lain yang ingin berinovasi dalam pembelajaran.
- c. Bagi peneliti lain, sebagai informasi dan pertimbangan untuk melakukan penelitian lebih lanjut (bahan rujukan).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hakikat Fisika

Fisika adalah bidang ilmu yang banyak membahas tentang alam dan gejalanya, dari yang bersifat riil (terlihat secara nyata) hingga yang bersifat abstrak atau bahkan hanya berbentuk teori yang pembahasannya melibatkan kemampuan imajinasi atau keterlibatan gambaran mental seseorang yang kuat (Sutarto dan Indrawati, 2010:1). Menurut Gersten (dalam Druxes, 1986:7), fisika merupakan suatu teori yang menerangkan gejala-gejala alam yang sederhana yang berusaha menemukan hubungan antara kenyataan-kenyataannya. Fisika merupakan bidang ilmu yang memerlukan pemahaman daripada menghafalan, namun diletakkan pada pengertian dan pemahaman konsep yang dititik beratkan pada proses terbentuknya pengetahuan melalui penemuan, penyajian data secara matematis, dan berdasarkan aturan tertentu. Menurut depdiknas (2002:5-7), sains (fisika) mengandung makna pengajuan pertanyaan, pencarian jawaban, pemahaman jawaban baik tentang gejala maupun tentang karakteristik alam sekitar melalui cara-cara yang sistematis. Dua hal utama yang perlu ditekankan kepada siswa dalam proses pembelajaran sains (fisika), yaitu adanya pemahaman terhadap konsep-konsep sains yang memungkinkan pengembangan pemikiran dalam melakukan kegiatan secara ilmiah dan adanya proses belajar sains yang memfokuskan pada kegiatan penemuan informasi melalui pengalaman sendiri pada diri siswa. Sehingga dengan mempelajari fisika berarti juga mengetahui hakikat alam semesta dan dengan mengetahui hakikat termasuk karakteristik alam semesta, dapat ditentukan berbagai cara dan alat untuk dapat mempermudah usaha manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya (Sari, 2015).

2.2 Pembelajaran Fisika

Hamalik (1999: 41) mengemukakan bahwa belajar adalah proses perubahan tingkah laku sebagai akibat dari adanya interaksi antara stimulus dan respon. Seseorang dikatakan belajar ketika ada perubahan tingkah laku pada dirinya.

Perubahan tingkah laku dapat bersifat pengetahuan (kognitif), keterampilan (psikomotorik), dan sikap (afektif). Sependapat dengan pernyataan tersebut, Sadiman (2012: 2) berpendapat bahwa belajar adalah suatu proses kompleks yang terjadi pada semua orang dan berlangsung seumur hidup, sejak dia masih bayi. Pembelajaran adalah suatu proses untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan perubahan sikap dari seorang guru dengan peserta didik, dimana antara keduanya terjadi komunikasi (transfer) yang intens dan terarah menuju pada suatu target yang telah ditetapkan (Trianto, 2010: 17). Menurut Rahmawati dan Daryanto (2015: 38-39), pembelajaran merupakan suatu proses interaksi antara peserta didik dengan guru untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan sebagai hasil dari interaksi dengan lingkungannya.

Fisika adalah bidang ilmu yang banyak membahas tentang alam dan gejalanya, dari yang bersifat *riil* (nyata) hingga yang bersifat abstrak atau bahkan hanya berbentuk teori yang pembahasannya melibatkan kemampuan imajinasi atau keterlibatan gambaran mental seseorang yang kuat (Sutarto dan Indrawati, 2010:1). Menurut Bektiarso (2000:12), fisika merupakan disiplin ilmu yang mempelajari tentang gejala alam dan menerangkan bagaimana gejala tersebut terjadi. Menurut Gersten (dalam Druxes, 1986:7), fisika merupakan suatu teori yang menerangkan gejala-gejala alam yang sederhana yang berusaha menemukan hubungan antara kenyataan-kenyataannya. Pembelajaran fisika dapat diartikan sebagai proses belajar mengajar yang mempelajari gejala-gejala alam dan tersusun secara sistematis, sehingga dapat memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap sebagai tujuan dari proses pembelajaran. Pembelajaran fisika juga diharapkan dapat membantu siswa untuk memahami diri, lingkungan dan alam serta mendemonstrasikan pemahamannya ketika menyelesaikan masalah.

2.3 Kemampuan Berargumentasi Ilmiah

Kemampuan berasal dari kata “mampu” yang berarti kuasa (bisa, sanggup melakukan sesuatu). Kemampuan merupakan suatu kesanggupan dalam melakukan sesuatu. Seseorang dikatakan mampu apabila dia bisa melakukan sesuatu yang harus dia lakukan. Argumentasi adalah suatu bentuk retorika yang

berusaha untuk mempengaruhi sikap dan pendapat orang lain agar mereka percaya dan akhirnya bertindak sesuai dengan apa yang diinginkan oleh penulis atau pembicara (Keraf, 2007). Untuk dapat menyusun argumentasi orang perlu banyak membaca, khususnya bacaan yang berhubungan dengan penyusunan argumentasi. Selain itu orang tersebut juga harus peka terhadap segala fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar. Hal ini sejalan dengan Masril (dalam Harijanto, 2017) bahwa siswa seharusnya tidak sekadar menghafal pelajaran tetapi dalam pembelajaran siswa mampu memahami konsep-konsep yang diajarkan sehingga siswa dapat memecahkan dan mencari solusi suatu persoalan. Kemampuan berargumentasi sangat penting dikuasai oleh siswa, baik kemampuan berargumentasi secara lisan maupun dengan tulisan.

Argumentasi adalah salah satu kemampuan yang penting dimiliki siswa karena siswa yang memiliki kemampuan argumentasi yang baik dapat membangun penjelasan untuk menghasilkan pengetahuan baru (Eskin; NRC, 2012). Pengetahuan baru ini dapat berupa teori baru, cara baru dalam mengumpulkan data, ataupun cara baru dalam menginterpretasikan data lama (Osborne; Wang, 2016). Argumentasi yaitu pendapat seseorang tentang pemikirannya yang melalui fakta yang mampu untuk mempengaruhi, penggunaan fakta ini untuk meyakinkan orang lain tentang kebenaran atas pemikirannya. Berargumentasi membutuhkan kemampuan untuk berpikir tentang pokok bahasan yang ilmiah dengan menyampaikan dan mendiskusikan pemikirannya secara tertulis maupun lisan (Seda Saracaloglu *et al.*, 2011).

Sikap ilmiah merupakan komponen yang penting dalam berargumentasi (Erduran, 2007). Argumen dapat dikatakan hal yang esensial dalam kehidupan sehari-hari. Hampir setiap pekerjaan ataupun segala hal memerlukan argumen. Keesensialan argumentasi tersebut disandarkan pada dua alasan, yakni argumentasi merupakan sebuah usaha mencari tahu pandangan mana yang lebih baik dari yang lain dan argumen dijabarkan sebagai cara seseorang menjelaskan dan mempertahankan suatu gagasan (Weston, 2007:2-3). Dengan kata lain, kemampuan siswa yang mampu mengungkap kembali materi dengan disertai bukti-bukti atau ide sampai dengan menarik kesimpulan dikatakan sebagai

kemampuan berargumentasi. Dengan kemampuan berargumentasi yang baik maka siswa mampu membuat sanggahan atau bantahan yang relevan menggunakan bukti-bukti yang ada.

Supeno (2015) mengatakan bahwa argumentasi ilmiah merupakan keterampilan kognitif siswa yang dapat membangun pemahaman konseptual, memahami manfaat sains, mengembangkan kemampuan dalam meneliti serta memahami nilai-nilai interaksi sosial. Jimenez *et al.*, (dalam Supeno, 2016) menyatakan bahwa kegiatan utama dari berargumentasi adalah mengkaitkan bukti dengan argumen melalui suatu penjelasan. Hasil tes argumentasi didasarkan pada skor yang diperoleh responden terhadap setiap indikator dalam keterampilan berargumentasi. Indikator berargumentasi ilmiah disajikan dalam tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Indikator keterampilan argumentasi ilmiah

Keterampilan	Sub keterampilan	Keterangan
Argumen	Bukti argumen	Ketepatan dalam memberikan bukti argument
	Justifikasi argumen	Ketepatan dan kualitas siswa dalam memberikan penjelasan pada setiap argument
Kontra argumen	Bukti kontra argumen	Ketepatan dalam memberikan bukti kontra argument
	Justifikasi kontra argumen	Ketepatan dan kualitas siswa dalam memberikan penjelasan pada setiap kontra argument
Sanggahan	Bukti sanggahan	Ketepatan dalam memberikan bukti sanggahan
	Justifikasi sanggahan	Ketepatan dan kualitas siswa dalam memberikan penjelasan pada setiap sanggahan

(Supeno, 2014: 73)

Indikator keterampilan berargumentasi ilmiah meliputi dua komponen keterampilan utama, yaitu keterampilan memberikan bukti dan keterampilan memberikan justifikasi (Supeno, 2014). Tingkatan skor untuk bukti didasarkan pada kecukupan bukti dalam argumen (Acar dan Patton, 2012). Tingkatan skor justifikasi didasarkan pada jumlah justifikasi dan apakah siswa menggunakan justifikasi yang valid (Zohar dan Nemet; Acar dan Patton, 2012). Dari pengertian

diatas dapat disimpulkan bahwa kemampuan berargumentasi merupakan suatu kesanggupan yang dimiliki oleh seseorang, dalam hal ini adalah siswa dalam pemberian alasan – alasan untuk memperkuat atau menolak suatu pendapat dengan mengajukan bukti-bukti menggunakan prinsip-prinsip logika sehingga orang lain percaya dengan pendapat alasan yang dikemukakan.

2.4 Termodinamika

Giancoli (2001) mengungkapkan bahwa termodinamika adalah nama yang diberikan untuk studi proses dimana energi ditransfer sebagai kalor dan sebagai kerja. Namun berdasarkan asal kata, 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 memusatkan 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 terbuka, massa boleh masuk atau keluar (sebagai energi). Sistem tertutup dikatakan terisolasi jika tak terjadi pertukaran panas, benda atau kerja dengan lingkungan (Giancoli, 2001: 519).

2.4.1 Beberapa Istilah dalam Termodinamika

a. Temperatur

Giancoli (2001: 449) mengungkapkan bahwa temperatur merupakan salah satu dari tujuh besaran pokok SI. Fisikawan mengukur temperatur dalam skala kelvin yang unit satuannya disebut kelvin. Dalam kehidupan sehari-hari temperatur merupakan satu ukuran seberapa 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 disentuh dan diisolasi terhadap lingkungannya, maka akan terjadi interaksi termal (kalor) (*thermal / heat interaction*). Selama terjadinya interaksi ini, dapat diamati bahwa volume batang yang lebih panas akan berkurang, sementara 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 di luar 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 bagian yang menjadi 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 perpindahan yang menyebabkan sistem 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 negatif. 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 di bawah 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 disebut juga transer 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, sementara usaha (kerja) ialah transfer energi yang tidak disebabkan oleh temperature (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 energi 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).

2.4.2 Proses Termodinamika

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

a. Proses Isothermal

Proses isothermal dari bahasa Yunani yang berarti temperatur yang sama. Agar proses menjadi isothermal, 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 temperature konstan $PV = \text{konstan}$. Usaha yang dilakukan oleh sistem mengalami perubahan tekanan dan volume sehingga dapat menggunakan persamaan berikut ini:

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

Keterangan:

n = banyaknya mol gas (mol)

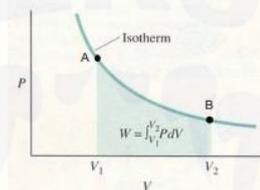
R = tetapan gas umum = 8,31 J/molK

T = suhu gas (K)

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

V_2 = volume gas akhir (m^3)

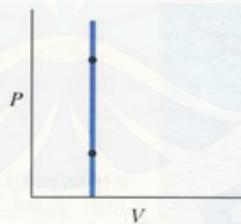
Proses isothermal dalam grafik PV dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Grafik (PV) proses isothermal

b. Proses Isokhorik

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



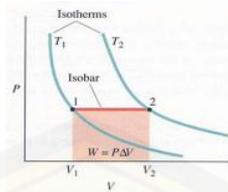
Gambar 2.2 Grafik (PV) proses isokhorik

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 di mana tekanan dijaga tetap konstan sehingga proses digambarkan sebagai garis lurus pada grafik PV seperti pada Gambar 2.3. Pada proses isobarik perubahan suhu pada gas akan menimbulkan perubahan

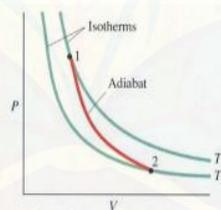
volume gas, sehingga usaha yang dilakukan oleh gas dapat dinyatakan sebagai $W = P \times \Delta V$.



Gambar 2.3 Grafik (P-V) proses isobarik

d. Proses Adiabatik

Proses adiabatik adalah suatu proses di mana 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 perbedaan 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.

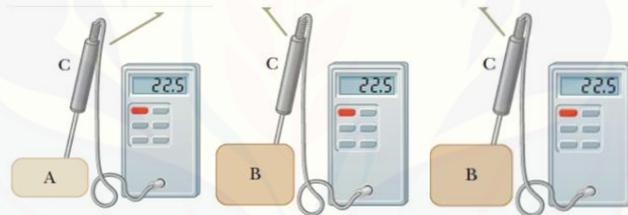


Gambar 2.4 Grafik (P-V) proses adiabatik

2.4.3 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 terkandung 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 kita 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-nol Termodinamika: “Jika benda A dan 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 c

Gambar 2.5 Eksperimen Hukum ke-0 Termodinamika
(Sumber: <https://www.google.co.id/>)

2.4.4 Hukum ke-1 Termodinamika

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

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

(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 I termodinamika diterapkan dalam keempat proses termodinamika. Dalam proses termodinamika seperti isobarik, isothermal, isokhorik dan adiabatik, setiap proses memiliki ciri khusus dan digabungkan dengan persamaan hukum I 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.

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

Pada proses isobarik, tidak terjadi perubahan tekanan sehingga persamaan hukum I termodinamika berlaku bila sistem menerima atau mengeluarkan panas dan mendapatkan atau melakukan usaha. Karena, secara umum tidak satupun dari

ketiga kuantitas ΔU , 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 negatif (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 I 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 sistem (yaitu, jika Q adalah positif), maka energi internal sistem akan meningkat. Sebaliknya, jika usah panas hilang selama pproses (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 I 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 negatif dan energi dalam akan berkurang.

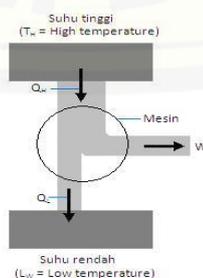
- b) Ketika sistem dikompresi secara adiabatik, W adalah negatif (kerja dilakukan terhadap sistem oleh lingkungan), dan U akan meningkat.

2.4.5 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
(Sumber: Douglas C. Giancoli)

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 (J)

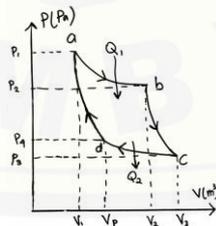
Q_H = Kalor dengan suhu tinggi (J)

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 sebagai %, persamaan harus dikalikan 100.

b. Mesin Carnot

Pada tahun 1824 seorang insinyur Perancis bernama Sadi Carnot (1796-1832) 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 isotermal 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 isotermal 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*)

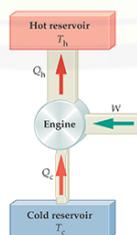
Pada mesin Carnot dalam satu siklus selesai maka akan kembali ke keadaan semula (reversibel). Hal penting adalah bahwa untuk mesin yang reversibel, kalor Q_H dan Q_L sebanding dengan temperatur operasi T_H dan T_L (dalam Kelvin) sehingga efisiensi dapat ditulis sebagai berikut :

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

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 (pemanpungan 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 ke reservoir yang panas (Serway, 2010). Seperti diagram pada Gambar 2.8 dengan melakukan kerja W , kalor diambil 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

(Sumber: Yunus A. Cengel)

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)



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Teknik analisa data deskriptif pada penelitian ini digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan berargumentasi siswa. Teknik analisis data deskriptif diklasifikasikan menjadi dua kelompok data yaitu data kuantitatif yang terbentuk dari angka-angka dan data kualitatif yang dinyatakan dalam kata-kata. Penelitian ini difokuskan pada deskriptif kualitatif.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di SMAN 1 Jember pada tahun ajaran 2017/2018 semester genap. Penentuan daerah penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling area*, artinya daerah yang dengan sengaja dipilih berdasarkan tujuan dan pertimbangan tertentu. Pertimbangan yang dilakukan yaitu sekolah tersebut sudah menggunakan kurikulum K13 yang masih memuat materi Termodinamika. Selain itu sekolah tersebut merupakan sekolah dengan nilai rata-rata UN yang tergolong tinggi se-kabupaten Jember.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi

Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian, sehingga populasi dalam penelitian ini adalah satu sekolah yang sudah dipilih yaitu seluruh siswa kelas XI di SMAN 1 Jember.

3.3.2 Sampel

Sampel adalah sebagian atau wakil yang diteliti yang merupakan bagian dari populasi. Penentuan sampel menggunakan *purposive sampling area*, yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Sampel dalam penelitian ini diambil dari siswa kelas XI SMAN 1 Jember. Kelas XI yang ada di SMA 1 Jember memiliki 7 kelas XI yaitu dari XI IPA 1 sampai XI IPA 7. Berdasarkan

pertimbangan yang dilakukan, peneliti memilih 3 kelas dengan nilai tertinggi sebagai sampel. Alasan dipilihnya ketiga kelas tersebut adalah (1) merupakan kelas dengan tingkat hasil belajar tinggi, dan (2) kelas tersebut lebih dahulu menyelesaikan bab Termodinamika daripada kelas lainnya.

3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Untuk menghindari terjadinya kesalahan dalam mengartikan atau menafsirkan beberapa variabel dalam penelitian ini, maka perlu adanya definisi operasional. Adapun istilah yang perlu didefinisikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

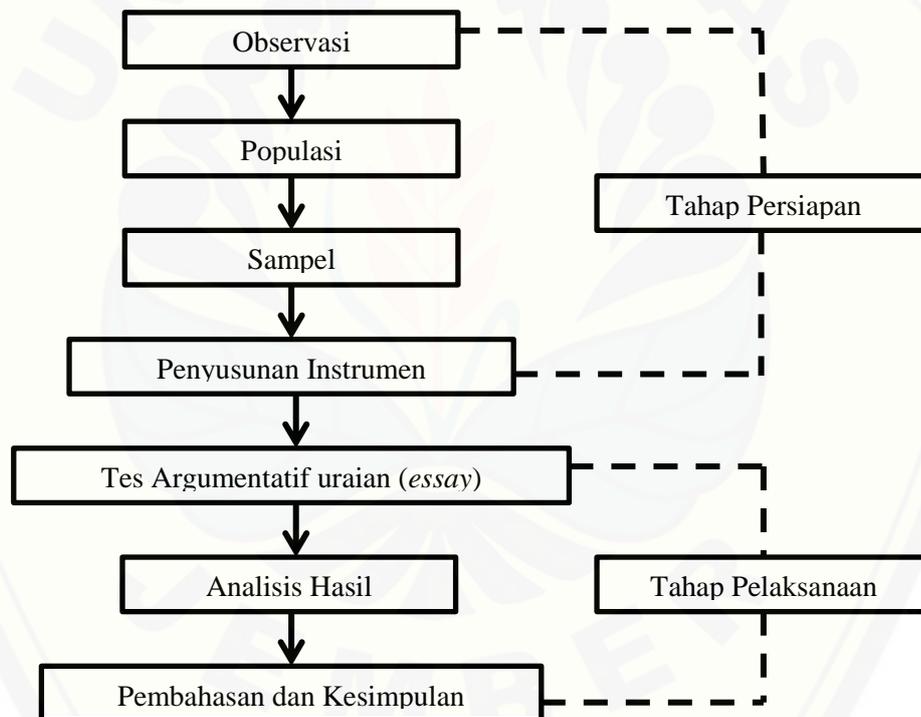
- a. Konsep Termodinamika adalah pemahaman tentang materi yang mempelajari kalor (panas) dan cara perpindahannya.
- b. Kemampuan berargumentasi ilmiah adalah keterampilan kognitif siswa yang dapat membangun pemahaman konseptual, memahami manfaat sains, mengembangkan kemampuan dalam meneliti serta memahami nilai-nilai interaksi sosial. Indikator keterampilan berargumentasi ilmiah meliputi dua komponen keterampilan utama, yaitu keterampilan memberikan bukti dan keterampilan memberikan justifikasi.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Tahap Persiapan
 - 1) Menentukan tema untuk pelaksanaan tugas akhir.
 - 2) Menentukan sekolah-sekolah yang akan dilakukan observasi.
 - 3) Melakukan observasi ke sekolah, dalam observasi ini peneliti mengumpulkan data yang berkaitan dengan kegiatan pembelajaran di lokasi penelitian. Peneliti mewawancarai guru fisika.
 - 4) Menentukan populasi penelitian daerah penelitian dengan teknik *purposive sampling area*.
 - 5) Menentukan sampel penelitian dengan menggunakan teknik *purposive sampling area*.

- 6) Menyusun instrumen penelitian yaitu lembar soal tes kemampuan berargumentasi fisika pada pokok bahasan termodinamika. Soal tes berupa soal tes diagnostik uraian (*essay*). Soal diambil dan dimodifikasi dari jurnal peneliti lain yaitu Rahmi (2016) yang sudah dinyatakan valid.
- b. Tahap Pelaksanaan
- 1) Melakukan tes kemampuan berargumentasi dengan menggunakan soal tes diagnostik uraian (*essay*).
 - 2) Mengidentifikasi hasil tes diagnostik uraian (*essay*).
 - 3) Mendeskripsikan dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil tes kemampuan berargumentasi.



Gambar 3.1 Bagan prosedur penelitian

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah suatu usaha sadar untuk mengumpulkan data yang dilakukan secara sistematis, dengan prosedur yang terstandar. Adapun beberapa metode pengumpulan data yang peneliti gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Observasi

Observasi adalah suatu proses pengamatan dan pencatatan secara sistematis, logis, objektif, dan rasional mengenai berbagai fenomena baik dalam situasi yang sebenarnya maupun dalam situasi buatan untuk mencapai tujuan tertentu. observasi pada penelitian ini hanya datang ke sekolah, namun tidak terlibat dalam kegiatan mengajar. Dalam penelitian ini observasi dilakukan di awal melalui wawancara dengan guru fisika terkait pembelajaran yang diterapkan di sekolah serta mengumpulkan data tentang sekolah seperti mengumpulkan data nilai-nilai ujian mata pelajaran fisika di semua kelas XI MIPA yang ada di sekolah.

b. Tes

Pada penelitian ini tes yang digunakan adalah tes uraian (*essay*). Tes argumentatif ini digunakan untuk mendapatkan data kemampuan berargumentasi ilmiah fisika pada konsep termodinamika pada siswa. Hasilnya digunakan untuk mengukur kemampuan berargumentasi siswa dan mendeskripsikannya. Tes yang dirancang dalam penelitian ini berbentuk tes uraian (*essay*) yang dilengkapi dengan kolom argumentasi. Kolom argumentasi dibagi menjadi 2 yaitu kolom bukti argumen dan kolom justifikasi argumen. Dengan adanya ruang argumentasi peneliti dapat menggunakannya untuk mengidentifikasi kemampuan berargumentasi ilmiah siswa. Soal tes kemampuan berargumentasi ilmiah sebelumnya sudah dikonsultasikan terlebih dahulu kepada dosen pembimbing dan guru mata pelajaran fisika yang bersangkutan. Jenis tes uraian (*essay*) dipilih oleh peneliti karena jenis tes ini sangat sesuai dalam penilaian argumentasi siswa. Tes uraian (*essay*) terstruktur yaitu soal yang menuntut siswa untuk menjawab berdasarkan data yang tersedia (Sunarti, 2014: 29-30). Jumlah soal yang diberikan kepada siswa yaitu sebanyak 5 soal. Pedoman penskoran bukti argumen dan justifikasi argumen disajikan dalam Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Skor bukti argumen

Skor	Deskripsi
0	Tanpa bukti atau bukti salah
0,5	1 bukti benar kurang lengkap
1	1 bukti benar
1,5	2 bukti benar kurang lengkap
2	2 bukti benar

Tabel 3.2 Skor justifikasi argumen

Skor	Deskripsi
0	Tanpa justifikasi
0,5	1 justifikasi relevan kurang lengkap
1,0	1 justifikasi relevan
1,5	2 justifikasi relevan kurang lengkap
2,0	Justifikasi untuk 2 pengamatan cocok secara ilmiah untuk semua
2,5	Lebih dari 2 justifikasi relevan kurang lengkap
3,0	Lebih dari 2 justifikasi mengacu pada observasi dan benar secara ilmiah

(Supeno; Zahrok, 2017)

c. Dokumentasi

Data penelitian yang diambil melalui teknik dokumentasi adalah daftar nama siswa yang menjadi subyek penelitian dan nilai hasil tes kemampuan berargumentasi fisika pada pokok bahasan Termodinamika, serta dokumen-dokumen lain yang mendukung seperti foto selama penelitian.

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif, yaitu menjelaskan suatu gambaran kondisi atau permasalahan apa adanya ketika penelitian berlangsung. Data yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa hasil pekerjaan siswa pada tes kemampuan berargumentasi. Analisis yang diperoleh dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menjawab rumusan masalah penelitian dalam rangka merumuskan kesimpulan.

1) Menghitung skor yang didapat siswa setiap indikator

Hasil tes argumentasi dianalisis berdasarkan jawaban siswa dari skor tes argumentatif ilmiah. Selanjutnya seluruh data tersebut dianalisis berdasarkan pada skor yang diperoleh siswa terhadap setiap indikator dalam kemampuan berargumentasi baik untuk bukti argumen (BA) dengan skor maksimal 2 maupun justifikasi argumen (JA) dengan skor maksimal 3.

2) Menghitung skor yang didapat siswa tiap soal

Menghitung skor yang didapat siswa tiap soal untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menjawab tiap soal yang diberikan. Menghitung skor tiap soal dengan menggunakan rumus:

$$KAI = BA + JA \quad 3.1$$

Keterangan:

KAI = skor kemampuan argumentasi ilmiah

BA = skor bukti argumen

JA = skor justifikasi argumen

3) Menghitung skor keseluruhan dalam satu kelas

Menentukan kelas yang memiliki skor rata-rata paling tinggi dari 3 kelas yang diteliti. Sebelumnya, menghitung terlebih dahulu skor rata-rata yang didapat tiap kelas untuk mengetahuinya, dengan menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad 3.2$$

Keterangan:

\bar{X} = skor rata-rata dalam satu kelas

$\sum X$ = jumlah skor siswa dalam satu kelas

N = banyak siswa dalam satu kelas

Setelah menghitung, maka akan diketahui kelas dengan rata-rata skor tertinggi, rata-rata kelas dengan skor sedang, dan rata-rata kelas dengan skor terendah, serta dapat mengetahui rata-rata skor pada 3 kelas.

4) Menentukan kriteria pencapaian skor argumen

Menentukan kriteria pencapaian skor argumen siswa berdasarkan jawaban bukti argumen dan justifikasi argumen siswa. Jawaban siswa kemudian di kelompokkan menjadi beberapa kelompok. Kriteria pencapaian skor argumen ini didasarkan pada kriteria pencapaian skor argumen yang dibuat oleh Supeno (Supeno, 2015). Pengelompokan jawaban siswa tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3, Tabel 3.4, dan Tabel 3.5 berikut ini:

Tabel 3.3 Kriteria pencapaian skor bukti argumen

Rentang Skor	Kriteria
$0 \leq BA \leq 0,4$	Sangat rendah
$0,4 < BA \leq 0,8$	Rendah
$0,8 < BA \leq 1,2$	Sedang
$1,2 < BA \leq 1,6$	Tinggi
$1,6 < BA \leq 2$	Sangat tinggi

BA: Bukti Argumen

(Supeno, 2015)

Tabel 3.4 Kriteria pencapaian skor justifikasi argumen

Rentang Skor	Kriteria
$0,5 \leq JA \leq 1,0$	Sangat rendah
$1,0 < JA \leq 1,5$	Rendah
$1,5 < JA \leq 2,0$	Sedang
$2,0 < JA \leq 2,5$	Tinggi
$2,5 < JA \leq 3,0$	Sangat tinggi

JA: Justifikasi Argumen

(Supeno, 2015)

Tabel 3.5 Kriteria pencapaian skor kemampuan argumentasi ilmiah

Rentang Skor	Kriteria
$0 \leq KAI \leq 1,0$	Sangat rendah
$1,0 < KAI \leq 2,0$	Rendah
$2,0 < KAI \leq 3,0$	Sedang
$3,0 < KAI \leq 4,0$	Tinggi
$4,0 < KAI \leq 5,0$	Sangat tinggi

KAI: Kemampuan Argumentasi Ilmiah

(Supeno, 2015)

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan diperoleh bahwa skor bukti argumen dari tiga kelas yaitu mencapai kriteria tinggi dan skor justifikasi argumen dari tiga kelas yaitu mencapai kriteria sedang. Untuk skor kemampuan argumentasi ilmiah dari tiga kelas yaitu mencapai kriteria tinggi, sehingga kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas XI SMAN 1 Jember mencapai kriteria tinggi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis data kemampuan argumentasi ilmiah dan pembahasan, maka peneliti memiliki saran:

- a. Bagi sekolah, dengan adanya informasi yang telah didapatkan berdasarkan penelitian ini sebaiknya sekolah mempertimbangkan kembali metode pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi siswa pada konsep termodinamika.
- b. Bagi guru, sebaiknya sebelum pembelajaran, diadakan tes lisan mengenai kemampuan berargumentasi ilmiah siswa agar guru mengetahui kelemahan siswa dalam menguasai konsep fisika sehingga guru dapat mengarahkan siswa. Disamping itu, guru sebaiknya menggunakan metode pembelajaran yang tepat seperti diskusi, agar pemahaman siswa pada konsep termodinamika meningkat.
- c. Bagi peneliti lain, hendaknya penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan berargumentasi siswa pada konsep termodinamika di sekolah lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Acar, O., dan Patton, B. R. 2012. Argumentation and formal reasoning skills in an argumentation-based guided inquiry course. *Procedia–Social and Science*. 46(2012): 4756–4760.
- Ainie K.R.S. 2010. *Termodinamika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Alatas, F., dan Ai, N. 2015. *Termodinamika I*. Jakarta: UIN Press.
- Bektiarso, S. 2000. Pentingnya konsepsi awal dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Sainifik*. 1(1): 11-20.
- Cengel, Y. A., dan Boles, M. A. 2006. *Thermodynamics: An Engineering Approach, 5th ed.* McGraw-Hill: New York.
- Chan-Choong Foong dan Esther G. S. Daniel. 2010. Assessing students' arguments made in socio-scientific contexts: the considerations of structural complexity and the depth of content knowledge. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 9(2010): 1120–1127.
- Depdiknas. 2002. *Kompetensi Dasar Mata Pelajaran Fisika SMA & MA*. Jakarta: Balitbang
- Druxes, H. 1986. *Kompedium Didaktif Fisika*. Bandung: Remaja Roesdakarya.
- Enduran, S., 2008. Tapping Argumentation: Developments in application of Toulmin's Argumen Pattern for studying science discourse. *International Journal Of Science*. Florida State University-USA: Spinger.
- Erduran, S., Simon, S., dan Osborne, J. 2004. TAPPING into argumentation: in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*. 88: 915–933.
- Eskin, H., dan Bekiroglu, F. O. 2013. Argumentation as a startegy for conceptual learning of dynamics. *Research in Science & Technology Education*. 43(5): 1939-1956.
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika Edisi Kelima. Jilid I*. Terj. Dari *Physics: Principles with application. Fifth Edition*. Terj. Yuhilza Hanum. Jakarta: Erlangga.
- Halliday, D., R. Resnick, dan J. Walker,. 2010. *Fisika Dasar Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

- Hamalik, O. 1999. *Media Pendidikan*. Bandung: Citra Aditya.
- Handayani, P. 2015. Analisis argumentasi peserta didik kelas X SMA Muhammadiyah 1 Palembang dengan menggunakan model argumentasi Toulmin. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. 2(1): 60-68.
- Harijanto, A., Sudarti, dan Wulandari, N. 2017. Analisis penguasaan konsep induksi elektromagnetik pada siswa kelas XII SMA. *Seminar nasional pendidikan fisika UNEJ 2017*. ISSN : 2527 – 5917, Vol.2.
- Jimenez-Aleixandre, M., Rodriguez, M., dan Duschl, R. A. 2000. “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. *Science Education*. 84(6): 757-792.
- Keraf, G. 2007. *Argumentasi dan Narasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Lesmono, A. D., Harijanto, A., dan Rohmah, R. N. 2017. Identifikasi miskonsepsi siswa pada pokok bahasan rangkaian arus searah di kelas XII MAN 1 Jember. *Seminar nasional pendidikan fisika UNEJ 2017*. ISSN : 2527 – 5917, Vol.2.
- Lesmono, A. D., Prihandono, T., dan Puspitasari, R. 2015. Pengaruh model pembelajaran POE (*Prediction, Observation and Explanation*) disertai media audiovisual terhadap keterampilan kerja ilmiah dan hasil belajar siswa dalam pembelajaran IPA-fisika di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 4(3): 211 - 218
- Masril. 2008. Penerapan model pembelajaran vee map melalui belajar kooperatif di SMA Negeri 2 Padang. <http://fisika.fmipa.unp.ac.id/wp-content/uploads/2014/12/File8.pdf> [Diakses pada 12 April 2018].
- McNeill, K. L. 2011. Elementary student’s views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*. 48(7): 793-823.
- Moran, M. J., dan H. N. Shapiro. 2004. *Termodinamika Teknik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Muslim, & Suhandi, A. 2012. Pengembangan perangkat pembelajaran fisika sekolah untuk meningkatkan kemampuan kognitif dan keterampilan berargumentasi. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 8(2012): 174-183.
- Osborne, J. 2010. Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science Education*. 328(5977): 463-466.

- Rahmawati, T., dan Daryanto. 2015. *Teori Belajar dan Proses Pembelajaran yang Mendidik*. Yogyakarta : Penerbit Gavamedia
- Rahmi, Y. F. 2016. Identifikasi Miskonsepsi Siswa pada Konsep Termodinamika Menggunakan Tes Diagnostic Two Tier Multiple Choice (TTMC). *Skripsi S1*. Yogyakarta: UIN Syarif Hidayatullah Yogyakarta.
- Sadia, I W. 2004. Pengembangan Model dan Startegi Pembelajaran Fisika di Sekolah Menengah Umum untuk Memperbaiki Miskonsepsi Siswa. *Laporan Penelitian*. Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Negeri Singaraja
- Sadiman, Rahardjo, Haryono, dan Rahardjito. 2012. *Media Pendidikan, Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Sandoval, W. A., dan Millwook, K. A. 2005. The quality of students' use evidence in written scientific explanation. *Cognition And Intruction*. 23(1): 23-25.
- Saracaloglu, A.S., Aktamis, H., dan Delioglu, Y. 2011. The impact of the development of prospective teachers critical thinking skills on scientific argumentation training and on their ability to construct an argument. *Journal of Baitic Science Education*. 10(4): 243-260.
- Sari, D. M., Surantoro, dan Ekawati, E. Y. 2013. Analisis kesalahan menyelesaikan soal materi termodinamika pada siswa SMA. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*. 3(1): 5-8.
- Serway, R. A. dan John W. Jwewtt. 2010. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Terj. Dari *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Terj. Chriswan Sungkono. Jakarta: Salemba Teknik.
- Simon, S., Erduran, S., dan Osborne, J. 2004. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*. 88(6): 915-933.
- Sondang, R. (2012). Identifikasi keterampilan argumentasi melalui analisis "Toulmin Argumentation Pattern (TAP)" pada topik kinematika bagi mahasiswa calon guru. *Seminar Bidang Ilmu Mipa Universitas Negeri Medan*, 11-12 Mei 2012.
- Sujarwanta, A. 2012. Mengkondisikan Pembelajaran IPA dengan Pendekatan Saintifik. *Jurnal Nuansa Kependidikan*. 16(1): 75-80

- Sunarti, dan Rahmawati, S. 2014. *Penilaian dalam Kurikulum 2013: Membantu Guru dan Calon Guru Mengetahui Langkah-langkah Penilaian Pembelajaran*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Supeno. 2014. Keterampilan berargumentasi ilmiah siswa SMK dalam pembelajaran fisika. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan: Tema "Implementasi Kurikulum 2013 dan Problematikanya"*. Pascasarjana Unesa: 70-79
- Supeno, Astutik, S., dan Prastowo, S. H. D. 2016. Kemampuan menulis argumen siswa smk dalam pembelajaran fisika berbasis inkuiri. *Seminar Nasional Jurusan Fisika FMIPA UM 2016*:
- Supeno, Kurnianingrum, A. M., dan Cahyani, M. U. 2017. Kemampuan penalaran berbasis bukti dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pembelajaran dan Pendidikan Sains*. 2(1): 64-78.
- Supeno, Nur, M., dan Susantini, E. 2015. Pengembangan lembar kerja siswa untuk memfasilitasi siswa dalam belajar fisika dan berargumentasi ilmiah. *Seminar Nasional Fisika dan Pembelajarannya Jurusan Fisika FMIPA UM 2015*: 36-40.
- Suroso. 2016. Analisis kesalahan siswa dalam mengerjakan soal-soal fisika termodinamika pada siswa SMA Negeri 1 Magetan. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*. 4(1): 8-18
- Sutarto dan Indrawati. 2010. *Media Pembelajaran Fisika*. Jember: Universitas Jember.
- Sutrisno dan Tjahjono, A. 2009. *Fisika Dasar II (Untuk Sains dan Kedokteran)*. Jakarta: Lembaga Penelitian UIN Jakarta.
- Tippler, P. A. 1991. *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Toulmin, S. 1958. *The Uses of Argument*. New York: Cambridge University Press.
- Treagust, D. F. 1988. Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*. 10: 159-169
- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif*. Jakarta: Kencana
- Universitas Jember. 2016 *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Jember: UPT Penerbitan Universitas Jember.

- UU. No. 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional (SISDIKNAS) Bab II Pasal 3.
- Wang, J., Buck, G. A. 2016 Understanding a high school physics teacher's pedagogical content knowledge of argumentation. *Journal of Science Teacher Education*. 27: 577-604.
- Weston, A. 2007. *Kaidah Berargumentasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yaqin, M. K., 2017. Identifikasi Pemahaman Konsep Fisika terhadap Pokok Bahasan Termodinamika pada Siswa SMA. *Skripsi S1*. Jember: FKIP Univeritas Jember
- Young dan Freedman. 2002. *Fisika Universitas/Edisi Kesepuluh/Jilid I*. Terj. Dari *Sears and Zemanskys University Physics*. Terj. Endang Juliastuti. Jakarta: Erlangga.
- Yusro, A. C. 2015. Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Kontekstual yang Terintegrasi dengan Website pada Siswa Kelas XI 1A SMA Negeri 5 Madiun Tahun Ajaran 2012/2013. *Disertasi S3*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Zahrok, H. 2017. Pengaruh Model Pembelajaran Penyelesaian Masalah Argumentatif (PMA) Terhadap Hasil Belajar Fisika dan Kemampuan Berargumentasi Siswa SMK di Kabupaten Jember. *Skripsi S1*. Jember: FKIP Universitas Jember.
- Zohar, A., dan Nemet, F. 2002. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*. 39(1): 35-52.

LAMPIRAN A. Matrik Penelitian

MATRIK PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode Penelitian
Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMA pada Konsep Termodinamika	1. Bagaimana tingkat kemampuan berargumentasi ilmiah siswa SMA pada konsep termodinamika?	1. Variabel bebas: Konsep Termodinamika 2. Variabel terikat: Kemampuan Berargumentasi Ilmiah	1. Indikator kemampuan berargumentasi ilmiah : a. Bukti Argumen b. Justifikasi Argumen	1. Subyek penelitian adalah siswa kelas XI SMA di Jember 2. Informasi dari guru bidang studi fisika 3. Sumber rujukan berupa buku, jurnal dan skripsi	1. Jenis penelitian deskriptif 2. Penentuan tempat penelitian dengan menggunakan <i>purposive sampling area</i> 3. Penentuan sampel penelitian <i>purposive sampling area</i> 4. Teknik pengumpulan data: a. Wawancara b. Observasi c. Tes d. Dokumentasi 5. Rubrik Penskoran Argumentasi hasil modifikasi oleh Supeno

LAMPIRAN B. Skor Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa (Setiap Indikator)

IPA 1														
Nama Siswa	Butir Soal										Total Skor	Rata-Rata Skor	Rata-Rata / Kriteria	
	1		2		3		4		5				BA	JA
	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA				
1. AFI	1	2	1,5	2	1,5	2	2	1	2	2	17	3,4	1,6 / T	1,8 / ST
2. AJ	2	1	2	2	1,5	2	2	2	2	2	18,5	3,7	1,9 / ST	1,8 / ST
3. AIN	2	2	1,5	1	1,5	2	1,5	2	2	2	17,5	3,5	1,7 / ST	1,8 / ST
4. ANFA	1	2	1,5	2	1	2	2	2	2	2	17,5	3,5	1,5 / T	2 / ST
5. ANTD	1	3	1,5	3	1,5	2,5	1,5	2	2	3	21	4,2	1,5 / T	2,7 / ST
6. ARS	1	2	1,5	3	1,5	2	2	2	2	2	19	3,8	1,6 / T	2,2 / T
7. AFL	1	2	1,5	2	1,5	2	1	1	2	2	16	3,2	1,4 / T	1,8 / S
8. AY	1	2	1,5	1	1,5	3	1,5	2	2	2	17,5	3,5	1,5 / T	2 / S
9. ANP	1	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	2	1,5	17	3,4	1,5 / T	1,9 / S
10. DM	1	2	1,5	2	1,5	2	1	1	2	2	16	3,2	1,4 / T	1,8 / S
11. DAA	2	0,5	1,5	2	1,5	2	1,5	0,5	2	2	15,5	3,1	1,7 / ST	1,4 / R
12. DSR	2	2	1,5	2	1,5	2	2	1	2	1,5	17,5	3,5	1,8 / ST	1,7 / S
13. DOV	2	2	1	1	1,5	2	2	1	2	1,5	16	3,2	1,7 / ST	1,5 / R
14. FAIR	2	3	2	3	1,5	2	1,5	3	2	3	23	4,6	1,8 / ST	2,8 / ST
15. FL	2	2	1,5	1	1,5	2	2	1,5	2	2	17,5	3,5	1,8 / ST	1,7 / S
16. GMR	1	3	1	3	1,5	2,5	1,5	2	2	3	20,5	4,1	1,4 / T	2,7 / ST
17. INW	1	3	1,5	3	2	2	1,5	1,5	2	2	19,5	3,9	1,6 / T	2,3 / T
18. IES	1	2	1	1	1,5	2,5	1,5	2	2	3	17,5	3,5	1,4 / T	2,1 / T
19. JMW	2	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	2	19	3,8	1,8 / ST	2 / S
20. LAA	1,5	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	1,5	18	3,6	1,7 / ST	1,9 / S
21. LAS	1	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	2	18	3,6	1,6 / T	2 / S
22. LB	1	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	2	18	3,6	1,6 / T	2 / S
23. MAF	1	2	1,5	2	1	2	2	1	2	2	16,5	3,3	1,5 / T	1,8 / S

IPA 1														
Nama Siswa	Butir Soal										Total Skor	Rata-Rata Skor	Rata-Rata / Kriteria	
	1		2		3		4		5				BA	JA
	BA	JA												
24. MFA	1	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	1,5	17,5	3,5	1,6 / T	1,9 / S
25. MHA	1	2	1,5	1	1,5	2	1,5	2	2	2	16,5	3,3	1,5 / T	1,8 / S
26. MODS	2	2	1,5	2	1,5	2	2	2	2	2	19	3,8	1,8 / ST	2 / S
27. NFF	2	2	1,5	2	1,5	2	2	1	2	1	17	3,4	1,8 / ST	1,6 / S
28. NIK	1	3	1	3	1	2,5	1,5	1	2	3	19	3,8	1,3 / T	2,5 / T
29. RFNI	1	2	2	2	1,5	2	2	2	2	2	18,5	3,7	1,7 / T	2 / T
30. RSH	2	3	2	1	1,5	2	2	2	2	2	19,5	3,9	1,9 / ST	2 / S
31. SAI	2	2	1,5	3	2	2	1,5	2	2	2,5	20,5	4,1	1,8 / ST	2,3 / T
32. STH	2	2	1,5	2	1,5	2	2	1	2	1,5	17,5	3,5	1,8 / ST	1,7 / S
33. TF	1	3	1	2	1,5	3	1,5	2	2	3	20	4	1,4 / T	2,6 / ST
34. VGP	2	2	1,5	2	1,5	2	2	1	2	1	17	3,4	1,8 / ST	1,6 / S
35. YHA	2	2	2	2	1,5	2	2	2	2	2	19,5	3,9	1,9 / ST	2 / S
Total	50,5	74,5	52,5	70	52	74	61,5	58,5	70	71,5	635	127	57,3	69,7
Rata-Rata	1,44	2,13	1,50	2,00	1,49	2,11	1,76	1,67	2,00	2,04	18,14	3,63	1,64 / T	1,99 / S

Keterangan:

BA = Bukti Argumen

JA = Justifikasi Argumen

ST = Sangat Tinggi

T = Tinggi

S = Sedang

R = Rendah

SR = Sangat Rendah

IPA 2														
Nama Siswa	Butir Soal										Total Skor	Rata-Rata Skor	Rata-Rata / Kriteria	
	1		2		3		4		5				BA	JA
	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA				
1. AG	2	1,5	1	2	1,5	1	2	2	2	1	16	3,2	1,7 / ST	1,5 / R
2. ANF	1,5	2	0,5	1,5	0,5	2	0,5	1	1,5	1	12	2,4	0,9 / R	1,5 / R
3. ANS	2	2	1,5	2	1,5	2	1	2	1,5	3	18,5	3,7	1,5 / T	2,2 / T
4. AZR	2	3	1	1	1,5	2	1	1	1,5	2	16	3,2	1,4 / T	1,8 / S
5. ABA	1,5	0,5	1,5	1	1,5	2	2	1	2	2	15	3	1,7 / ST	1,3 / R
6. AKA	2	2	1,5	2	2	2	1	0,5	2	2	17	3,4	1,7 / ST	1,7 / S
7. BS	1,5	2	1,5	1	1	1	0,5	1	1,5	3	14	2,8	1,2 / S	1,6 / S
8. BND	2	2	1	2	1,5	2	1,5	1,5	2	2,5	18	3,6	1,6 / T	2 / S
9. BAP	2	2	2	2	1,5	2	1,5	2	2	2	19	3,8	1,8 / ST	2 / S
10. DAM	2	1	2	2	1,5	1	2	1,5	1	3	17	3,4	1,7 / ST	1,7 / S
11. DSHP	1,5	2	1	2	1,5	2	1	2	2	2	17	3,4	1,4 / T	2 / S
12. DHK	2	2	1	2	1,5	2	1,5	3	0,5	0,5	16	3,2	1,3 / T	1,9 / S
13. FA	2	2,5	1,5	3	1,5	2,5	2	2	1,5	1	19,5	3,9	1,7 / ST	2,2 / T
14. FVS	1,5	2,5	1,5	2	2	3	1,5	3	2	2	21	4,2	1,7 / ST	2,5 / T
15. GAJH	2	1,5	1	2	0,5	2	2	3	2	2	18	3,6	1,5 / T	2,1 / T
16. IN	2	3	1,5	2	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	17,5	3,5	1,5 / T	2 / S
17. IAM	1,5	2	1	1	1,5	2	1	2	2	2	16	3,2	1,4 / T	1,8 / S
18. IS	1,5	3	2	3	1,5	2	1,5	2	1,5	1	19	3,8	1,6 / T	2,2 / T
19. KRK	1,5	1,5	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	17	3,4	1,5 / T	1,9 / S
20. LAR	2	2	1,5	2,5	1,5	2	0,5	1,5	1,5	2	17	3,4	1,4 / T	2 / S
21. MRSF	2	2	1	2	1,5	2	1	2	2	2	17,5	3,5	1,5 / R	2 / S
22. MAJ	2	2	1	2	1	1,5	0,5	1,5	1	1	13,5	2,7	1,1 / S	1,6 / S
23. NR	2	1,5	1	1,5	1,5	2	1,5	1	1	2	15	3	1,4 / T	1,6 / S
24. NFM	2	2	0,5	1,5	1,5	2	2	2	2	3	18,5	3,7	1,6 / T	2,1 / T
25. NK	1,5	1,5	2	1,5	1,5	2	1,5	1,5	0,5	0,5	14	2,8	1,4 / T	1,4 / R
26. PPI	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	17,5	3,5	1,5 / T	2 / S

IPA 2														
Nama Siswa	Butir Soal										Total Skor	Rata-Rata Skor	Rata-Rata / Kriteria	
	1		2		3		4		5				BA	JA
	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA				
27. RAG	1,5	2,5	1,5	3	1,5	3	1,5	2	2	2	20,5	4,1	1,6 / T	2,5 / T
28. RD	1,5	2	1	1,5	1,5	2	1	2	2	2	16,5	3,3	1,4 / T	1,9 / S
29. RAM	1	0,5	1	1,5	1,5	2	2	1,5	1	1	13	2,6	1,3 / T	1,3 / R
30. RFY	2	0,5	2	2	2	2	0,5	1,5	1,5	1	15	3	1,6 / T	1,4 / R
31. SAA	2	2	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,5	1,5	2	17	3,4	1,6 / T	1,8 / S
32. TVE	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	17,5	3,5	1,5 / T	2 / S
33. TV	1,5	2	1,5	3	1,5	2,5	2	2	1,5	3	20,5	4,1	1,6 / T	2,5 / T
34. WND	2	2	1	1,5	2	2	1	2	1	1,5	16	3,2	1,4 / T	1,8 / S
Total	60	64,5	45	64,5	49,5	67	46	60	53	63	572,5	114,5	50,7	63,8
Rata-Rata	1,76	1,90	1,32	1,90	1,46	1,97	1,35	1,76	1,56	1,85	16,84	3,37	1,49 / T	1,88 / S

Keterangan:

BA = Bukti Argumen

JA = Justifikasi Argumen

ST = Sangat Tinggi

T = Tinggi

S = Sedang

R = Rendah

SR = Sangat Rendah

IPA 3														
Nama Siswa	Butir Soal										Total Skor	Rata-Rata Skor	Rata-Rata / Kriteria	
	1		2		3		4		5				BA	JA
	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA				
1. AF	2	2	1,5	2	1	1	2	1	2	1	15,5	3,1	1,7 / ST	1,4 / R
2. ANF	2	3	1,5	1	1	1	2	1	2	1	15,5	3,1	1,7 / ST	1,4 / R
3. AMR	1,5	2	1	1,5	1,5	2	2	1	2	1	15,5	3,1	1,6 / T	1,5 / R
4. AOPR	2	2	2	1	1	2	2	1,5	2	2	17,5	3,5	1,8 / ST	1,7 / S
5. ANF	1,5	3	1,5	2	1	2	2	3	2	2,5	20,5	4,1	1,6 / T	2,5 / T
6. AIPN	2	3	1	2	2	1	2	1,5	2	2,5	19	3,8	1,8 / ST	2 / S
7. ASR	1,5	2	1	2	1	2	2	1,5	1	3	17	3,4	1,3 / T	2,1 / T
8. CYB	1,5	1	1,5	2	1	2	1,5	2	1,5	1	15	3	1,4 / T	1,6 / S
9. CEAP	2	1	1,5	2	1	1	1,5	2,5	2	1	15,5	3,1	1,6 / T	1,5 / R
10. DK	2	1	2	1	1	2	2	1	2	0,5	14,5	2,9	1,8 / ST	1,1 / R
11. DAF	2	1	1,5	2	1	2	1,5	2	1	1,5	15,5	3,1	1,4 / T	1,7 / S
12. ENS	2	1	1,5	1	1	2	1,5	3	1,5	1	15,5	3,1	1,5 / T	1,6 / S
13. FAK	1,5	2	1,5	1	0,5	1,5	1,5	1,5	1	1	13	2,6	1,2 / S	1,4 / R
14. FHH	2	2	1,5	2	1	1	1,5	2,5	1	1	15,5	3,1	1,4 / T	1,7 / S
15. IF	1,5	1	1	1,5	1	1	1,5	1	2	1	12,5	2,5	1,4 / T	1,1 / R
16. IAC	1,5	2	2	2	1,5	1	2	1	2	3	18	3,6	1,8 / ST	1,8 / S
17. KHN	1,5	2	1,5	2	1	2	1,5	2	1	1,5	16	3,2	1,3 / T	1,9 / S
18. MFIA	2	1	1	1,5	1	2	2	1,5	2	1	15	3	1,6 / T	1,4 / R
19. MTA	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1,5	2	1	15,5	3,1	1,7 / ST	1,4 / R
20. MRZ	1,5	1,5	1,5	2	1	1,5	1,5	2	1,5	0,5	14,5	2,9	1,4 / T	1,5 / R
21. MAM	1,5	1	1,5	1	1,5	1	1,5	1	2	1	13	2,6	1,6 / T	1 / SR
22. MWA	2	2	1	1,5	1	2	1,5	2	0	0	13	2,6	1,1 / S	1,5 / R
23. NM	2	2	1,5	2	1	1	2	2	1	0,5	15	3	1,5 / T	1,5 / R
24. NWL	2	1	2	1	1	2	2	1,5	2	2,5	17	3,4	1,8 / ST	1,6 / S
25. QAL	2	2	1,5	2	1	2	2	1,5	1,5	2	17,5	3,5	1,6 / T	1,9 / S
26. RTME	2	2	2	1	1	2	2	1,5	2	2,5	18	3,6	1,8 / ST	1,8 / S

IPA 3														
Nama Siswa	Butir Soal										Total Skor	Rata-Rata Skor	Rata-Rata / Kriteria	
	1		2		3		4		5				BA	JA
	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA	BA	JA				
27. RAI	1,5	2	2	2	0,5	1,5	1,5	2,5	2	1	16,5	3,3	1,5 / T	1,8 / S
28. RAYN	1,5	3	1,5	2	1	1	1,5	2,5	2	1	17	3,4	1,5 / T	1,9 / S
29. SWP	1,5	1,5	1,5	1	1	1,5	1,5	1	2	1	13,5	2,7	1,5 / T	1,2 / R
30. SPP	2	2	1,5	2	1	2	2	2	2	2	18,5	3,7	1,7 / ST	2 / S
31. SCTR	0	0	1,5	2	0,5	1,5	1,5	2	1	2	12	2,4	0,9 / S	1,5 / R
32. TPN	2	1,5	1,5	2	0,5	2	2	1,5	1,5	1,5	16	3,2	1,5 / T	1,7 / S
33. WD	2	2	1,5	1,5	0,5	1	2	1	1	1	13,5	2,7	1,4 / T	1,3 / R
34. ZL	1,5	2	0,5	1	1	2	2	2	2	1	15	3	1,4 / T	1,6 / S
35. ZA	2	2	1,5	2	1	2	1,5	3	2	2,5	19,5	3,9	1,6 / T	2,3 / T
Total	61	60,5	51,5	57,5	35	56	62	61	57,5	49,5	551,5	110,3	53,4	56,9
Rata-Rata	1,74	1,73	1,47	1,64	1,00	1,60	1,77	1,74	1,64	1,41	15,76	3,15	1,53 / T	1,63 / S

Keterangan:

BA = Bukti Argumen

JA = Justifikasi Argumen

ST = Sangat Tinggi

T = Tinggi

S = Sedang

R = Rendah

SR = Sangat Rendah

LAMPIRAN C. Skor Kemampuan Argumentasi Ilmiah (Setiap Soal)

IPA 1							
Nama Siswa	Butir Soal					Total Skor	Rata-Rata
	1	2	3	4	5		
36.AFI	3	3,5	3,5	3	4	17	3,4
37.AJ	3	4	3,5	4	4	18,5	3,7
38.AIN	4	2,5	3,5	3,5	4	17,5	3,5
39.ANFA	3	3,5	3	4	4	17,5	3,5
40.ANTD	4	4,5	4	3,5	5	21	4,2
41.ARS	3	4,5	3,5	4	4	19	3,8
42.AFL	3	3,5	3,5	2	4	16	3,2
43.AY	3	2,5	4,5	3,5	4	17,5	3,5
44.ANP	3	3,5	3,5	3,5	3,5	17	3,4
45. DM	3	3,5	3,5	2	4	16	3,2
46. DAA	2,5	3,5	3,5	2	4	15,5	3,1
47. DSR	4	3,5	3,5	3	3,5	17,5	3,5
48. DOV	4	2	3,5	3	3,5	16	3,2
49. FAIR	5	5	3,5	4,5	5	23	4,6
50. FL	4	2,5	3,5	3,5	4	17,5	3,5
51. GMR	4	4	4	3,5	5	20,5	4,1
52. INW	4	4,5	4	3	4	19,5	3,9
53. IES	3	2	4	3,5	5	17,5	3,5
54. JMW	4	3,5	3,5	4	4	19	3,8
55. LAA	3,5	3,5	3,5	4	3,5	18	3,6
56. LAS	3	3,5	3,5	4	4	18	3,6
57. LB	3	3,5	3,5	4	4	18	3,6
58. MAF	3	3,5	3	3	4	16,5	3,3
59. MFA	3	3,5	3,5	4	3,5	17,5	3,5
60. MHA	3	2,5	3,5	3,5	4	16,5	3,3
61. MODS	4	3,5	3,5	4	4	19	3,8
62. NFF	4	3,5	3,5	3	3	17	3,4
63. NIK	4	4	3,5	2,5	5	19	3,8
64. RFNI	3	4	3,5	4	4	18,5	3,7
65.RSH	5	3	3,5	4	4	19,5	3,9
66.SAI	4	4,5	4	3,5	4,5	20,5	4,1
67.STH	4	3,5	3,5	3	3,5	17,5	3,5
68.TF	4	3	4,5	3,5	5	20	4
69.VGP	4	3,5	3,5	3	3	17	3,4
70.YHA	4	4	3,5	4	4	19,5	3,9
Total	125	122,5	126	120	141,5	636	127
Rata-Rata	3,57	3,5	3,6	3,43	4,04	3,63	3,63

IPA 2							
Nama Siswa	Butir Soal					Total Skor	Rata-Rata
	1	2	3	4	5		
35.AG	3,5	3	2,5	4	3	16	3,2
36.ANF	3,5	2	2,5	1,5	2,5	12	2,4
37.ANS	4	3,5	3,5	3	4,5	18,5	3,7
38.AZR	5	2	3,5	2	3,5	16	3,2
39.ABA	2	2,5	3,5	3	4	15	3
40.AKA	4	3,5	4	1,5	4	17	3,4
41.BS	3,5	2,5	2	1,5	4,5	14	2,8
42.BND	4	3	3,5	3	4,5	18	3,6
43.BAP	4	4	3,5	3,5	4	19	3,8
44. DAM	3	4	2,5	3,5	4	17	3,4
45. DSHP	3,5	3	3,5	3	4	17	3,4
46. DHK	4	3	3,5	4,5	1	16	3,2
47. FA	4,5	4,5	4	4	2,5	19,5	3,9
48. FVS	4	3,5	5	4,5	4	21	4,2
49. GAJH	3,5	3	2,5	5	4	18	3,6
50. IN	5	3,5	2,5	3	3,5	17,5	3,5
51. IAM	3,5	2	3,5	3	4	16	3,2
52. IS	4,5	5	3,5	3,5	2,5	19	3,8
53. KRK	3	3,5	3,5	3,5	3,5	17	3,4
54. LAR	4	4	3,5	2	3,5	17	3,4
55. MRSF	4	3	3,5	3	4	17,5	3,5
56. MAJ	4	3	2,5	2	2	13,5	2,7
57. NR	3,5	2,5	3,5	2,5	3	15	3
58. NFM	4	2	3,5	4	5	18,5	3,7
59. NK	3	3,5	3,5	3	1	14	2,8
60. PPI	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	17,5	3,5
61. RAG	4	4,5	4,5	3,5	4	20,5	4,1
62. RD	3,5	2,5	3,5	3	4	16,5	3,3
63. RAM	1,5	2,5	3,5	3,5	2	13	2,6
64. RFY	2,5	4	4	2	2,5	15	3
65. SAA	4	3	3,5	3	3,5	17	3,4
66. TVE	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	17,5	3,5
67. TV	3,5	4,5	4	4	4,5	20,5	4,1
68. WND	4	2,5	4	3	2,5	16	3,2
Total	124,5	109,5	116,5	106	116	572,5	114,5
Rata-Rata	3,66	3,22	3,43	3,12	3,41	3,37	3,37

IPA 3							
Nama Siswa	Butir Soal					Total Skor	Rata-Rata
	1	2	3	4	5		
36.AF	4	3,5	2	3	3	15,5	3,1
37.ANF	5	2,5	2	3	3	15,5	3,1
38.AMR	3,5	2,5	3,5	3	3	15,5	3,1
39.AOPR	4	3	3	3,5	4	17,5	3,5
40.ANF	4,5	3,5	3	5	4,5	20,5	4,1
41.AIPN	5	3	3	3,5	4,5	19	3,8
42.ASR	3,5	3	3	3,5	4	17	3,4
43.CYB	2,5	3,5	3	3,5	2,5	15	3
44.CEAP	3	3,5	2	4	3	15,5	3,1
45. DK	3	3	3	3	2,5	14,5	2,9
46. DAF	3	3,5	3	3,5	2,5	15,5	3,1
47. ENS	3	2,5	3	4,5	2,5	15,5	3,1
48. FAK	3,5	2,5	2	3	2	13	2,6
49. FHH	4	3,5	2	4	2	15,5	3,1
50. IF	2,5	2,5	2	2,5	3	12,5	2,5
51. IAC	3,5	4	2,5	3	5	18	3,6
52. KHN	3,5	3,5	3	3,5	2,5	16	3,2
53. MFIA	3	2,5	3	3,5	3	15	3
54. MTA	3	3,5	2,5	3,5	3	15,5	3,1
55. MRZ	3	3,5	2,5	3,5	2	14,5	2,9
56. MAM	2,5	2,5	2,5	2,5	3	13	2,6
57. MWA	4	2,5	3	3,5	0	13	2,6
58. NM	4	3,5	2	4	1,5	15	3
59. NWL	3	3	3	3,5	4,5	17	3,4
60. QAL	4	3,5	3	3,5	3,5	17,5	3,5
61. RTME	4	3	3	3,5	4,5	18	3,6
62. RAI	3,5	4	2	4	3	16,5	3,3
63. RAYN	4,5	3,5	2	4	3	17	3,4
64. SWP	3	2,5	2,5	2,5	3	13,5	2,7
65.SPP	4	3,5	3	4	4	18,5	3,7
66.SCTR	0	3,5	2	3,5	3	12	2,4
67.TPN	3,5	3,5	2,5	3,5	3	16	3,2
68.WD	4	3	1,5	3	2	13,5	2,7
69.ZL	3,5	1,5	3	4	3	15	3
70.ZA	4	3,5	3	4,5	4,5	19,5	3,9
Total	121,5	109	91	123	107	551,5	110,3
Rata-Rata	3,47	3,11	2,60	3,51	3,06	3,15	3,15

LAMPIRAN D. Jawaban Siswa

NASKAH SOAL

Nama	: Foiz Axel Isya' R
No. absen	: 14
Kelas	: X ¹ MIPA 1
Hari/tanggal	: Kamis, 1 Maret 2018

- Petunjuk umum:
1. Tuliskan nama dan nomor absen pada lembar jawaban
 2. Jumlah soal sebanyak 5 soal dengan 2 kolom jawaban
 3. 2 kolom jawaban tersebut terdiri dari 1 kolom bukti argumen (klaim) dan 1 kolom justifikasi argumen
 4. Anda dapat memilih salah satu argumen siswa atau kedua argumen siswa yang menurut anda benar
 5. Kerjakan soal dengan jujur dan teliti
 6. Periksa kembali jawaban anda sebelum diserahkan kepada guru

1. Dalam sebuah labu ukur dimasukkan air gas H₂, O₂, N₂, dan ditutup dengan bola yang dimasukkan dipangkal labu ukur untuk diamati oleh siswa. Kemudian labu ukur tersebut dipanaskan menggunakan spiritus sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung labu ukur. Pada peristiwa tersebut, dua orang siswa mempunyai pendapat yang berbeda.



Siswa A: Air, dan gas H₂, O₂, N₂, merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur.

Siswa B: Air, dan gas H₂, O₂, N₂, dan spiritus merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur dan tabung spiritus.

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

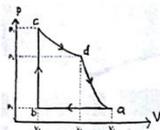
- Siswa A dengan pernyataan yg benar (1)
 - Gambar tersebut merupakan contoh dari Hukum I Termodinamika (1)

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

- Hukum I termodinamika adalah hukum kekekalan energi yang diaplikasikan pada perubahan energi dalam yang dialami oleh suatu sistem.
 - Pada gambar tersebut dapat kita ketahui bahwa yang merupakan sistem yakni Air, gas H₂, O₂, N₂ karena mengalami perubahan menjadi gelembung-gelembung, dan yang menjadi batas sistem yakni labu ukur saja. (1)
 - Spiritus dan tempat spiritus tdk termasuk sistem ataupun batas sistem karena tdk mengalami perubahan fase dan sebagai bahan bakar saja. (1)
 - Oleh karena itu saya setuju dengan pernyataan siswa A. (1)

2 + 3 = 5

2. Dua orang siswa diberikan grafik seperti gambar dibawah kemudian kedua siswa tersebut menganalisis grafik dan memberikan argumen mereka.



Siswa A: proses c-d merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat lambat

Siswa B: proses d-a merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat cepat

3. Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Setelah didapati ternyata volume tidak berubah dan suhu meningkat menjadi 3 kali suhu semula. Untuk beberapa saat, kedua siswa tersebut memberikan argumen mereka masing-masing.

Siswa A: setelah saya analisis ternyata tekanannya ikut bertambah menjadi 3 kali tekanan semula karena volume dijaga konstan sehingga tekanan memiliki perbandingan yang lurus dengan suhu

Siswa B: setelah saya analisis ternyata dengan tidak adanya perubahan volume akan mengakibatkan sistem tidak melakukan usaha sehingga usaha yang dilakukan bernilai nol.

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

Siswa B. = Benar. ①
 a → b : isobarik
 b → c : isokhorik
 c → d : isobarik
 d → a : adiabatik.

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

Saya setuju dengan pernyataan siswa B karena:
 - adiabatik : proses perubahan volume dan tekanan dalam jumlah besar dan dalam waktu yang cepat. ①
 Dapat kita lihat dari gambar bahwa proses d → a merupakan proses perubahan tekanan dan volume dalam jumlah yang cepat dan waktu yang sangat cepat. Sehingga proses d → a merupakan proses adiabatik.
 - proses d → a lebih cepat ①

$$2 + 3 = 5$$

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan pernyataan tersebut secara singkat!

Siswa A & B, Proses isokhorik (Volume tetap) ①

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

Ketika suhu dinaikkan tiga kali dan volume sistem digas konstan merupakan proses isokhorik. Shg usahanya nol. Suhu ikut naik memenuhi persamaan. ①

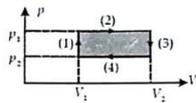
$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{P_0}{1 \times 0} = \frac{P_2}{3 \times 0}$$

$$P_2 = 3 P_0 \rightarrow \text{tekanan tambah } 3x$$
 Sehingga tekanan perbandingan lurus dengan suhu

$$1 \frac{1}{2} + 2 = 3 \frac{1}{2}$$

4. Pada pelajaran fisika seorang guru menggambar sebuah grafik di papan tulis. Kemudian dua orang siswa diminta maju kedepan dan memberikan argumen terkait grafik yang digambar oleh guru.



Siswa A: proses (1) dan (3) merupakan proses isokhorik karena mengalami perubahan tekanan. Jika tekanan naik maka disebut ekspansi isokhorik dan jika tekanan turun maka disebut kompresi isokhorik

Siswa B: proses (2) dan (4) merupakan proses isobarik karena mengalami perubahan volume. Jika volume gas berkurang berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif, begitu pula sebaliknya.

5. Seorang guru memberikan simulasi dengan cara memperlihatkan satu tabung berisi gas bervolume awal 20 m^3 menyerap kalor sebesar 500 J pada tekanan 50 Pa mengembang hingga 30 m^3 pada suhu yang sama dengan suhu awal. Guru tersebut menunjuk 2 orang siswa untuk memberikan argumen yang mereka ingin sampaikan.

Siswa A: pada sistem tersebut tidak terjadi aliran kalor antara sistem dan lingkungan sehingga besar kalor akan bernilai nol. Dengan demikian, sistem tersebut akan memiliki nilai energi dalam yang sama besar dengan negatif usaha yang dilakukan.

Siswa B: pada sistem tersebut memiliki energi dalam yang konstan karena suhu dijaga konstan sehingga besar kalor yang keluar memiliki nilai yang sama besar dengan usaha yang dilakukan.

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

Pernyataan siswa A. 1
1 & 3 = isokhorik. 2

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

- Isokhorik : proses perubahan gas pada volume tetap. 1
Dapat dilihat dari gambar bahwa proses 1 & 3 telah mengalami perubahan volume sehingga disebut isokhorik. Proses 1 & 3 mengalami perubahan tekanan. P ↑ = ekspansi isokhorik 1
P ↓ = kompresi isokhorik
- Pernyataan B salah karena jika $V \downarrow$ = gas melakukan usaha gas negatif. namun siswa B menyebutkan jika $V \downarrow$ = gas melakukan usaha positif maka salah. 1

$$1 + 3 = 4$$

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

Siswa B. karena proses tsb disebut isothermal 1

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

isothermal memiliki $\Delta V = 0$ & menurut hukum termodinamika. 1
 $Q = \Delta U + W$
 $Q = 0 + W$ 1
 $Q = W$

Pada pernyataan siswa B. benar kalor yg keluar = usaha yg dilakukan
Dan hal tsb sesuai dg rumus $Q = W$ 1

$$2 + 3 = 5$$

NASKAH SOAL

Nama	Fiko Virgin Septarina
No. absen	14
Kelas	XI MIPA 2
Hari/tanggal	Jumat / 2 Maret 2018

Petunjuk umum

1. Tulislah nama dan nomor absen pada lembar jawaban
2. Jumlah soal sebanyak 5 soal dengan 2 kolom jawaban
3. 2 kolom jawaban tersebut terdiri dari 1 kolom bukti argumen (klaim) dan 1 kolom justifikasi argumen
4. Anda dapat memilih salah satu argumen siswa atau kedua argumen siswa yang menurut anda benar
5. Kerjakan soal dengan jujur dan teliti
6. Periksa kembali jawaban anda sebelum diserahkan kepada guru

1. Dalam sebuah labu ukur dimasukkan air gas H_2 , O_2 , N_2 , dan ditutup dengan bola yang dimasukkan dipangkal labu ukur untuk diamati oleh siswa. Kemudian labu ukur tersebut dipanaskan menggunakan spiritus sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung labu ukur. Pada peristiwa tersebut, dua orang siswa mempunyai pendapat yang berbeda



Siswa A: Air, dan gas H_2 , O_2 , N_2 , merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur.

Siswa B: Air, dan gas H_2 , O_2 , N_2 , dan spiritus merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur dan tabung spiritus.

- a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

Siswa A. (1)
 Karena menurut saya berdasar gambar labu ukur adalah batas sistem dan yang berada di dalam labu ukur adalah sistem sedangkan yang berada di luar batas sistem adalah lingkungan. (1)

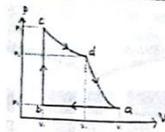
- b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

Menurut saya sistem pada gambar tersebut adalah air, gas H_2 , O_2 , dan N_2 & batasnya ialah labu ukur. Sedangkan yang di luar batas ukur (spiritus) ialah lingkungan. Lingkungan memang berpengaruh kepada sistem nantinya. (1)

Pernyataan siswa B menurut saya kurang tepat karena memasukan spiritus pada sistem. spiritus tidak dapat dikatakan sistem karena bukan komponen yang akan diteliti (1)

$$1\frac{1}{2} + 2\frac{1}{2} = 4$$

2. Dua orang siswa diberikan grafik seperti gambar dibawah kemudian kedua siswa tersebut menganalisis grafik dan memberikan argumen mereka.



Siswa A: proses c-d merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat lambat

Siswa B: proses d-a merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat cepat

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

Siswa B. Grafik proses adiabatik → perubahan V dan P dan berlangsung cepat.

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

Grafik proses adiabatik lebih curam mes. Ki Grafik isothermik hampir sama dgn adiabatik. Jika dibandingkan grafik c-d dan d-a maka grafik d-a lebih curam dan grafik d-a lebih menunjukkan adiabatik. karena pada proses adiabatik $Q=0$; $\Delta u = -w$

$$\frac{1}{2} + 2 = 2\frac{1}{2}$$

3. Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Setelah diaman ternyata volume tidak berubah dan suhu meningkat menjadi 3 kali suhu semula. Untuk beberapa saat, kedua siswa tersebut memberikan argumen mereka masing-masing.

Siswa A: setelah saya analisis ternyata tekanannya ikut bertambah menjadi 3 kali tekanan semula karena volume dijaga konstan sehingga tekanan memiliki perbandingan yang lurus dengan suhu

Siswa B: setelah saya analisis ternyata dengan tidak adanya perubahan volume akan mengakibatkan sistem tidak melakukan usaha sehingga usaha yang dilakukan bernilai nol.

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan pernyataan tersebut secara singkat!

Siswa A dan siswa B. Dari pernyataan dapat disimpulkan jika terjadi proses isovolumik karena volumenya tidak berubah.

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

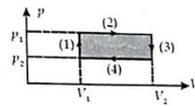
$V = c \rightarrow$ isovolumik
karena V konstan maka $w = 0$
 $w = p \cdot \Delta V$
 $= p \cdot 0 = 0$

Dari pernyataan di atas diperoleh pula:
 $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

Jadi, jika T_2 naik 3 kali maka P_2 akan ikut meningkat 3 kali lipat.
Dari sini maka dapat dikatakan tekanan berbanding lurus dengan suhu

$$2 + 3 = 5$$

4. Pada pelajaran fisika seorang guru menggambar sebuah grafik di papan tulis. Kemudian dua orang siswa diminta maju kedepan dan memberikan argumen terkait grafik yang digambar oleh guru.



Siswa A: proses (1) dan (3) merupakan proses isokhorik karena mengalami perubahan tekanan, jika tekanan naik maka disebut ekspansi isokhorik dan jika tekanan turun maka disebut kompresi isokhorik

Siswa B: proses (2) dan (4) merupakan proses isobarik karena mengalami perubahan volume. Jika volume gas berkurang berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif, begitu pula sebaliknya.

$$W = P \cdot \Delta V$$

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

Siswa A karena pada (1) dan (3) volume tetap & tekanan berubah sehingga disebut proses isokhorik.

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

Pada (1) dan (3) terlihat terjadi perubahan tekanan tetapi volumenya tetap maka disebut proses isokhorik. Jika tekanan naik maka disebut ekspansi. Jika tekanan turun disebut kompresi.

Pada (2) dan (4) terlihat terjadi perubahan volume dan tekanan tetap.

Tetapi dari rumus:

$$W = P \cdot \Delta V$$

Jika V berkurang maka $\Delta V = \text{negatif}$ sehingga W akan ikut negatif. Sehingga pernyataan siswa B kurang tepat.

$$1L + 3 = 4L_2$$

5. Seorang guru memberikan simulasi dengan cara memperlihatkan satu tabung berisi gas bervolume awal 20 m^3 menyerap kalor sebesar 500 J pada tekanan 50 Pa mengembang hingga 30 m^3 pada suhu yang sama dengan suhu awal. Guru tersebut menunjuk 2 orang siswa untuk memberikan argumen yang mereka ingin sampaikan.

Siswa A: pada sisten tersebut tidak terjadi aliran kalor antara sistem dan lingkungan sehingga besar kalor akan bernilai nol. Dengan demikian, sisten tersebut akan memiliki nilai energi dalam yang sama besar dengan negatif usaha yang dilakukan.

Siswa B: pada sisten tersebut memiliki energi dalam yang konstan karena suhu dijaga konstan sehingga besar kalor yang keluar memiliki nilai yang sama besar dengan usaha yang dilakukan.

$$V_1 = 20 \text{ m}^3 \quad \Delta T = 0 \rightarrow \text{isothermik}$$

$$Q = 500$$

$$P = 50$$

$$V_2 = 30 \text{ m}^3$$

$$Q = W$$

$$W = P \cdot \Delta V = 50 \cdot 10 = 500$$

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

Siswa B karena pada pernyataan dikatakan pada proses suhu sama. Suhu sama menandakan terjadinya proses isothermik.

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

Diketahui:

$$V_1 = 20 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 30 \text{ m}^3$$

$$Q = 500 \text{ J}$$

$$P = 50 \text{ Pa}$$

$$W = \dots ?$$

$$W = P \cdot \Delta V = 50 \cdot (30 - 20) = 50 \cdot 10 = 500$$

$$Q = 500 \text{ } \left. \begin{array}{l} \text{sama} \\ \text{sama} \end{array} \right\} \text{ sama}$$

Jadi $W = Q$

$$2 + 2 = 4$$

NASKAH SOAL

Nama	: APRILIA NURMA FIRDIAWI
No absen	: 6
Kelas	: XI MIPA 3
Hari tanggal	: JABU, 3 MARET 2018

- Pertunjuk umum:
1. Tuliskan nama dan nomor absen pada lembar jawaban
 2. Jumlah soal sebanyak 5 soal dengan 2 kolom jawaban
 3. 2 kolom jawaban tersebut terdiri dari 1 kolom bukti argumen (klaim) dan 1 kolom justifikasi argumen
 4. Anda diperbolehkan memilih salah satu argumen siswa atau kedua argumen siswa yang menurut anda benar
 5. Kerjakan soal dengan jujur dan teliti
 6. Periksa kembali jawaban anda sebelum diserahkan kepada guru

1. Dalam sebuah labu ukur dimasukkan air gas H₂, O₂, N₂ dan ditutup dengan bola yang dimasukkan dipangkal labu ukur untuk diamati oleh siswa. Kemudian labu ukur tersebut dipanaskan menggunakan spiritus sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung labu ukur. Pada peristiwa tersebut, dua orang siswa mempunyai pendapat yang berbeda.



Siswa A: Air, dan gas H₂, O₂, N₂ merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur.

Siswa B: Air, dan gas H₂, O₂, N₂ dan spiritus merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur dan tabung spiritus.

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

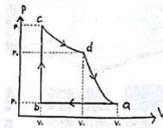
1. A. Gambar menunjukkan air, H₂, O₂ & N₂ yg merupakan sistem didalam labu ukur & bola, lalu dipanaskan oleh spiritus yg termasuk lingkungan. 1/2

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

- Sistem : Benda yg diamati perpindahan kalorinya.
- Lingkungan : Semua hal diluar sistem didalam pengamatan.
- Air, H₂, O₂ & N₂ merupakan sistem karena mereka adalah objek pengamatan perpindahan kalor. 1
- Labu ukur, bola, & spiritus adalah lingkungan karena ketiga hal nya merupakan alat pengamatan.
- Pernyataan siswa A benar karena menyatakan bahwa labu ukur merupakan lingkungan yg menutup / membatasi sistem berupa air, H₂, O₂ dan N₂. 1

$$1\frac{1}{2} + 3 = 4\frac{1}{2}$$

2. Dua orang siswa diberikan grafik seperti gambar dibawah kemudian kedua siswa tersebut menganalisis grafik dan memberikan argumen mereka.



Siswa A: proses c-d merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat lambat

Siswa B: proses d-a merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat cepat

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

B. Gambar menunjukkan grafik antar tekanan & volume yg dialami benda. Terjadi perubahan volume & tekanan pada setiap titik. Di titik d tekanan nya P_2 & volumenya V_2 . Sedangkan di titik a tekanan nya P_1 & volumenya V_3

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

- Adiabatik: Proses termodinamika dimana tidak ada kalor yg berpindah dari sistem ke lingkungan & mengalami perubahan suhu, tekanan, maupun volume.
 - Proses ini berlangsung cepat & yg menyebabkan tidak ada waktu bagi kalor untuk berpindah.
 - Pernyataan siswa B benar karena menunjukkan grafik dengan penurunan yg drastis / dengan kata lain perubahan tekanan & volume berlangsung cepat.

$$1 + 2 = 3$$

3. Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Setelah diamati ternyata volume tidak berubah dan suhu meningkat menjadi 3 kali suhu semula. Untuk beberapa saat, kedua siswa tersebut memberikan argumen mereka masing-masing.

Siswa A: setelah saya analisis ternyata tekanannya ikut bertambah menjadi 3 kali tekanan semula karena volume dijaga konstan sehingga tekanan memiliki perbandingan yang lurus dengan suhu

Siswa B: setelah saya analisis ternyata dengan tidak adanya perubahan volume akan mengakibatkan sistem tidak melakukan usaha sehingga usaha yang dilakukan bernilai nol.

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan pernyataan tersebut secara singkat!

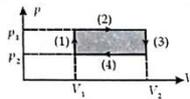
B. Deskripsi tersebut menunjukkan pemanasan gas dalam tabung menyebabkan tekanan ikut 3x lipat sedangkan volume nya tetap. Volume tetap merupakan ciri dan proses isokhorik / isovolumik.

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

- Isovolumik: Proses termodinamika dimana volume ... dijaga konstan.
 - Karena volume tetap, maka $V_1 = V_2$
 $\Delta V = V_2 - V_1$
 $= x - x$
 $= 0$
 - Rumus dari usaha adalah $W = P \cdot \Delta V$
 Jika dimasukkan $\Delta V = 0$, maka
 $W = P \cdot 0$
 $W = 0$
 - Pernyataan siswa B benar karena $W = 0$ berarti sistem tidak melakukan usaha.

$$1 + 2 = 3$$

4. Pada pelajaran fisika seorang guru menggambar sebuah grafik di papan tulis. Kemudian dua orang siswa diminta maju kedepan dan memberikan argumen terkait grafik yang digambar oleh guru.



Siswa A: proses (1) dan (3) merupakan proses isokhorik karena mengalami perubahan tekanan, jika tekanan naik maka disebut ekspansi isokhorik dan jika tekanan turun maka disebut kompresi isokhorik

Siswa B: proses (2) dan (4) merupakan proses isobarik karena mengalami perubahan volume. Jika volume gas berkurang berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif, begitu pula sebaliknya.

5. Seorang guru memberikan simulasi dengan cara memperlihatkan satu tabung berisi gas bervolume awal 20 m³ menyerap kalor sebesar 500 J pada tekanan 50 Pa mengembang hingga 30 m³ pada suhu yang sama dengan suhu awal. Guru tersebut menunjuk 2 orang siswa untuk memberikan argumen yang mereka ingin sampaikan

Siswa A: pada sistem tersebut tidak terjadi aliran kalor antara sistem dan lingkungan sehingga besar kalor akan bernilai nol. Dengan demikian, sistem tersebut akan memiliki nilai energi dalam yang sama besar dengan negatif usaha yang dilakukan.

Siswa B: pada sistem tersebut memiliki energi dalam yang konstan karena suhu dijaga konstan sehingga besar kalor yang keluar memiliki nilai yang sama besar dengan usaha yang dilakukan.

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

A. Deskripsi gambar:
 (1) Dari titik (V₁, P₁) ke titik (V₂, P₁) → V = C & P berubah
 (2) " " (V₂, P₁) " " (V₂, P₂) → P = C & V berubah
 (3) " " (V₂, P₂) " " (V₁, P₂) → V = C & P berubah
 (4) " " (V₁, P₂) " " (V₁, P₁) → P = C & V berubah

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

- Isokhorik / isovolumik
 ↳ Proses termodinamika dimana volume dijaga konstan (V = C) sedangkan tekanan berubah.
- Isobarik
 ↳ Proses termodinamika dimana tekanan dijaga konstan (P = C) sedangkan volume berubah
- Proses 1 & 3 adalah isokhorik
 Proses 2 & 4 adalah isobarik
- Pernyataan siswa A benar karena ekspansi ditandai kenaikan volume, sedangkan kompresi ditandai penurunan volume.
- Pernyataan siswa B salah karena jika sistem gas melakukan usaha, maka W - " " dikena " " - " - " maka W +

2 + 3 = 5

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

B. Grafik tersebut merupakan proses isotermit karena dilakukan pada suhu yg sama (T = C)

b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

- Isotermit: Proses termodinamika dimana suhu dijaga konstan (T = C)
- Energi dalam: Energi kinetik & potensial yg dimiliki oleh setiap gas sebelum terjadinya perpindahan kalor & merupakan sifat mroskopis (tidak terlihat)
- Energi dalam sebanding dengan suhu (U ∝ T)
- Pada proses isotermit, tidak ada perubahan energi dalam karena suhu tetap (ΔU = 0 karena T = C). Lalu, menurut hukum pertama termodinamika, proses ini memiliki nilai 1/2 kalor sama dengan usaha yg dilakukan sistem (Q = -W)
- Pernyataan siswa B benar karena menyatakan:
 - U = C karena T = C → U = C berarti ΔU = 0
 - Kalor sama dengan usaha yg dilakukan atau Q = -W

2 + 2.5 = 4.5

- Pernyataan siswa A salah karena menyatakan:
 - ΔQ = 0 padahal Q = -W
 - Energi dalam sama dengan usaha yg dilakukan atau U = -W padahal Q = -W

LAMPIRAN E. Silabus

SILABUS

Jenis Sekolah : SMA

Mata Pelajaran : Fisika

Materi Pokok : Termodinamika

Kelas/Semester : XI/Genap

Kompetensi Inti :

KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

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

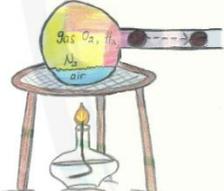
KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasar-kan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian,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

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

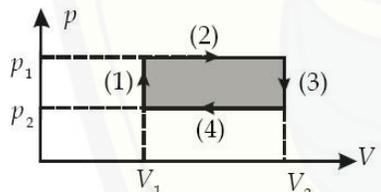
Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
<p>3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika</p> <p>4.7 Membuat karya/ model penerapan Hukum I dan II Termodinamika dan makna fisisnya</p>	<p>Hukum Termodinamika:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hukum ke-0 Termodinamika • Hukum ke-I Termodinamika • Hukum ke-II Termodinamika • Entropi 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati proses pengukuran suhu suatu benda dengan menggunakan termometer atau melihat tayangan video pengukuran suhu badan dengan termometer (Hukum ke-Nol), gerakan piston pada motor bakar (Hukum I Termodinamika), dan entropi • Mendiskusikan hasil pengamatan terkait Hukum ke-Nol, Hukum I dan II Termodinamika dan memecahkan masalah tentang siklus mesin kalor, siklus Carnot sampai dengan teori Clausius Clayperon), entropi • Menyimpulkan hubungan tekanan (P), volume (V) dan suhu (T) dari mesin kalor dan siklus Carnot dalam diagram P-V • Mempresentasikan hasil penyelesaian masalah tentang siklus mesin kalor, siklus Carnot sampai dengan teori Clausius-Clayperon, grafik P-V dari siklus mesin kalor dan mesin Carnot 	Tes tertulis	12 JP	Fisika SMA Jilid III, Fisika, Giancoli, Young and Freeman, Jilid II Praktikum Fisika, Depdiknas

LAMPIRAN F. Kisi-Kisi Soal

KISI-KISI SOAL

Kompetens Dasar: 3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika			
Indikator Soal	Soal		Skor
Membedakan konsep sistem dengan lingkungan pada suatu percobaan	No. Soal: 1	Dimensi Kognitif: C2	
	<p>Dalam sebuah labu ukur dimasukkan air gas H_2, O_2, N_2, dan ditutup dengan bola yang dimasukkan dipangkal labu ukur untuk diamati oleh siswa. Kemudian labu ukur tersebut dipanaskan menggunakan spirtus sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung labu ukur. Pada peristiwa tersebut, dua orang siswa mempunyai pendapat yang berbeda.</p>  <p>Siswa A: Air, dan gas H_2, O_2, N_2, merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur.</p> <p>Siswa B: Air, dan gas H_2, O_2, N_2, dan spirtus merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur dan tabung spirtus.</p> <p>a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!</p> <p>b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!</p>		

Kompetens Dasar: 3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika		
Indikator Soal	Soal	Skor
	<p>Siswa A: proses c-d merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat lambat</p> <p>Siswa B: proses d-a merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat cepat</p> <p>a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!</p> <p>b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!</p>	
	<p>Kunci:</p> <p>a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!</p> <p>Pernyataan siswa B. <i>Proses a-b merupakan proses isobarik, proses b-c merupakan proses isokhorik, proses c-d merupakan proses isothermal, proses c-d merupakan proses adiabatik</i></p> <p>b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!</p> <p><i>Proses isobarik memiliki tekanan yang konstan sehingga hanya suhu dan volume yang berubah. Proses isokhorik memiliki volume yang konstan sehingga hanya tekanan dan suhu yang berubah. Proses isothermal memiliki suhu yang konstan sehingga hanya tekanan dan volume yang berubah. Proses adiabatik tekanan dan volume yang berubah. Perbedaan grafik antara isothermal dan adiabatik berbeda. Proses adiabatik memiliki grafik yang lebih curam daripada grafik isothermal hal itu dikarenakan proses adiabatik mengalami proses yang lebih cepat daripada proses isothermal.</i></p>	2
		3
Membandingkan tekanan awal dengan tekanan akhir gas serta	No. Soal: 3	Dimensi Kognitif: C4
	Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Setelah diamati ternyata volume tidak berubah dan suhu meningkat menjadi 3 kali suhu semula. Untuk beberapa	

Kompetens Dasar: 3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika			
Indikator Soal	Soal		Skor
	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{3T_1}$ $P_2 = 3P_1$ <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 (P-V)	No. Soal: 4	Dimensi Kognitif: C4	
	<p>Pada pelajaran fisika seorang guru menggambar sebuah grafik di papan tulis. Kemudian dua orang siswa diminta maju kedepan dan memberikan argumen terkait grafik yang digambar oleh guru.</p>  <p>Siswa A: proses (1) dan (3) merupakan proses isokhorik karena mengalami perubahan tekanan, jika tekanan naik maka disebut ekspansi isokhorik dan jika tekanan turun maka disebut kompresi isokhorik Siswa B: proses (2) dan (4) merupakan proses isobarik karena mengalami perubahan volume. Jika volume gas berkurang berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif, begitu pula sebaliknya.</p> <p>a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat! b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!</p>		

Kompetens Dasar: 3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan Hukum Termodinamika		
Indikator Soal	Soal	Skor
	a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat! b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!	
	Kunci: a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan pernyataan tersebut secara singkat! Pernyataan siswa B. <i>Gas ideal di dalam tabung mengalami perubahan volume dari 20 m^3 menjadi 30 m^3 akibat adanya kalor yang diberikan sebesar 500 J dan diberi tekanan sebesar 50 Pa, sehingga perubahan volume berharga positif. Suhu awal sama dengan suhu akhir dengan kata lain suhu dijaga konstan, maka dapat diketahui bahwa proses tersebut merupakan proses isothermal.</i>	2
	b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu! <i>Karena suhu dijaga konstan, maka untuk sistem tersebut akan memiliki energi dalam yang konstan pula $\Delta U = 0$. Kemudian untuk usaha yang dilakukan akan bernilai sama dengan kalor yang diberikan:</i> $Q = \Delta U + W$ $Q = 0 + W$ $Q = W$ <i>Diketahui:</i> $Q = 500 \text{ J}$ $P = 50 \text{ Pa}$ $V_0 = 20 \text{ m}^3$ $V_1 = 35 \text{ m}^3$ Jika $Q = W$, dengan $Q = 500 \text{ J}$, maka besar W akan sama dengan 500 J .	3

LAMPIRAN G. Naskah Soal

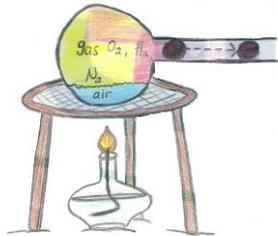
NASKAH SOAL

Nama	:	
No. absen	:	
Kelas	:	
Hari/tanggal	:	

Petunjuk umum:

1. Tuliskan nama dan nomor absen pada lembar jawaban
2. Jumlah soal sebanyak 5 soal dengan 2 kolom jawaban
3. 2 kolom jawaban tersebut terdiri dari 1 kolom bukti argumen (klaim) dan 1 kolom justifikasi argumen
4. Anda dapat memilih salah satu argumen siswa atau kedua argumen siswa yang menurut anda benar
5. Kerjakan soal dengan jujur dan teliti
6. Periksa kembali jawaban anda sebelum diserahkan kepada guru

1. Dalam sebuah labu ukur dimasukkan air gas H_2 , O_2 , N_2 , dan ditutup dengan bola yang dimasukkan dipangkal labu ukur untuk diamati oleh siswa. Kemudian labu ukur tersebut dipanaskan menggunakan spirtus sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung labu ukur. Pada peristiwa tersebut, dua orang siswa mempunyai pendapat yang berbeda.



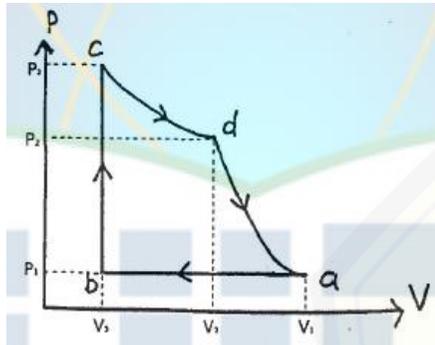
Siswa A: Air, dan gas H_2 , O_2 , N_2 , merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur.

Siswa B: Air, dan gas H_2 , O_2 , N_2 , dan spirtus merupakan sistem karena komponen tersebut berada di dalam suatu wadah yang disebut batas sistem sehingga yang dimaksud batas sistem pada peristiwa tersebut adalah labu ukur dan tabung spirtus.

- a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

- b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

2. Dua orang siswa diberikan grafik seperti gambar dibawah kemudian kedua siswa tersebut menganalisis grafik dan memberikan argumen mereka.



Siswa A: proses c-d merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan tekanan dan proses berlangsung sangat lambat

Siswa B: proses d-a merupakan proses adiabatik karena mengalami perubahan volume dan teknaan dan proses berlangsung sangat cepat

- a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

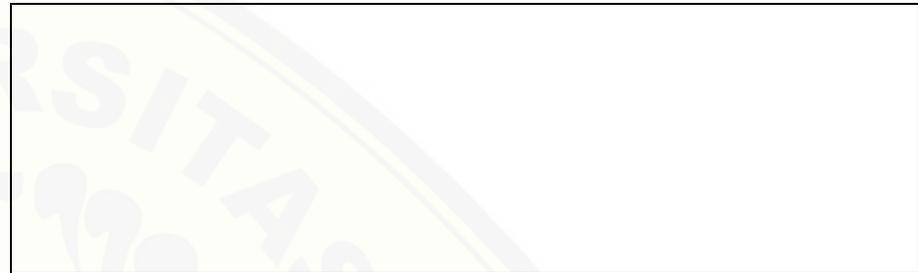
- b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

3. Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Setelah diamati ternyata volume tidak berubah dan suhu meningkat menjadi 3 kali suhu semula. Untuk beberapa saat, kedua siswa tersebut memberikan argumen mereka masing-masing.

Siswa A: setelah saya analisis ternyata tekanannya ikut bertambah menjadi 3 kali tekanan semula karena volume dijaga konstan sehingga tekanan memiliki perbandingan yang lurus dengan suhu

Siswa B: setelah saya analisis ternyata dengan tidak adanya perubahan volume akan mengakibatkan sistem tidak melakukan usaha sehingga usaha yang dilakukan bernilai nol.

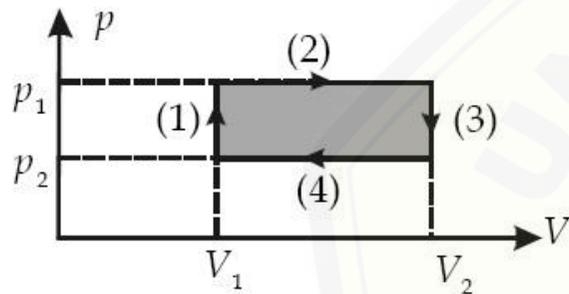
- a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan pernyataan tersebut secara singkat!



- b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!



4. Pada pelajaran fisika seorang guru menggambar sebuah grafik di papan tulis. Kemudian dua orang siswa diminta maju kedepan dan memberikan argumen terkait grafik yang digambar oleh guru.



Siswa A: proses (1) dan (3) merupakan proses isokhorik karena mengalami perubahan tekanan, jika tekanan naik maka disebut ekspansi isokhorik dan jika tekanan turun maka disebut kompresi isokhorik

Siswa B: proses (2) dan (4) merupakan proses isobarik karena mengalami perubahan volume. Jika volume gas berkurang berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif, begitu pula sebaliknya.

- a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!

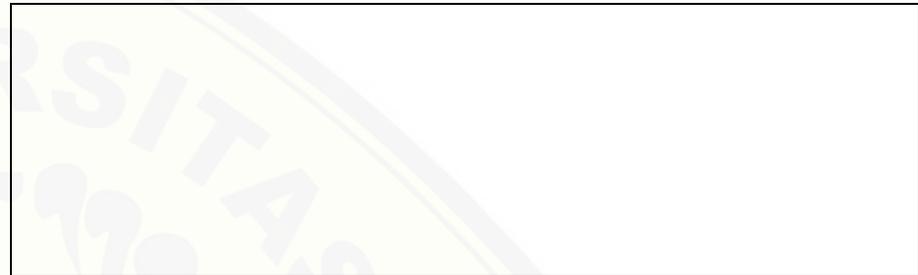
- b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!

5. Seorang guru memberikan simulasi dengan cara memperlihatkan satu tabung berisi gas bervolume awal 20 m^3 menyerap kalor sebesar 500 J pada tekanan 50 Pa mengembang hingga 30 m^3 pada suhu yang sama dengan suhu awal. Guru tersebut menunjuk 2 orang siswa untuk memberikan argumen yang mereka ingin sampaikan.

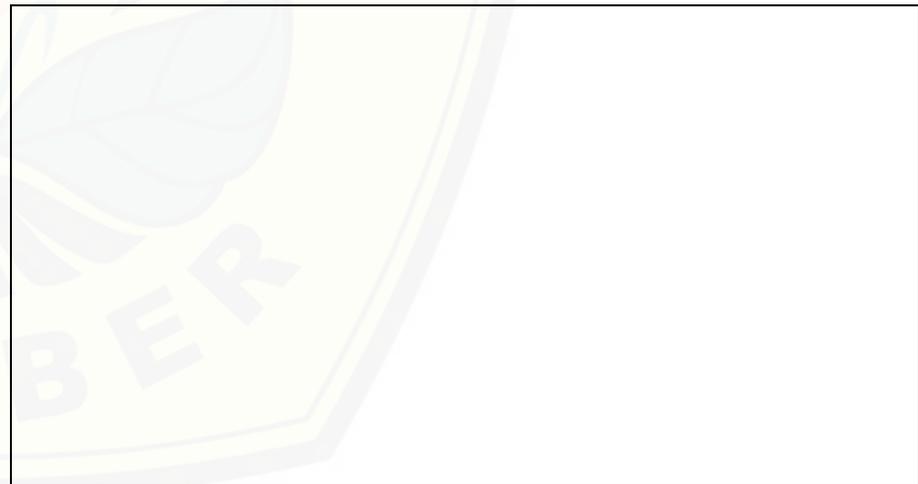
Siswa A: pada sistem tersebut tidak terjadi aliran kalor antara sistem dan lingkungan sehingga besar kalor akan bernilai nol. Dengan demikian, sistem tersebut akan memiliki nilai energi dalam yang sama besar dengan negatif usaha yang dilakukan.

Siswa B: pada sistem tersebut memiliki energi dalam yang konstan karena suhu dijaga konstan sehingga besar kalor yang keluar memiliki nilai yang sama besar dengan usaha yang dilakukan.

a) Pernyataan siswa mana yang menurutmu benar? Sebutkan dan deskripsikan gambar tersebut secara singkat!



b) Penjelasan apa yang tepat digunakan untuk mendukung argumenmu? Berikan penjelasan ilmiah untuk mendukung argumenmu!



LAMPIRAN H. SURAT PENELITIAN

LAMPIRAN H1. SURAT IZIN OBSERVASI



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-332475
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor **1174** /UN25.1.5/LT/2017
Lampiran :-
Perihal : Permohonan Izin Observasi

06 FEB 2018

Yth. Kepala SMAN 1 Jember
Jember

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam FKIP Universitas Jember di bawah ini.

NAMA : NATA AMALIA SUDARMO
NIM : 140210102100

Bermaksud mengadakan observasi tentang aktivitas belajar siswa di Sekolah yang Saudara pimpin selama bulan Februari sampai dengan bulan Mei 2018.

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 terima kasih.

a.n. Dekan
Wakil Dekan I,

Prof. Dr. Suratno, M. Si
NIP.19670625 199203 1 003

LAMPIRAN H2. SURAT IZIN PENELITIAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Legaboto Jember 68121
Telepon: 0331- 334988, 330738 Faks: 0331-332475
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor **11 / 4** UN251.511/2017

08 FEB 2018

Lampiran :-

Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala SMAN 1 Jember
Jember

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

Nama : Nata Amalia Sudarmo
NIM : 140210102100
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Bermaksud mengadakan penelitian tentang "Analisis Pemahaman Konsep Siswa dalam Berargumentasi pada Pokok Bahasan Termodinamika Kelas XI SMA" 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 terima kasih.

a.n. Dekan

Wakil Dekan I,



Nata Amalia Sudarmo, M. Si.

NIP. 19670625 199203 1 003

LAMPIRAN H3. SURAT SELESAI PENEITIAN

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI 1 JEMBERJl. Letjend. Panjaltan No. 53-55 Jember 68121 Telp./Fax. 0331-338580
<http://www.sman1jember.sch.id>, e-mail : sekolah@sman1jember.sch.id**SURAT KETERANGAN**

Nomor : 421/830/101.6.5.1/2018

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 1 Jember, menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama : **NATA AMALIA SUDARMO**
NIM : 140210102100
Program Studi : S1 Pendidikan Fisika, FKIP
Universitas Negeri Jember

Telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Jember dengan judul " **Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMA pada Konsep Termodinamika**" mulai tanggal 4 April s.d 6 April 2018.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Jember, 15 Mei 2018

Kepala,


Drs. EDDY PRAYITNO, M.Pd

NIP. 19650414 199003 1 009

LAMPIRAN I. DOKUMENTASI



