



**ANALISIS PENGUASAAN KONSEP FISIKA MELALUI PENDEKATAN
MULTIREPRESENTASI MATERI TERMODINAMIKA PADA
PEMBELAJARAN DI SMA**

SKRIPSI

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

oleh

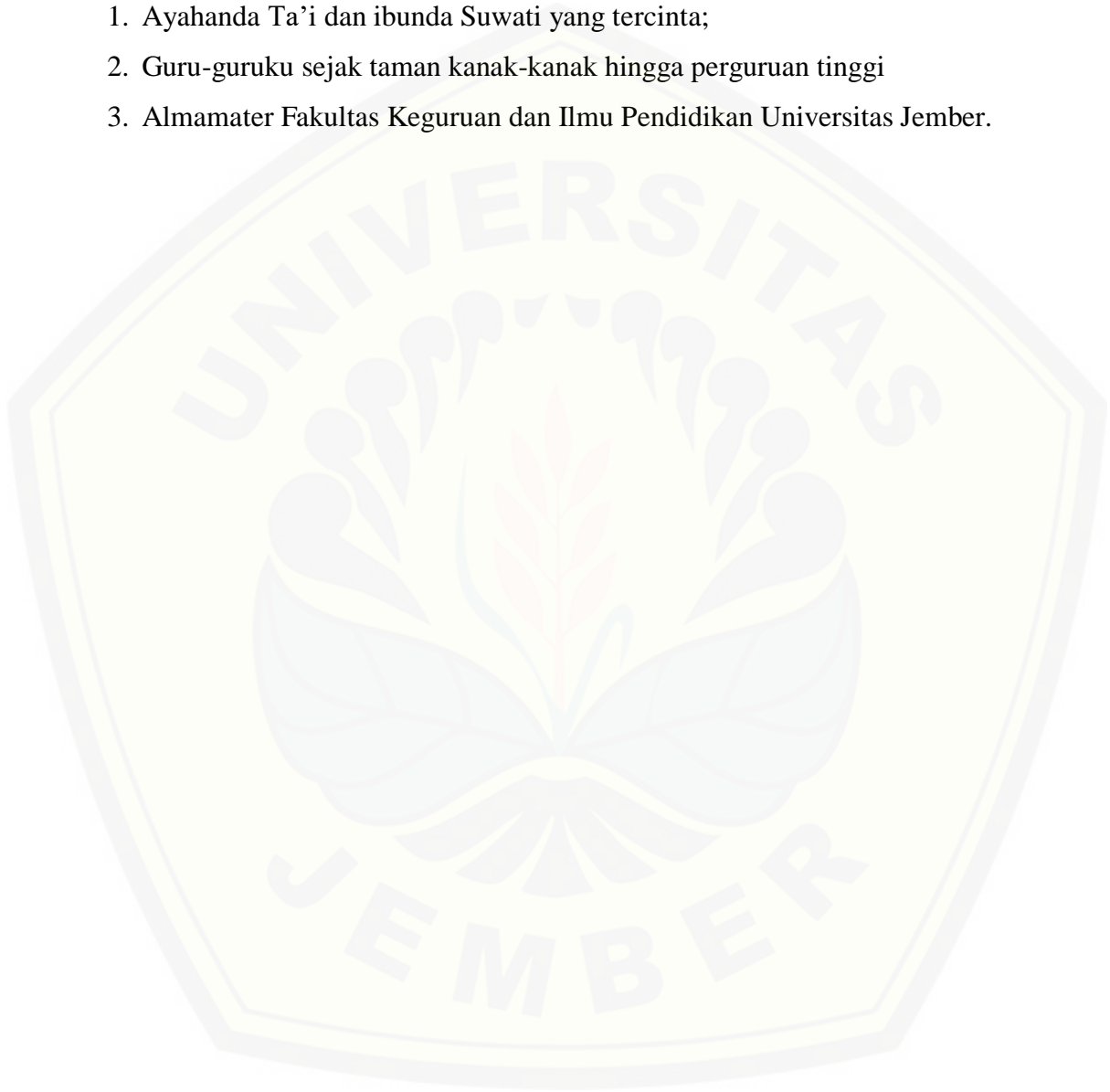
**Selamet
NIM 140210102022**

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ayahanda Ta'i dan ibunda Suwati yang tercinta;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.



MOTO

.”Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Karena
sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”.

(terjemahan Surat Alam Nasyroh ayat 5-6)^{*)}



^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT. Kumudasmoro Grafindo.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Selamat

NIM : 140210102022

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Penguasaan Konsep Fisika Melalui Pendekatan Multirepresentasi Materi Termodinamika pada Pembelajaran di SMA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 10 Maret 2018

Selamat
NIM 140210102022

SKRIPSI

**ANALISIS PENGUASAAN KONSEP FISIKA MELALUI PENDEKATAN
MULTIREPRESENTASI MATERI TERMODINAMIKA PADA
PEMBELAJARAN DI SMA**

oleh

Selamet
NIM 140210102022

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Bambang Supriadi, M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Penguasaan Konsep Fisika Melalui Pendekatan Multirepresentasi Materi Termodinamika pada Pembelajaran di SMA” karya Selamet telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si.
NIP 19650713 199003 1 002

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

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Yushardi, S.Si., M.Si
NIP 19650420 199512 1 001

Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si
NIP 19570801 198403 1 004

Mengesahkan,
Dekan,

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

RINGKASAN

Analisis Penguasaan Konsep Fisika Melalui Pendekatan Multirepresentasi Materi Termodinamika pada Pembelajaran di SMA; Selamat; 140210102022; 114 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Kurikulum 2013 adalah kurikulum yang berintegrasi, maksud dari kurikulum berintegrasi yaitu terdapat proses yang harus dikuasai siswa antara lain *skill, themes, concept* dan *topic*. Dengan kata lain kurikulum 2013 disebut kurikulum terpadu sebagai proses dapat dikatakan sebagai sebuah sistem dan pendekatan pembelajaran yang melibatkan beberapa disiplin ilmu atau suatu pelajaran dalam bidang studi untuk memberikan pembelajaran dalam konsep nyata kehidupan sehari-hari. Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui kemampuan representasi verbal, gambar, matematis dan grafik siswa pada materi termodinamika di SMA dan Untuk mengetahui representasi verbal, gambar, matematis dan grafik guru pada saat mengajar

Pelaksanaan pada penelitian sesuai dengan prosedur penelitian yang telah dibuat. Langkah pertama yaitu kegiatan pendahuluan yang terdiri dari penentuan tempat penelitian, pembuatan surat penelitian, dan mengkoordinasikan dengan guru mata pelajaran fisika di tempat penelitian. Tempat penelitian ini menggunakan 3 sekolah yang berada di Kabupaten Lumajang. Sekolah menengah atas yang dipilih adalah sebagai berikut SMA Negeri Tempeh, SMA Negeri Pasirian dan SMA Negeri Kunir. Langkah kedua yaitu membuat instrumen, dimana terdapat soal pre test dan post test dalam penelitian ini. Langkah ketiga adalah pengumpulan data dilakukan dengan mengujikan tes yang telah dibuat. Langkah keempat yaitu menganalisis data yang diperoleh dari penelitian yang didapat kemudian langkah kelima yaitu menarik kesimpulan.

Kemampuan yang diukur pada aspek pertama adalah kemampuan representasi verbal. Berdasarkan hasil analisis data pada kemampuan representasi

verbal hanya siswa SMAN Tempeh yang berkategori cukup, siswa SMAN Pasirian berkategori kurang dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat rendah. Kemampuan yang diukur pada aspek kedua adalah kemampuan representasi gambar. Berdasarkan hasil analisis data pada kemampuan representasi gambar ketiga sekolah tersebut yaitu SMAN Tempeh, SMAN Pasirian dan SMAN Kunir masih dalam kategori sangat kurang. Kemampuan yang diukur pada aspek ketiga adalah kemampuan representasi matematis. Berdasarkan hasil analisis data pada kemampuan representasi matematis, hanya SMAN Tempeh yang berkategori cukup, siswa SMAN Pasirian pada kemampuan matematis berkategori kurang dan siswa SMAN Kunir berkategori kurang. Kemampuan yang diukur pada aspek keempat adalah kemampuan representasi grafik. Berdasarkan hasil analisis data pada kemampuan representasi dari ketiga sekolah yaitu SMAN Tempeh, SMAN Pasirian dan SMAN Kunir berkategori sangat kurang. Pada saat observasi dikelas pada kemampuan representasi verbal, gambar dan grafik di 3 sekolah yaitu SMAN Tempeh, SMAN Pasirian dan SMAN Kunir guru tidak muncul dalam proses pembelajaran. Kegiatan proses pembelajaran hanya representasi matematis guru yang muncul dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan analisis data dan pembahasan didapat kesimpulan berdasarkan rumusan masalah. Tingkat kemampuan representasi verbal siswa SMAN tempeh berkategori cukup, siswa SMAN Pasirian berkategori kurang, dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat kurang. Tingkat kemampuan representasi gambar siswa SMAN Tempeh, SMAN Pasirian, dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat kurang. Tingkat kemampuan representasi matematis siswa SMAN Tempeh berkategori cukup, siswa SMAN Pasirian berkategori kurang, dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat kurang. Tingkat kemampuan representasi gambar siswa SMAN tempeh berkategori sangat kurang, siswa SMAN Pasirian berkategori sangat kurang, dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat kurang. Pada saat observasi dikelas pada kemampuan representasi verbal, gambar dan grafik di 3 sekolah yaitu SMAN Tempeh, SMAN Pasirian dan SMAN Kunir guru tidak muncul dalam proses pembelajaran. Kegiatan proses pembelajaran hanya representasi matematis guru yang muncul dalam proses pembelajaran.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Penguasaan Konsep Fisika Melalui Pendekatan Multirepresentasi Termodinamika pada Pembelajaran di SMA”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember; karena telah membuat surat permohonan izin penelitian.
2. Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember; karena telah meluangkan waktunya untuk kelancaran skripsi ini.
3. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember; karena telah meluangkan waktunya untuk kelancaran skripsi
4. Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama, Drs. Bambang Supriyadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota, karena telah meluangkan waktu untuk membimbing kelancaran skripsi ini.
5. Dr. Yushardi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama, dan Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu, memberikan saran dan kritik untuk kelancaran skripsi ini;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, Maret 2018

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Hakikat Fisika	6
2.2 Pembelajaran Fisika	7
2.3 Pendekatan Mutirepresentasi	8
2.4 Termodinamika	11
2.4.1 Hukum ke-nol Termodinamika.....	11
2.4.2 Hukum ke-1 Termodinamika.....	12
2.4.3 Hukum ke-2 Termodinamika.....	18
2.4.4 Mesin Kalor.	19
2.4.5 Mesin Carnot.....	21
2.4.6 Mesin Pendingin	23

2.4.7 Entropi.....	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.3 Penentuan Responden Penelitian	26
3.4 Definisi Operasional Penelitian	27
3.5 Prosedur Penelitian	28
3.6 Metode Pengumpulan Data	30
3.7 Analisis Data	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Pelaksanaan Pengambilan Data	33
4.2 Hasil Data Penelitian	34
4.3 Pembahasan	40
BAB 4. PENUTUP	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

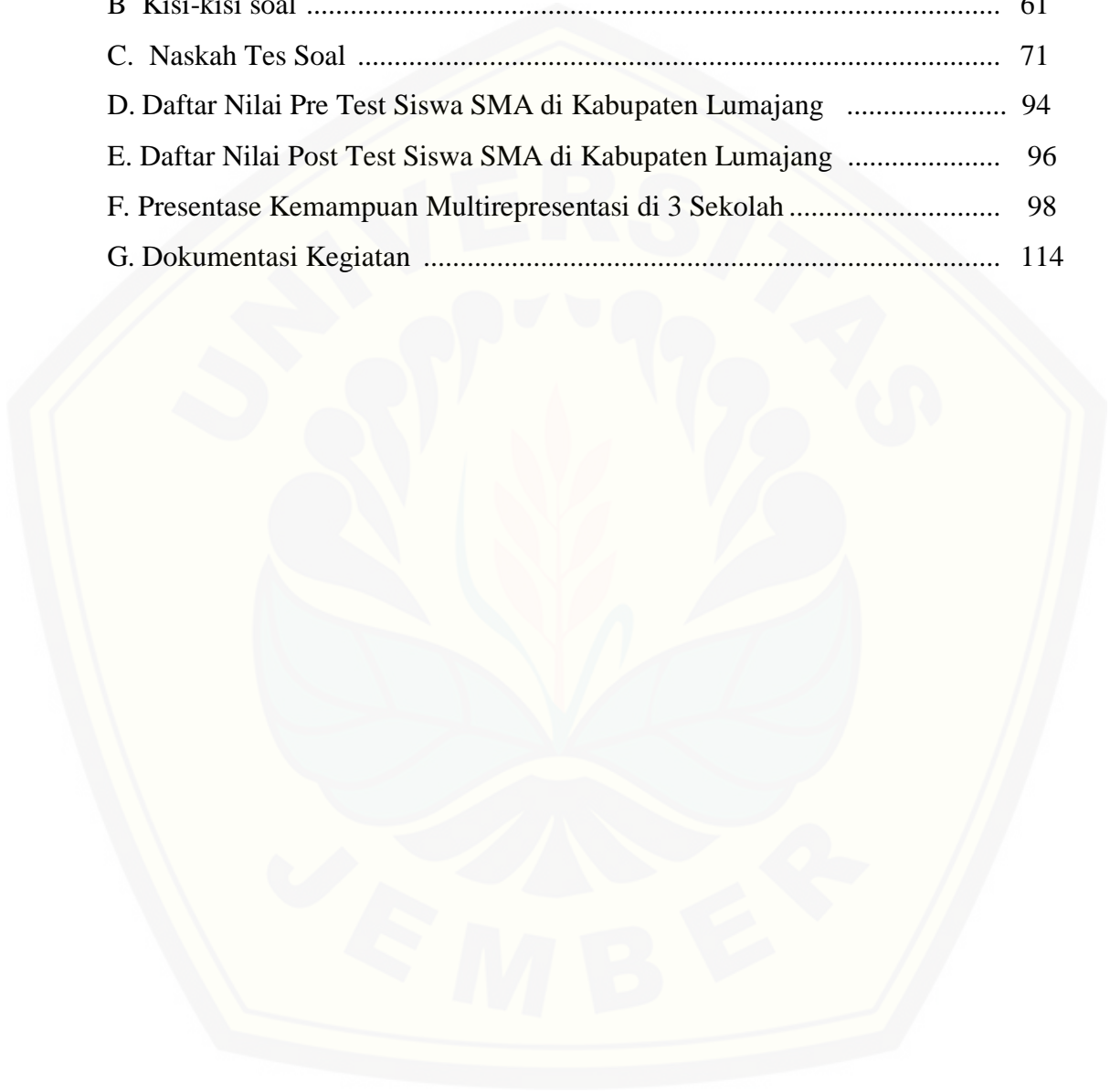
	Halaman
3.1 Kriteria Peningkatan Kemampuan Multirepresentasi Siswa	32
3.2 Kemampuan Multirepresentasi Siswa	32
4.1 Rincian Peaksanaan Penelitian	33
4.2 Hasil pre test dan post test SMAN Tempeh	35
4.3 Hasil pre test dan post test SMAN Pasirian	36
4.4 Hasil pre test dan post test SMAN Kunir	36
4.5 Daftar Distribusi Frekuensi dan Persentase Tingkat Kemampuan Representasi Verbal Masing-masing SMA.....	37
4.6 Daftar Distribusi Frekuensi dan Persentase Tingkat Kemampuan Representasi Gambar Masing-masing SMA.....	38
4.7 Daftar Distribusi Frekuensi dan Persentase Tingkat Kemampuan Representasi Matematis Masing-masing SMA.....	39
4.8 Daftar Distribusi Frekuensi dan Persentase Tingkat Kemampuan Representasi Grafik Masing-masing SMA	40
D.1 Daftar Nilai Pre test Siswa SMA di Kabupaten Lumajang	92
E.1 Daftar Nilai Post test Siswa SMA di Kabupaten Lumajang.....	94
F.1 Persentase Kemampuan Verbal Sisw SMA di Kabupaten Lumajang ..	96
F.2 Persentase Kemampuan Gambar Sisw SMA di Kabupaten Lumajang ..	100
F.3 Persentase Kemampuan Matematis Sisw SMA di Kabupaten Lumajang.	104
F.4 Persentase Kemampuan Grafik Sisw SMA di Kabupaten Lumajang ..	108

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Ilustrasi Hukum Ke-0 Termodinamika.....	12
2.2 Gas ideal di dalam silinder yang ditutup dengan piston yang bisa bergerak	13
2.3 Kerja yang dilakukan pada piston gas memuai	14
2.4 Grafik (P-V) proses isobarik	15
2.5 Grafik (P-V) proses isokhorik	16
2.6 Grafik (P-V) proses isotermal	17
2.7 Grafik (P-V) proses adiabatik	18
2.8 Diagram mesin kalor	20
2.9 Siklus carnot	22
2.10 Diagram skematik transfer energi untuk mesin pendingin atau lemari es...	23
3.1 Prosedur Penelitian	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matrik Penelitian	59
B. Kisi-kisi soal	61
C. Naskah Tes Soal	71
D. Daftar Nilai Pre Test Siswa SMA di Kabupaten Lumajang	94
E. Daftar Nilai Post Test Siswa SMA di Kabupaten Lumajang	96
F. Presentase Kemampuan Multirepresentasi di 3 Sekolah	98
G. Dokumentasi Kegiatan	114



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan ilmu yang sistematis dan menyatu. Sistematis karena produk yang satu berkaitan dengan produk yang lain, sedangkan menyatu karena produk satu dengan lainnya dapat saling menunjang (Sutarto dan Indrawati, 2010:2-3). Fisika sangat berperan dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini karena fisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang fenomena yang terjadi di alam semesta. Sehingga pada saat mempelajari fisika sama dengan mempelajari fenomena yang ada di alam semesta. Dalam membentuk gejala alam satu dengan yang lain besaran fisis saling berhubungan dan berinteraksi dengan yang lain. Pada zaman dahulu para ilmuwan menggunakan pendekatan representasi untuk menjelaskan fenomena yang terjadi dalam kehidupann sehari-hari dalam proses pembelajaran.

Pembelajaran di Indonesia sendiri sudah banyak mengalami perubahan dalam sistematika kurikulum. Indonesia menggunakan kurikulum KTSP (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan) dengan rentang tahun 2006-2013. Pada kurikulum KTSP, sekolah diberi wewenang penuh untuk mengembangkan dan mengimplementasikan kurikulum. Implementasi KTSP menuntut kemampuan sekolah dengan cara memberikan otonomi yang lebih besar kepada sekolah dalam pengembangan kurikulum, karena masing-masing sekolah lebih mengetahui tentang kondisi satuan pendidikannya. Kurikulum KTSP masih terdapat kelemahan yang menjadi dasar pemerintah membuat dan menetapkan kurikulum baru yaitu kurikulum 2013 (K-2013). Kurikulum 2013 adalah kurikulum yang berintegrasi, maksud dari kurikulum berintegrasi yaitu terdapat proses yang harus dikuasai siswa antara lain *skill*, *themes*, *concept* dan *topic*. Dengan kata lain kurikulum 2013 disebut kurikulum terpadu sebagai proses dapat dikatakan sebagai sebuah sistem dan pendekatan pembelajaran yang melibatkan beberapa disiplin ilmu atau suatu pelajaran dalam bidang studi untuk memberikan pembelajaran dalam konsep nyata kehidupan sehari-hari. Kurikulum dikatakan konsep maksudnya para peserta didik akan memahami konsep-konsep yang

mereka pelajari yang terjadi dalam kejadian nyata. Pengembangan kurikulum 2013 diharapkan dapat membentuk generasi penerus bangsa yang inovatif, produktif, kreatif, afektif melalui sikap, keterampilan dan pengetahuan. Pada kurikulum 2013 bukan hanya penilaian tentang hasil belajar saja namun pada penilaian sikap setiap peserta didik. Hal ini dilakukan dikarenakan perilaku sikap sangat kritis di kalangan peserta didik. Di kurikulum 2013 memungkinkan para guru menilai hasil belajar peserta didik dalam proses pencapaian sasaran pembelajaran.

Hasil belajar siswa ditentukan oleh dua faktor yaitu faktor dari siswanya sendiri dan faktor guru. Faktor dari siswa sendiri berkaitan dengan faktor dalam diri siswanya sendiri berkaitan dengan motivasi belajar siswanya, tingkat ketekunan dalam proses pembelajaran. Sedangkan untuk faktor dari guru berkaitan dengan cara guru mengajar. Fisika sendiri adalah pelajaran yang membutuhkan pemahaman tingkat tinggi karena berisi rumus-rumus dan juga gambar yang perlu memahami makna fisiknya. Namun kenyataannya banyak guru pada saat mengajar hanya fokus pada kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah matematik saja. Sedangkan fisika sendiri berkaitan erat dengan 4 representasi bukan hanya satu representasi yaitu representasi verbal, representasi gambar, representasi matematik dan representasi grafik. Representasi verbal disini berkaitan dengan penjelasan tentang makna fisis dari sebuah hukum fisika. Fisika adalah pelajaran yang bersifat abstrak sehingga perlu dijelaskan dalam representasi gambar agar siswa paham tentang materi yang di ajarkan. Fisika juga berkaitan dengan representasi matematik dimana setiap bahasan fisika terhadap rumus-rumus untuk menyelesaikan sebuah persoalan yang ada. Dengan rumus-rumus yang ada dalam fisika dapat di representasikan dalam bentuk grafik dimana dengan grafik dapat mengetahui hubungan antar variabel. Guru pada saat mengajar bukan hanya menerangkan tentang matematik saja namun juga verbal, gambar dan grafiknya juga agar tercapai hasil pembelajaran yang diharapkan.

Setiap tahunnya nilai ujian nasional untuk materi fisika mengalami penurunan. Hal ini terlihat dari rekap hasil ujian nasional yang ada pada Puspendik. Contohnya beberapa sekolah yang berada di kabuapten Lumajang misalkan SMA Negeri 1

Lumajang, dimana nilai rata-rata ujian nasional pada tahun 2015,2016 dan 2017 adalah 84.16, 68.82 dan 54.03. Contoh sekolah lain yaitu SMA Negeri Tempeh, dimana nilai rata-rata nilai ujian nasional pada tahun 2015,2016 dan 2017 adalah 77.87, 74.54 dan 58.42. berdasarkan data-data tersebut terlihat bahwa semakin tahun semakin mengalami penurunan. Pada Kualitas soal - soal dari tahun ke tahun membaik namun tingkat kesulitannya semakin tinggi sehingga perlu pemahaman tingkat tinggi. Di dalam soal ujian nasional terdapat soal- soal dalam bentuk matematik dan grafik. Soal-soal Ujian nasional diperkirakan sekitar 80 persen berbentuk matematik dan grafik.

Berdasarkan hasil penelitian Larkin, McDermott (1980) dalam prosesnya, peran matematika pada penyelesaian masalah fisika fokus pada bagaimana siswa memilih persamaan dalam menyelesaikan masalah fisika bukan pada bagaimana siswa menggunakan sebuah seleksi persamaan dalam memecahkan masalah fisika. Oleh karena itu bagian penting dari penalaran matematis dalam penyelesaian masalah fisika adalah implikasi instruksi misalnya menekankan penalaran konseptual awal untuk memilih persamaan yang relevan dan memperhatikan siswa dalam memproses persamaan matematika untuk memperoleh solusi numerik atau simbolik (Kuo, 2013:34). Hasil penelitian Bunawan *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pembacaan grafik dan keterampilan menginterpretasi grafik pada siswa masih belum memadai. Hasil penelitian Bunawan *et al.* (2015) juga menunjukkan bahwa kemahiran dalam menganalisis grafik bergantung pada jenis grafik dan level atau tipe pertanyaan yang dikembangkan. Selain itu, hasil penelitian Nazam *et al.* (2012) menemukan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membaca, menafsirkan dan memahami informasi yang tergambar dalam grafik.

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti melakukan penelitian yang berjudul **“Analisis Penguasaan Konsep Fisika Melalui Pendekatan Multirepresentasi Materi Termodinamika pada Pembelajaran di SMA”**. Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah penelitian sebelumnya hanya meneliti tentang kemampuan

representasi matematik siswa dan grafik , sehingga belum meneliti tentang kemampuan representasi verbal dan gambar siswa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan suatu masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kemampuan representasi verbal siswa pada materi termodinamika di SMA?
- b. Bagaimana kemampuan representasi gambar siswa pada materi termodinamika di SMA?
- c. Bagaimana kemampuan representasi matematik siswa pada materi termodinamika di SMA?
- d. Bagaimana kemampuan representasi grafik siswa pada materi termodinamika di SMA?
- e. Bagaimana representasi verbal guru pada saat mengajar?
- f. Bagaimana representasi gambar guru pada saat mengajar?
- g. Bagaimana representasi matematik guru pada saat mengajar?
- h. Bagaimana representasi grafik guru pada saat mengajar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Untuk mengetahui kemampuan representasi verbal siswa pada materi termodinamika di SMA?
- b. Untuk mengetahui kemampuan representasi gambar siswa pada materi termodinamika di SMA?
- c. Untuk mengetahui kemampuan representasi matematik siswa pada materi termodinamika di SMA?
- d. Untuk mengetahui kemampuan representasi grafik siswa pada materi termodinamika di SMA?
- e. Untuk mengetahui representasi verbal guru pada saat mengajar
- f. Untuk mengetahui representasi gambarl guru pada saat mengajar
- g. Untuk mengetahui representasi matematik guru pada saat mengajar
- h. Untuk mengetahui representasi grafik guru pada saat mengajar

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, sebagai penambah: ilmu, informasi, dan pengalaman untuk terjun langsung dalam dunia pendididakan
- b. Bagi guru fisika, dapat digunakan sebagai informasi mengetahui kemampuan siswanya. Guru diharapkan dapat menggunakan model pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan multirepresentasi
- c. Bagi kepala sekolah, dapat digunakan sebagai masukan pemikiran untuk memperbaiki kualitas pembelajaran.
- d. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai refresensi untuk menambah pengetahuan dan pengalaman untuk melakukan penelitian sejenis dan pengembangannya serta dapat dijadikan sebagai wacana baru untuk memperkaya bekal menjadi tenaga pendidik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hakikat Fisika

Fisika adalah bagian dari IPA, sehingga karakteristik yang dimiliki IPA berlaku juga untuk Fisika yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pengajaran Fisika. Menurut Gerthsen (dalam Druxes, 1986:3) fisika adalah suatu teori yang menerangkan gejala-gejala alam sesederhana mungkin dan berusaha menemukan hubungan antara kenyataan - kenyataan persyaratan utama untuk pemecahan soal adalah dengan mengamati gejala-gejala tersebut. Sedangkan menurut pendapat Brockhaus (1972) yang dikutip oleh Druxes (1986:3): “Fisika adalah pelajaran tentang kejadian alam yang memungkinkan penelitian dengan percobaan dan pengujian secara sistematis dan berdasarkan peraturan umum”. Fisika adalah ilmu yang mempelajari gejala-gejala alam dari segi materi dan energinya. Sedangkan menurut Mundilarto (2010: 4), fisika sebagai ilmu dasar memiliki karakteristik yang mencakup bangun ilmu yang terdiri atas fakta, konsep, prinsip, hukum, postulat, dan teori serta metodologi keilmuan. Fisika adalah ilmu yang terbentuk melalui prosedur baku atau biasa disebut sebagai metode ilmiah.

Aspek dari hakikat fisika yang pertama adalah fisika sebagai sikap (*a way of thinking*). Fisika yang merupakan cabang ilmu IPA (sains) memiliki karakter ilmiah, seperti tanggungjawab, jujur, objektif, terbuka, rasa ingin tahu, percaya diri, dan lain-lain, yang melekat kuat. Menurut Collette dan Chiappetta (1994), beberapa karakter tersebut adalah sebagai *beliefs* (keyakinan), *curiosity* (rasa ingin tahu), *imagination* (imajinasi), *reasoning* (penalaran), dan *self-examination* (pemahaman diri). Menurut KBBI, keyakinan (*beliefs*) berarti kepercayaan dan sebagainya yang sungguh sungguh, dan juga berarti sebagai bagian agama atau religi yang berwujud konsep yang menjadi keyakinan (kepercayaan) para penganutnya. Keyakinan adalah sebuah hal yang sangat penting dimiliki oleh seseorang apalagi sebagai makhluk beragama. Sebagai negara Pancasila, Indonesia menghimpun karakter ini pada kurikulum 2013, khususnya Kompetensi Inti (KI) 1. Karakter lainnya, yaitu *curiosity* (rasa ingin tahu), *imagination* (imajinasi), *reasoning* (penalaran), dan *self-examination* (pemahaman diri) tertampung dalam

kompetensi inti pada kurikulum 2013. Karakter-karakter ini secara tidak langsung akan mempengaruhi bagaimana seorang saintis atau fisikawan berpikir.

Aspek dari hakikat fisika yang kedua adalah fisika sebagai proses (*a way of investigating*). Proses sains diturunkan dari langkah-langkah yang dikerjakan saintis ketika melakukan penelitian ilmiah. Langkah-langkah tersebut disebut sebagai keterampilan proses sains yang mencakup observasi, mengukur, inferensi, memanipulasi variabel, merumuskan hipotesis, menyusun grafik dan tabel data, mendefinisikan secara operasional, dan melaksanakan eksperimen (Mundilarto, 2002: 13). Menurut Hetherington (dalam Collette dan Chiappetta, 1994), proses terbentuknya suatu ilmu pengetahuan itu lebih penting daripada ilmu pengetahuan itu sendiri. Mundilarto, membagi keterampilan proses menjadi dua, yaitu keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu. Keterampilan proses sains dasar, meliputi: mengamati /observasi, mengklasifikasi, berkomunikasi, mengukur, memprediksi, dan membuat inferensi.

2.2 Pembelajaran Fisika

Belajar merupakan suatu proses perubahan tingkah laku sebagai hasil individu dengan lingkungannya dalam memenuhi kebutuhan hidupnya (Sugihartono, dkk.2007:74). Menurut hakikatnya, fisika memiliki tiga aspek utama yaitu aspek afektif, proses, dan ilmu. Sehingga pembelajaran fisika hendaknya dilaksanakan dengan mempertimbangkan ketiga aspek tersebut. Mata pelajaran fisika di SMA bertujuan agar siswa mampu menguasai konsep - konsep fisika dan saling keterkaitannya serta mampu menggunakan metode ilmiah yang dilandasi sikap ilmiah untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapinya sehingga lebih menyadari keagungan Tuhan Yang Maha Esa (Mundilarto, 2002:5). Supriyadi (2010: 98) berpendapat bahwa pembelajaran fisika yang dapat menghasilkan hasil belajar yang bermakna adalah pembelajaran yang tidak terlepas dari hakikat fisika itu sendiri. Secara keilmuan, hakikat fisika tidak akan lepas dari hakikat sains, karena fisika termasuk dalam rumpun sains Pembelajaran fisika harus mempertimbangkan strategi atau metode pembelajaran yang efektif dan efisien.

2.3 Pendekatan Multirepresentasi

Multirepresentasi didefinisikan sebagai suatu cara yang menyajikan berbagai representasi untuk menanamkan suatu konsep kepada siswa. Representasi adalah suatu konfigurasi (bentuk atau susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili dan melambangkan sesuatu dalam bentuk cara (Goldin, 2002). Representasi merupakan ungkapan-ungkapan dari gagasan-gagasan atau ide-ide matematika yang ditampilkan peserta didik dalam upayanya untuk mencari suatu solusidari masalah yang sedang dihadapinya (NCTM, 2013). Multirepresentasi melibatkan penerjemahan secara berurutan dari masalah fisika yang diberikan dari satu simbol bahasa ke lainnya, dimulai dengan menulis deskripsi masalah secara verbal, kemudian dipindahkan ke bentuk gambar yang disesuaikan dan representasi diagram, dan diakhiri (biasanya) dengan rumus matematis yang dapat digunakan untuk menentukan jawaban menggunakan angka (Leigh, 2004). Sedangkan multirepresentasi menurut Prain & Waldrip dalam Mahardika (2012:37) berarti merepresentasikan ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, matematik, gambar, dan grafik. Menurut Dabutar dalam Mahardika (2012:45) multirepresentasi merupakan bentuk representasi yang memadukan antara verbal (teks), gambar nyata, atau grafik

Menurut Ainsworth (1999), ada tiga fungsi utama dari multi representasi, yaitu sebagai pelengkap dalam proses kognitif, membantu membatasi kemungkinan kesalahan interpretasi lain, dan membangun pemahaman konsep dengan lebih mendalam. Selain tiga fungsi utama di atas, multirepresentasi juga berfungsi untuk menggali perbedaan-perbedaan dalam suatu informasi yang dinyatakan oleh masing-masing interpretasi. Multi representasi cenderung digunakan untuk saling melengkapi dimana representasi tunggal tidak memadai untuk memuat semua informasi yang disampaikan. Setidaknya ada lima alasan penting mengapa multi representasi sangat baik untukdigunakan dalam pembelajaran matematika, yaitu: a. Pembelajaran multirepresentasi membantu pembelajar yang memiliki latar belakang kecerdasan yang berbeda. b. Kuantitas dan konsep-konsep yang bersifat fisik seringkali dapat divisualisasikan dan dipahami lebih baik dengan menggunakan representasi. c. Membantu mengonstruksikan representasi lain yang

lebih abstrak. d. Penalaran kualitatif seringkali terbantu dengan menggunakan representasi konkret. e. Representasi matematik yang abstrak dapat digunakan untuk penalaran kuantitatif dimana representasi matematik dapat digunakan untuk mencari jawaban kuantitatif terhadap soal (Irwandani, h:2).

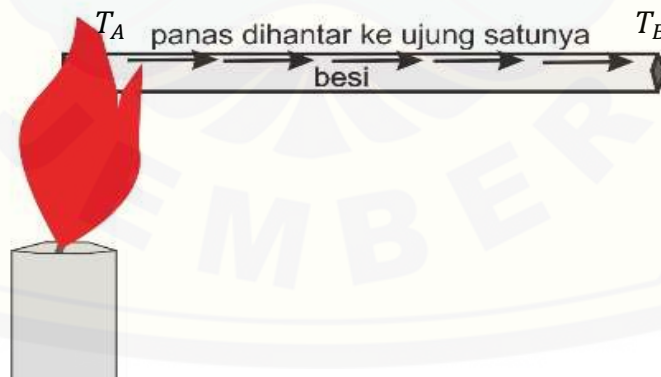
Pada pembelajaran fisika banyak format representasi yang dapat dimunculkan. Menurut Prain dan Waldrup (2007), merepresentasi ulang suatu konsep yang sama dengan format yang berbeda, format-format tersebut antara lain: verbal, gambar, matematik dan grafik. Penjelasan masing-masing format representasi sebagai berikut.

a. Representasi Verbal

Representasi verbal adalah salah satu cara yang tepat untuk memberikan definisi dari suatu konsep. Contoh: Konduksi adalah perpindahan kalor melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat itu.

b. Representasi Gambar

Suatu konsep akan menjadi lebih jelas ketika kita representasikan dalam bentuk gambar. Penggunaan representasi gambar dapat membantu memvisualisasikan sesuatu yang masih berifat abstrak. Contoh: menjelaskan aliran kalor dengan gambar.



Ketika besi dipanaskan disalah satu ujungnya maka akan panas juga di ujung lainnya hal ini dikarenakan panas berpindah secara konduksi yaitu ketika dipanaskan maka energi kalor akan merambat dari satu partikel ke partikel besi yang lain. Perpindahan panas ini terjadi karena ketika ada 2 partikel panas yang didekatkan dengan partikel yang dingin maka kedua partikel itu mengalami

kesetimbangan termal. Sehingga ujung besi dipanaskan maka panas akan merambat ke ujung besi lainnya.

c. Representasi Matematik.

Representasi matematik sangat diperlukan untuk menyelesaikan persoalan kualitatif. Keberhasilan dalam menggunakan representasi matematik ditentukan oleh penggunaan representasi kualitatif secara baik karena representasi kualitatif membantu siswa memahami persoalan selalu menggunakan persamaan matematik. Pada proses inilah menunjukkan bahwa siswa tidak seharusnya menghafal semua rumus atau persamaan matematik. Contoh: menganalisis perhitungan besarnya kalor yang merambat pada proses konduksi dapat dicari melalui persamaan:

$$H = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

Keterangan:

H : kalor yang merambat persatuan waktu (J/s atau watt)

k : konduktivitas termal (W/mK)

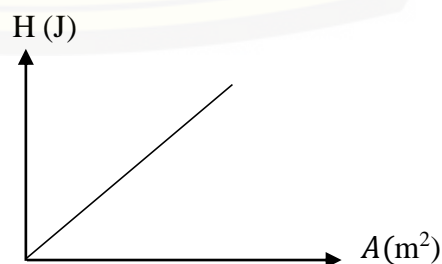
A : luas penampang (m²)

ΔT : perubahan suhu (K)

L : panjang (m)

d. Representasi Grafik.

Penjelasan yang Panjang terhadap suatu konsep dapat kita representasikan daam satu bentuk grafik. Oleh karena itu kemampuan membuat dan membaca grafik merupakan keterampilan yang diperlukan dalam proses pembelajaran. Contoh: Grafik hubungan luas penampang (A) terhadap kalor yang merambat (H) pada proses konduksi.



Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa luas penampang (A) semakin besar luas penampangnya maka kalor yang merambat juga semakin besar.

Penggunaan multirepresentasi dalam pembelajaran memberikan kemudahan siswa dalam memahami suatu konsep, selain itu penggunaan multirepresentasi dapat membantu guru menjelaskan materi yang bersifat abstrak. Pembelajaran menggunakan multirepresentasi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu melalui proses belajar mengajar dan proses penilain.

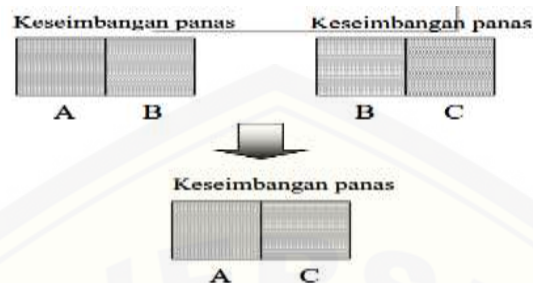
2.4 Termodinamika

Termodinamika (bahasa Yunani: *therme* = panas (kalor) dan *dynamis* = 'gaya'). 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*) (Moran & Shapiro, 2004:1). Termodinamika merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang memusatkan pada energi (terutama energi panas) dan transformasinya. Transformasi energi pada Termodinamika berlandaskan dua hukum yaitu Hukum pertama Termodinamika atau juga disebut dengan hukum kekekalan energi dan Hukum kedua Termodinamika.

2.4.1 Hukum ke-0 Termodinamika

Hukum ke-0 ditemukan pada tahun 1930-an, jauh setelah Hukum pertama dan kedua Termodinamika ditemukan dan dinomori. Karena konsep temperatur adalah dasar kedua Hukum, maka Hukum yang menetapkan suhu sebagai konsep yang valid harus memiliki nomor terendah sehingga diberi nomor 0. Ketika dua sistem berada dalam keadaan kesetimbangan termal, temperature mereka, per definisi adalah sama. Hal terpenting dalam Hukum ke-0 adalah bahwa Hukum tersebut memungkinkan definii yang berguna mengenai temperatur. (Haliday *et al.*, 2010:515).

Hukum ini menyatakan: *Jika benda A berada dalam keseimbangan panas dengan benda B dan benda B berada dalam keseimbangan panas dengan benda C. Maka benda A berada dalam keseimbangan panas dengan benda C*



Gambar 2.1 Ilustrasi Hukum Ke-0 Termodinamika

Contohnya, kita memiliki tiga wadah yang terbuat dari logam

- Wadah A berisi air
- Wadah B berisi minyak
- Wadah C berisi gliserin

Misalkan berisi air dan minyak disentuhkan dalam waktu yang cukup lama dan tidak diamati adanya perubahan suhu pada keduanya maka air dan minyak kita katakan berada dalam keseimbangan panas. Setelah disentuhkan dengan air, misalkan wadah berisi minyak disentuhkan dengan wadah berisi gliserin, dan juga tidak diamati adanya perubahan suhu keduanya, maka minyak dan gliserin juga berada dalam keseimbangan panas. Jadi wadah yang berisi air dan gliserin tidak akan mengalami perubahan suhu ketika disentuhkan. Dengan kata lain, keduanya juga berada dalam keseimbangan panas (Abdullah,2007).

2.4.2 Hukum ke-1 Termodinamika

Energi internal sistem didefinisikan sebagai jumlah total semua energi molekul sistem. Diharapkan bahwa energi internal sistem akan bertambah jika kerja dilakukan pada sistem, atau jika kalor ditambahkan ke sistem. Dengan cara yang sama, energi internal sistem akan berkurang jika kalor dilepaskan dari sistem atau jika kerja dilakukan oleh sistem pada sesuatu yang lain. Jadi layak diusulkan suatu hukum penting: perubahan energi internal dari sistem tertutup, ΔU akan diberikan oleh:

$$\Delta U = Q - W \quad (2.1)$$

Keterangan:

ΔU : Perubahan energi dalam (J)

Q : Kalor (J)

W : Kerja (J)

Kalor (Q) ditambah berarti bernilai positif, kalor (Q) hilang berarti bernilai negatif. Kerja (W) pada sistem bernilai negatif, kerja (W) oleh sistem bernilai positif. (Giancoli, 2001:519). Kita menganggap bahwa gas berada dalam bejana yang ditutupi dengan piston yang bergerak, Gb. 2.2 dan bahwa gas bersentuhan dengan reservoir (sebuah benda yang massanya sangat besar sehingga, idealnya, temperaturnya tidak berubah secara signifikan ketika kalor yang dipertukarkan dengan sistem). Kita juga menganggap bahwa proses penekanan (volume berkurang) atau pemuaian (volume bertambah) dilakukan sangat perlahan untuk meyakinkan bahwa semua gas tetap dalam kesetimbangan pada temperatur yang sama.



Gambar 2.2. Gas ideal di dalam silinder yang ditutup dengan piston yang bisa bergerak

Gas ideal sendiri didefinisikan sebagai suatu zat dari kondisi cair penguapannya berlangsung sempurna. Hukum gas ideal di kontrol oleh beberapa variabel yakni tekanan yang digunakan oleh gas, volume yang ditempati gas, dan temperatur gas. Molekul-molekul gas ideal didalam suatu ruangan yang dibatasi dinding bergerak kesegala arah dengan tidak beraturan. Karena gerakan tidak beraturan tersebut kemungkinan sering terjadi tumbukan antar molekul, sebelum menabrak dinding batas ruangan. Tabrakan molekul ke dinding ruangan terjadi secara terus menerus yang menimbulkan efek tekanan gas didalam ruangan

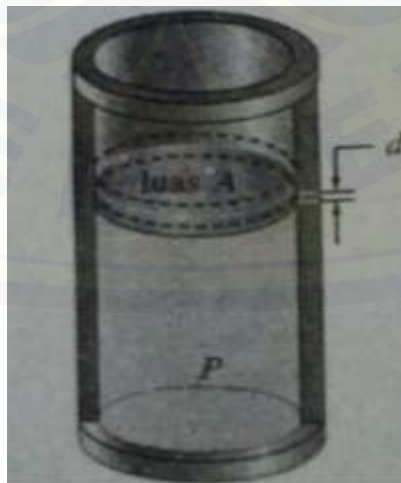
tersebut. Semakin tinggi temperatur gas, maka semakin besar kecepatan geraknya sehingga menyebabkan momentum tumbukan terhadap dinding semakin besar. Akibatnya tekanan yang terjadi didalam ruangan akan semakin besar pula. Karena itu diasumsikan adanya suatu jenis gas ideal yang mempunyai sifat ideal (Salinger,1986). Sifat-sifat gas ideal yang diinginkan tersebut adalah gaya tarik menarik antar molekul gas diabaikan dan total volume molekul gas diabaikan terhadap volume gas diabaikan terhadap volume ruangan. Seringkali ada gunanya menghitung kerja yang dilakukan pada sebuah proses. Jika tekanan dijaga konstan (isobarik) selama proses, kerja dilakukan bisa dihitung dengan mudah. Sebagai contoh, jika gas pada Gb. 2.3 memuai dengan lambat terhadap piston, kerja yang dilakukan oleh gas untuk menaikkan piston adalah gaya (F) dikalikan dengan jarak (d). Tetapi gaya hanya berupa tekanan (P) dari gas dikalikan luas (A) dari piston, $F= P.A$. Dengan demikian,

$$W = Fd = PAd$$

atau

$$W = P\Delta V \quad (2.2)$$

Dengan $\Delta V= Ad$ adalah perubahan volume gas. Persamaan ini juga berlaku jika gas ditekan pada tekanan konstan, dimana (karena V menurun) ΔV negatif; W berarti negatif, yang menunjukkan bahwa kerja dilakukan pada gas.



Gambar 2.3. Kerja yang dilakukan pada piston ketika gas memuai, menggerakkan piston sejauh d

Ada beberapa kasus khusus pada Hukum pertama Termodinamika, antara lain:

a. Proses Isobarik

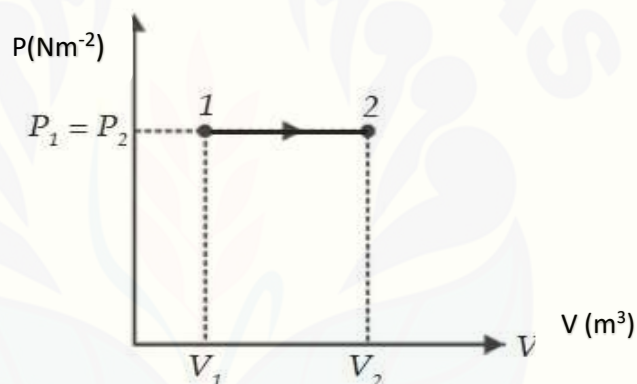
Proses isobarik adalah proses perubahan keadaan gas pada tekanan tetap. Persamaan keadaan untuk proses isobarik (p tetap) adalah

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

Atau

$$\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \quad (2.3)$$

Ini adalah hukum Gay-Lussac. Grafik P-V proses isobarik ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Grafik (P-V) proses isobarik

Sedangkan rumus usahanya dinyatakan pada persamaan 2.4 yaitu

$$W = P\Delta V = P(V_2 - V_1) \quad (2.4)$$

b. Proses Isokhorik

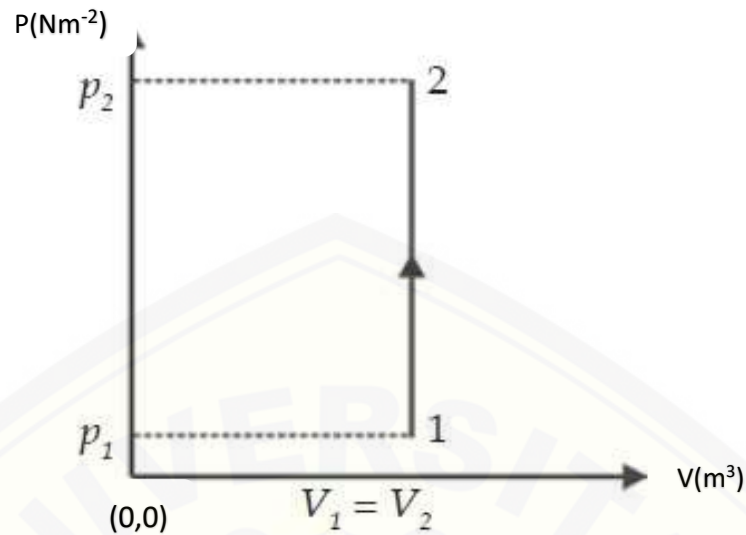
Proses Isokhorik adalah proses perubahan gas pada volume tetap. Persamaan keadaan untuk proses isokhorik (V tetap) adalah

$$\frac{PV}{T} = C, \text{ karena } V \text{ tetap}$$

Maka

$$\frac{P}{T} = C \text{ atau } \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \quad (2.5)$$

Ini adalah hukum Charles. Grafik P-V proses isobarik ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2.5 Grafik (P-V) proses isokhorik

Untuk besar usaha dinyatakan dalam persamaan 2.6 yaitu

$$\Delta U = Q - W; \text{ dimana } W=0$$

Maka

$$\Delta U = Q - 0$$

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

c. Proses Isotermal

Proses isotermal adalah proses perubahan keadaan gas pada suhu tetap.

Persamaan keadaan untuk proses isotermal (T tetap) adalah

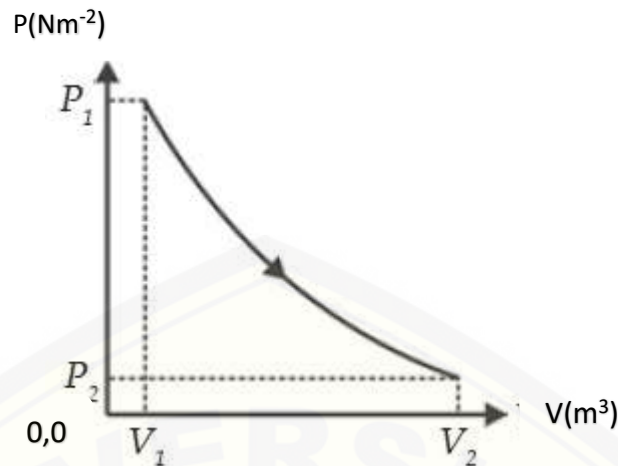
$$\frac{PV}{T} = C, \text{ karena } T \text{ tetap}$$

Maka

$$pV = \text{konstan atau } p_2V_2 = p_1V_1 \quad (2.7)$$

Ini adalah hukum Boyle. Grafik P-V proses isotermal $PV = C$ atau $P = \frac{C}{V}$

berbentuk hiperbola, seperti ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Grafik (P-V) proses isothermal

Usaha yang sama dengan luas daerah dibawah grafik P-V harus dihitung secara integral dengan menggunakan persamaan :

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (2.8)$$

Dari persamaan gas ideal diatas telah diperoleh $= \frac{nRT}{V}$, sehingga

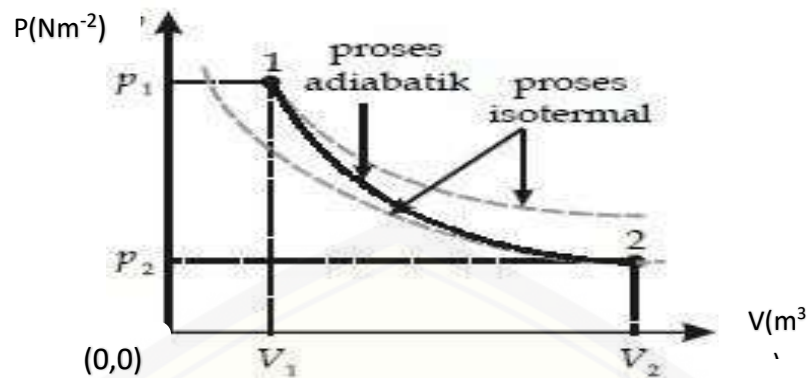
$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV \quad (2.9)$$

Karena nRT tetap, maka faktor tersebut dapat dikeluarkan dari tanda integral ,kemudian, dengan menggunakan sifat integral $\int \frac{dx}{x} = \ln x$, maka diperoleh

$$\begin{aligned} W &= nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT [\ln V]_{V_1}^{V_2} \\ W &= nRT [\ln V_2 - \ln V_1] \\ W &= nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) \end{aligned} \quad (2.10)$$

d. Proses Adiabatik

Proses adiabatik adalah proses perubahan keadaan gas dimana tidak ada aliran yang masuk ke dalam sistem atau keluar dari sistem. Dengan kata lain, pada proses adiabatik $Q = 0$. Gambar 2.8 menunjukkan grafik P-V proses adiabatik (garis lengkung yang diberi tanda panah) yang memotong lengkung isothermal pada suhu awal tinggi ($T_1 = p_1 V_1 / nR$) dan suhu akhir yang lebih rendah ($T_2 = p_2 V_2 / nR$).



Gambar 2.7 Grafik (P-V) proses adiabatik

Persamaan keadaan adiabatik:

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \quad (2.11)$$

Dengan $\gamma > 1$ merupakan hasil perbandingan kalor jenis gas pada tekanan tetap C_p dan kalor jenis gas pada volume tetap C_v (ketetapan laplace).

Untuk gas ideal, $p = \frac{nRT}{V}$, sehingga persamaan 2.12 dapat dituliskan dalam bentuk

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$$

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

Sehingga persamaan keadan adiabatik :

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1} \quad (2.12)$$

2.4.3 Hukum ke-2 Termodinamika

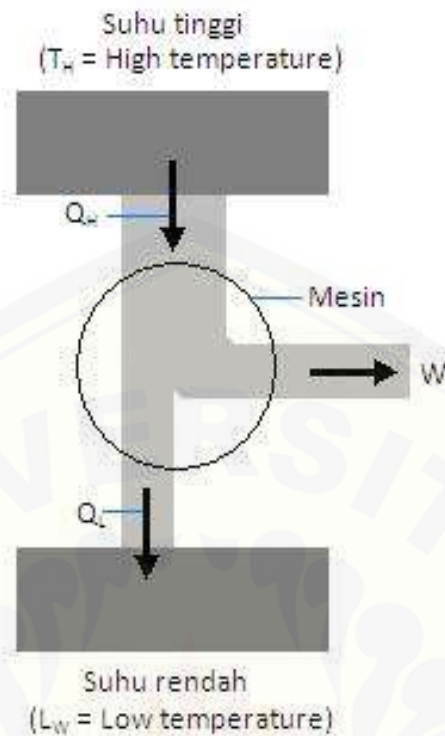
Hukum termodinamika pertama menyatakan bahwa energi itu dikonservasikan. Meskipun demikian, kita dapat membayangkan banyak proses yang mengkonservasikan energi, tetapi tidak terobservasi terjadi secara alami. Misalkan ketika sebuah benda panas diletakan ke benda yang lebih dingin, tidak pernah terjadi secara spontan dari benda dingin ke benda yang panas. Jika kalor akan meninggalkan benda dingin dan mengalir ke benda panas, energi tetap dapat di konservasikan. Tetapi itu tidak terjadi secara spontan.

Hukum pertama Termodinamika, kekekalan energi, tidak akan dilanggar jika setiap proses ini terjadi sebaliknya. Untuk menerangkan kekurangmampuan

balik ini, 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, 2001:526). Pernyataan Clausius bisa diartikan bahwa adalah tidak mungkin untuk membuat suatu siklus pendinginan yang beroperasi tanpa adanya masukan berupa kerja. Sebagai contoh, pendinginan didalam rumah ditangani oleh mesin pendingin yang digerakkan oleh motor listrik yang membutuhkan kerja dari sekelilingnya untuk dapat beroperasi. (Moran & Shapiro, 2004:229).

2.4.4 Mesin Kalor

Pengembangan pernyataan umum Hukum kedua Termodinamika sebagian didasarkan pada studi mesin kalor. Adalah setiap alat yang mengubah energi termal menjadi kerja mekanik. Ide dasar melatar belakangi setiap mesin kalor adalah energi mekanik yang dapat diperoleh dari energi termal hanya jika kalor mengalir dari suhu tinggi ke suhu rendah. Pada proses ini, sejumlah kalor dapat diubah lagi menjadi energi mekanik, seperti diagram gambar 2.8 itu adalah kalor masukan Q_H pada suhu tinggi T_H yang sebagian diubah ke dalam kerja W dan sebagian dilepaskan sebagai kalor Q_L pada suhu yang lebih rendah T_L . Dengan kekekalan energi $Q_H = W + Q_L$. Suhu tinggi dan rendah disebut mengatur temperatur mesin. Kita akan tertarik hanya pada mesin yang berjalan dalam siklus yang berulang dan dapat bergerak secara terus menerus (perhatikan dengan hati-hati bahwa kita akan menggunakan konvensi tanda yang amat sederhana: kita ambil Q_H , Q_L , dan W selalu bernilai positif).



Gambar 2.8 Diagram mesin kalor

Efisiensi, e dari setiap mesin kalor dapat di definisikan sebagai rasio kerja yang dilakukan W , dengan kalor masuk pada suhu tinggi Q_H

$$e = \frac{W}{Q_H} \quad (2.13)$$

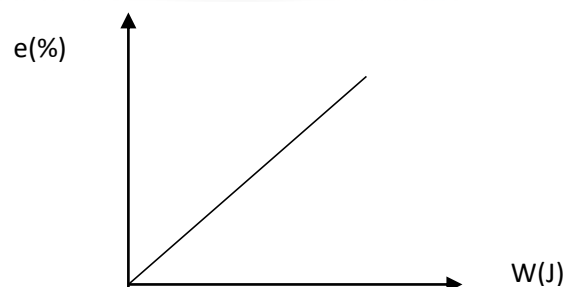
Keterangan :

e : Efisiensi (%)

W : Kerja (Joule)

Q_H : Kalor masuk pada suhu tinggi (Joule)

Berdasarkan persamaan 2.13 dapat disimpulkan bahwa semakin besar usaha yang efisiensi mesin kalor juga semakin besar pula. Dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik dibawah ini:



Grafik. Hubungan W(kerja) terhadap besar efisiensi (e)

Ini merupakan definisi yang dapat dibalik, karena W merupakan keluaran, sedangkan Q_H (masukan) adalah apa yang anda masukkan. Karena energi dihemat, kalor masukan Q_H harus sama dengan kerja yang dilakukan plus kalor yang keluar pada suhu rendah.

$$Q_H = W + Q_L \quad (2.14)$$

Jadi $W = Q_H - Q_L$, dan efisiensi mesin adalah

$$e = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \quad (2.15)$$

2.4.5 Mesin Carnot

Untuk melihat bagaimana meningkatkan efisiensi, ilmuwan Perancis Sadi Carnot (1796-1832), Telah menguji karakteristik mesin ideal (mesin Carnot). Setiap proses penambahan dan pembuangan kalor dari ekspansi dan kompresi gas, ditentukan untuk dilakukan sebaliknya. Setiap proses (selam gas terhadap piston) yang dilakukan secara perlahan-lahan bahwa proses dapat ditentukan seri keadaan setimbang, dan seluruh proses dapat dilakukan sebaliknya dengan tanpa mer (2.16) besar kerja yang dilakukan atau perubahan panas. Di lain pihak, proses nyata, akan terjadi secara lebih cepat, dan akan ada turbolensi dalam gas, gesekan, dan seterusnya. Karena faktor, proses real tidak dapat dilakukan kebalikannya secara tepat, turbolensi akan berbeda dan kalor yang hilang pada gesekan tidak akan dikebalikan sendiri. Maka, proses real disebut irrevesible (tidak dapat balik). Hasil penting bahwa untuk mesin ideal yang panas Q_H dan Q_L sebanding dapat dibalik dengan suhu operasi T_H dan T_L (dalam Kelvin) maka efisiensi dapat ditulis sebagai berikut:

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

Keterangan :

e : Efisiensi (%)

Q_L : Kalor pada suhu rendah (Joule)

Q_H : Kalor pada suhu tinggi (Joule)

T_L : Suhu rendah (Kelvin)

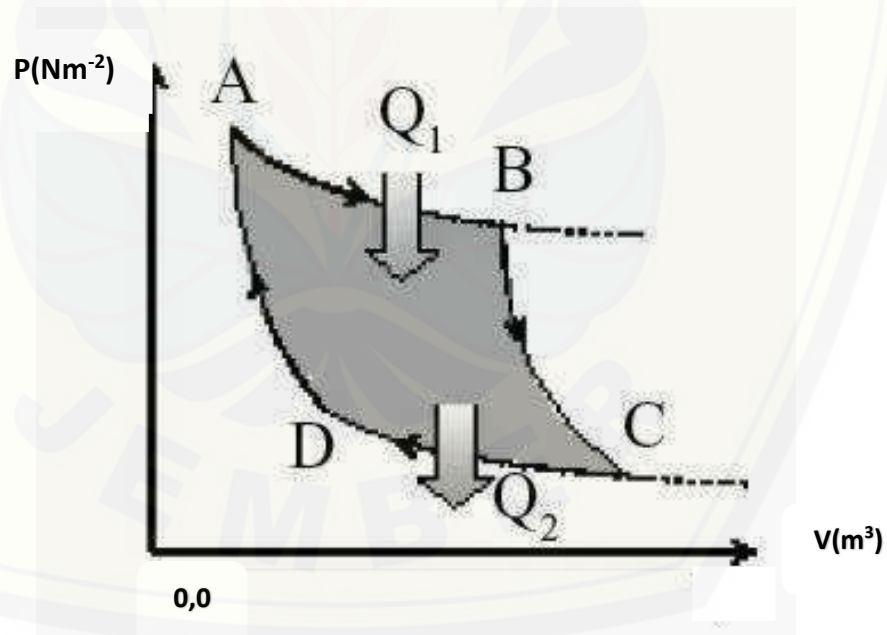
T_H : Suhu tinggi (Kelvin)

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

- Gas mula-mula dikembangkan secara isothermal, dengan penambahan kalor Q_H , sepanjang lintasan ab pada suhu T_H .

Berikut pengembangan secara adiabatik dari b ke c tidak ada kalor bertukar, tetapi suhu turun ke T_L

- Gas kemudian dimampatkan pada suhu konstan T_L , lintasan c ke d, dan kalor Q_L dikeluarkan.
- Akhirnya gas dimampatkan secara adiabatik, lintasan da, kembali ke keadaan semula.



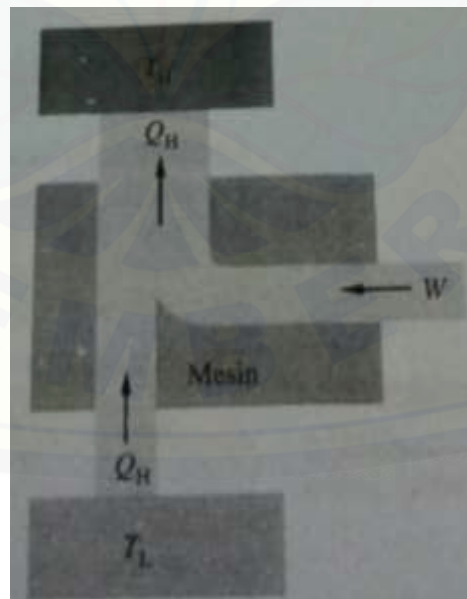
Gambar 2.9 Siklus Carnot

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).

2.4.6 Mesin Pendingin

Prinsip kerja mesin pendingin merupakan kebalikan mesin kalor. Mesin pendingin beroperasi untuk mentransfer kalor keluar dari lingkungan yang hangat. Seperti digambarkan pada Gb. 2.11, dengan melakukan kerja W , kalor diambil dari daerah temperature rendah, T_L (didalam mesin pendingin), dan kalor yang jumlahnya lebih besar dikeluarkan pada temperatur tinggi T_H (ruangan). Mesin pendingin yang sempurna tidak membutuhkan kerja untuk mengambil dari temperatur rendah ke temperatur tinggi tidak mungkin ada. Ini merupakan pernyataan Classius mengenai hukum termodinamika kedua. Kaor tidak mengair secara spontan dari benda yang dingin ke benda yang panas. Untuk melakukan ha seperti itu, harus dilakukan kerja. Dengan demikian, tidak ada mesin pendingin yang sempurna.



Gambar 2.10. Diagram skematik transfer energi untuk mesin pendingin atau lemari es

Koefisien Kerja (KK) mesin pendingin didefinisikan sebagai kalor Q_L , yang diambil dari area dengan temperatur rendah (didalam mesin pendingin) dibagi dengan kerja W yang dilakukan untuk mengeluarkan kalor.

$$KK = \frac{Q_L}{W} \quad (2.17)$$

Hal ini masuk akal karena makin banyak kalor Q_L yang dapat dikeluarkan dari dalam mesin pendingin untu sejumlah kerja tertentu, makin baik(makin efisien) mesin pendingin tersebut. Energi adalah kekal, sehingga dari hukum pertama termodinamika dapat dituliskan $Q_L + W = Q_H$ atau $W = Q_H - Q_L$. Kemudian persamaan menjadi

$$KK = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} \quad (2.18)$$

Untuk mesin pendingin ideal yang terbaik yang bisa didapat adalah

$$KK_{ideal} = \frac{T_L}{T_H - T_L} \quad (2.19)$$

Keterangan :

KK : Koefisien Kerja

Q_L : Kalor pada suhu rendah (Joule)

Q_H : Kalor pada suhu tinggi (Joule)

T_L : Suhu rendah (Kelvin)

T_H : Suhu tinggi(Kelvin)

(Giancoli, 2001:532-534)

2.4.7 Entropi

Hukum II Termodinamika berkaitan dengan fakta bahwa beberapa proses adalah *irreversible*, artinya proses-proses tersebut hanya berlangsung dalam satu arah saja. Semua proses *irreversible* memiliki satu kesamaan, yaitu sistem dan lingkungannya bergerak ke arah keadaan yang lebih tidak teratur (Tipler,1991). Çengel & Boles (2011) menuliskan bahwa Hukum kedua Termodinamika ini dinyatakan secara umum, yaitu dalam besaran yang disebut entropi. Entropi merupakan suatu besaran abstrak, dan sulit untuk memberikan deskripsi dari entropi tanpa mempertimbangkan keadaan mikroskopis dari sistemnya. Sedangkan

Giancoli (2001) menerangkan bahwa Hukum kedua Termodinamika ini dapat dinyatakan dalam entropi sebagai: *Entropi merupakan suatu fungsi keadaan sistem dan dianggap sebagai ukuran keteraturan atau ketidakteraturan sistem. Entropi suatu sistem tertutup tak pernah berkurang. Entropi tersebut hanya bisa tetap atau bertambah.*

Ketika berurusan dengan entropi seperti pada energi potensial yang penting adalah perubahan entropi sepanjang proses bukan jumlah mutlak. Menurut Clausius, perubahan entropi S sebuah sistem, ketika sejumlah kalor Q ditambahkan padanya melalui sebuah proses reversible pada temperatur konstan

$$\Delta S = \frac{Q}{T} \quad (2.20)$$

Keterangan :

ΔS : Perubahan entropi (kal/K)

Q : Kalor (kal)

T : Suhu (Kelvin)

Jika kalor hilang maka Q dalam persamaan ini adalah negatif. Jika temperatur beragam sepanjang proses, penjumlahan kalor yang mengalir selama perubahan seringkali dihitung menggunakan kalkulus atau komputer. Meskipun entropi di satu bagian sistem berkurang, entropi bagian lain meningkat cukup besar; perubahan bersih entropi keseluruhan sistem positif. Entropi bisa tetap sama hanya untuk proses ideal. Untuk semua proses sesungguhnya, perubahan entropi ΔS lebih besar daripada nol.

$$\Delta S > 0 \quad (2.21)$$

Jika sistem tidak terisolasi, maka perubahan entropi sistem, ΔS_s ditambah perubahan entropi lingkungan, ΔS_{env} harus lebih besar daripada atau sama dengan nol.

$$\Delta S = \Delta S_s + \Delta S_{env} > 0 \quad (2.22)$$

Hanya proses ideal yang mempunyai $\Delta S = 0$. Proses sesungguhnya mempunyai $\Delta S > 0$. (Giancoli. 2014:529-530).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Menurut Sugiyono (2012:13) penelitian deskriptif yaitu, penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain. Berdasarkan teori tersebut, penelitian deskriptif kuantitatif, merupakan data yang diperoleh dari sampel populasi penelitian dianalisis sesuai dengan metode statistik yang digunakan. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gambaran nyata mengenai kemampuan multirepresentasi dan representasi guru pada saat mengajar mata pelajaran fisika pokok bahasan termodinamika.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penentuan daerah daerah pada penelitian ini menggunakan *metode purposive sampling area*. Menurut Arikunto (2010:183), *purposive sampling area* merupakan daerah yang sengaja dipilih berdasarkan tujuan dan pertimbangan tertentu, diantaranya adalah keterbatasan waktu, tenaga, dan dana sehingga tidak dapat mengambil sampel yang besar dan jauh. Penelitian ini dilaksanakan di 3 SMA yang ada di kabupaten Lumajang antara lain SMA Negeri Kunir, SMA Negeri Pasirian, dan SMA Negeri Tempeh. Waktu penelitian telah dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2017/2018.

3.3 Penentuan Responden Penelitian

Metode penentuan responden penelitian merupakan suatu cara untuk menentukan individu yang akan dijadikan subjek penelitian. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa dari 3 SMA yang akan diteliti tahun ajaran 2017/2018 semester genap. Sedangkan subjek dalam penelitian ini adalah satu kelas siswa yang mengikuti pelajaran fisika pokok bahasan termodinamika di 3 SMA tersebut.

3.4 Definisi Operasional Variabel

Menurut Sugiyono (2012: 31), definisi operasional adalah penentuan konstruk atau sifat yang akan dipelajari sehingga menjadi variabel yang dapat diukur. Definisi operasional menjelaskan cara tertentu yang digunakan untuk meneliti dan mengoperasikan konstruk, sehingga memungkinkan bagi peneliti yang lain untuk melakukan replikasi pengukuran dengan cara yang sama atau mengembangkan cara pengukuran konstruk yang lebih baik. Definisi operasiobal variabel-variabel daam peneitian ini adalah sebagai berikut.

3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pendekatan multirepresentasi. Pendekatan multirepresentasi sendiri terdiri dari representasi verbal, representasi gambar, representasi matematik dan representasi grafik.

3.4.2 Variabel terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Kemampuan multirepresentasi siswa

1. Untuk mengukur kemampuan representasi verbal menggunakan tes berupa soal pre test dan post test.
2. Untuk mengukur kemampuan representasi gambar menggunakan tes berupa soal pre test dan post test.
3. Untuk mengukur kemampuan representasi matematik menggunakan tes berupa soal pre test dan post test.
4. Untuk mengukur kemampuan representasi gambar menggunakan tes berupa soal pre test dan post test.

b. Representasi guru pada saat mengajar

1. Untuk mengetahui representasi verbal guru pada saat mengajar dengan melakukan observasi di kelas yang akan di lakukan oleh observer.
2. Untuk mengetahui representasi gambar guru pada saat mengajar dengan melakukan observasi di kelas yang akan di lakukan oleh observer.

3. Untuk mengetahui representasi matematik guru pada saat mengajar dengan melakukan observasi di kelas yang akan di lakukan oleh observer.
4. Untuk mengetahui representasi grafik guru pada saat mengajar dengan melakukan observasi di kelas yang akan di lakukan oleh observer.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan kegiatan yang dilakukan secara sistematis untuk mencapai tujuan penelitian. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Kegiatan Pendahuluan

Kegiatan pendahuuan dalam penelitian ini berupa penentuan tempat penelitian, pembuatan surat penelitian, dan mengoordinasikan dengan guru mata pelajaran fisika di tempat penelitian.

2. Pembuatan Instrumen

Intrumen pada penelitian ini berupa soal uraian pada pokok bahasan termodinamika. Instrumen soal berjumlah 5 soal yang dimana 1 soal mencangkup 4 representasi. Tes ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan multirepresentasi yang terdiri dari representasi verbal, representasi gambar, representasi matematik dan representasi grafik. Selain tes tulis juga digunakan angket untuk mengetahui faktor-faktor tinggi rendahnya kemampuan multirepresentasi.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengujikan tes yang telah dibuat. Tes disini terdiri dari soal pre test dan post test. Sedangkan untuk mengetahui representasi guru baik representasi verbal, representasi gambar, representasi matematik dan representasi grafik pada saat mengajar dilakukan dengan cara observasi dikelas oleh observer. Obervasi ini bertujuan untuk apakah guru memunculkan keempat representasi pada saat mengajar.

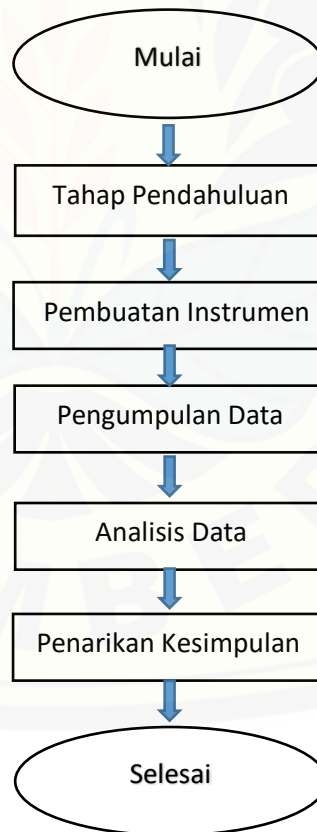
4. Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah hasil tes kepada responden terakumulasi. Analisis data ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan representasi verbal, representasi gambar, representasi matematik dan representasi grafik pada materi termodinamika. Analisis yang dilakukan observer pad saat observasi dilakukan untuk mengetahui representasi guru pada saat mengajar muncul atau tidak.

5. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan.

Berdasarkan rancangan yang telah dibuat, maka bagan alur rancangan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.7 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah suatu usaha sadar untuk mengumpulkan data yang dilakukan secara sistematis, dengan prosedur yang terstandar (Arikunto, 2011: 265). Adapun beberapa metode pengumpulan data yang peneliti gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Tes

Arikunto (2013:193) mendefinisikan bahwa tes adalah serentetan pertanyaan atau latihan yang digunakan untuk mengukur keterampilan, kemampuan, dan pengetahuan yang dimiliki oleh peserta didik. Pada penelitian ini tes yang digunakan adalah tes kemampuan penalaran matematis siswa dalam memecahkan masalah fisika berbentuk soal uraian. Tes ini digunakan untuk mendapatkan data kemampuan multirepresentasi siswa dalam mengerjakan soal fisika pada pokok bahasan materi termodinamika.

b. Observasi

Observasi adalah cara menghimpun bahan-bahan keterangan (data) yang dilakukan dengan mengadakan pengamatan secara sistematis terhadap fenomena-fenomena yang sedang dijadikan sasaran penelitian. Menurut Arikunto (2010:272), pengamatan atau observasi adalah menatap kejadian, gerak atau proses, mencatat dan mengadakan pertimbangan kemudian mengadakan penilaian kedalam suatu skala bertingkat. Jadi observasi adalah cara pengumpulan data yang dilakukan dengan jalan pengamatan dan pencatatan yang dilakukan secara sistematis terhadap fenomena-fenomena yang dijadikan sasaran dalam penelitian. Observasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah proses guru mengajar memunculkan representasi atau tidak. Representasi yang dimaksud ini adalah representasi verbal, representasi gambar, representasi matematik dan representasi grafik.

c. Wawancara

Wawancara adalah dialog yang dilakukan pewawancara untuk memperoleh informasi dari terwawancara. Jadi dapat dikatakan bahwa wawancara adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan

dalam melakukan sebuah penelitian yang dilakukan dengan berdialog langsung (Arikunto, 2011: 104). Hasil wawancara yang telah dilakukan digunakan sebagai data pendukung dalam pembahasan. Data yang diperoleh dari wawancara ini adalah Informasi mengenai tanggapan siswa dalam mengkonfirmasi jawaban pada tes yang telah dilakukan oleh siswa yang berkaitan dengan kemampuan multirepresentasi untuk memecahkan masalah fisika. Wawancara dilakukan pada 2 orang siswa dengan nilai tes tinggi, 2 orang siswa dengan nilai tes sedang, dan 2 orang siswa dengan nilai tes rendah dari seluruh subjek penelitian.

d. Dokumentasi

Metode dokumentasi menurut Arikunto (2011: 231) yaitu mencari data mengenai variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, agenda dan sebagainya. Berdasarkan kedua pendapat para ahli dapat ditarik kesimpulan bahwa pengumpulan data dengan cara dokumentasi merupakan suatu hal dilakukan oleh peneliti guna mengumpulkan data dari berbagai hal media cetak membahas mengenai narasumber yang akan diteliti.

3.8 Teknik Analisis Data

Berdasarkan rumusan masalah dan data yang diperoleh dari penelitian, maka dapat digunakan teknik analisis data pada penelitian ini sebagai berikut.

Untuk mengetahui besar kemampuan multirepresentasi siswa yang terdiri dari representasi verbal, representasi gambar, representasi matematik dan representasi grafik, di uji dengan menggunakan rumus *Normalized Gain*, yaitu:

$$Ng = \frac{S_{post_n} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

(Hake,1999:1)

Keterangan:

Ng = Normalized gain

S_{post_n} = Skor post test yang didapatkan siswa

S_{pre} = Skor pre test yang didapatkan siswa

S_{max} = Skor maksimum (skor maksimum pre test atau skor post test)

Adapun kriteria kemampuan multirepresentasi siswa dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut

3.1 Tabel Kriteria Peningkatan Kemampuan Multirepresentasi Siswa

Interval	Kriteria
$Ng \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq Ng < 0,7$	Sedang
$Ng < 0,3$	Rendah

(Hake,1999:1)

3.2 Tabel Kriteria Kemampuan Representasi Siswa

Data yang digunakan untuk mendeskripsikan kemampuan representasi siswa yaitu representasi verbal, representasi gambar, representasi grafik dan representasi matematik dalam bentuk:

$$\text{nilai (\%)} = \frac{\text{skor yang dijawab benar}}{\text{jumlah skor total}} \times 100\%$$

Nilai (%)	Kategori
81 – 100	Baik sekali
61 – 80	Baik
41 – 60	Cukup
21 – 40	Kurang
0 – 20	Sangat kurang

(Arikumto,2003)

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan didapat kesimpulan tentang penguasaan konsep sains melalui pendekatan multirepresentasi siswa SMAN di Kabupaten Lumajang dalam hal tingkat kemampuan multirepresentasi siswa dan kemampuan multirepresentasi guru pada saat mengajar dalam tiga sekolah sebagai berikut:

- a. Tingkat kemampuan representasi verbal siswa SMAN Tempeh berkategori cukup, siswa SMAN Pasirian berkategori kurang, dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat kurang.
- b. Tingkat kemampuan representasi gambar siswa SMAN Tempeh berkategori sangat kurang, siswa SMAN Pasirian berkategori sangat kurang, dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat kurang.
- c. Tingkat kemampuan representasi matematis siswa SMAN Tempeh berkategori cukup, siswa SMAN Pasirian berkategori kurang, dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat kurang.
- d. Tingkat kemampuan representasi gambar siswa SMAN Tempeh berkategori sangat kurang, siswa SMAN Pasirian berkategori sangat kurang, dan siswa SMAN Kunir berkategori sangat kurang.
- e. Kemampuan representasi verbal guru pada saat mengajar di SMAN Tempeh tidak muncul, SMAN Pasirian tidak muncul dan SMAN Kunir juga tidak muncul.
- f. Kemampuan representasi gambar guru pada saat mengajar di SMAN Tempeh tidak muncul, SMAN Pasirian tidak muncul dan SMAN Kunir juga tidak muncul.
- g. Kemampuan representasi matematis guru pada saat mengajar di SMAN Tempeh muncul, SMAN Pasirian muncul dan SMAN Kunir juga muncul.
- h. Kemampuan representasi grafik guru pada saat mengajar di SMAN Tempeh tidak muncul, SMAN Pasirian tidak muncul dan SMAN Kunir juga tidak muncul.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan yang diperoleh, maka dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut:

- a. Bagi siswa, sebaiknya bukan hanya mempelajari representasi matematis saja melainkan mempelajari keempat representasi yaitu representasi verbal, gambar, matematis dan grafik karena saling berhubungan.
- b. Bagi guru, diharapkan dapat melakukan proses pembelajaran tidak hanya menerangkan representasi matematis saja tetapi representasi verbal, gambar dan grafik harus dimunculkan dalam proses pembelajaran.
- c. Bagi kepala sekolah, dapat digunakan sebagai masukan pemikiran untuk memperbaiki kualitas pembelajaran.
- d. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai referensi untuk menambah pengetahuan dan pengalaman untuk melakukan penelitian sejenis dan pengembangannya serta dapat dijadikan sebagai wacana baru untuk memperkaya bekal menjadi tenaga pendidik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2007. *Fisika dasar Edisi Revisi*. Bandung : ITB
- Agustria, A. 2015. Analisis Kemampuan Representasi siswa dalam Menyelesaikan Soal-soal IPA. Bandung :Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ainsworth, S. 1999. Designing Effective Multirepresentation Learning Enviroment. http://www.psychology.nottingham.ac.uk/staff/sea/tech_58.pdf. [Diakses pada tanggal 15 september 2017].
- Arikunto, S. 2003. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arikunto, S. 2011. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Bunawan, W. *et al.* Penilaian pemahaman representasi grafik materi optika geometri menggunakan tes diagnostik. *Cakrawala Pendidikan*, 34(2):257-267.
- Cengel, Y.A. dan M.A. Boles. 2011. *Thermodynamics: an Engineering Approach*. 8th Edition.
- Collette, A.T. dan E. L. Chiappetta. (1994). *Science Intruction in the Middle and Secondary Schools*. 3rd ed. New York: Merrill.
- Druxes dan Herbert. 1986. *Kompendium Didaktik Fisika*. Bandung: Remaja Karya.
- Fitriyaji. 2016 . *Analisis Kemampuan Representasi Matematis dalam Penyelesaian Soal Materi Segiempat*. Universitas Islam Negeri Walisongo: Semarang.
- Giancoli. 2001. *Fisika. Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Giancoli. 2014. *Fisika. Edisi Ketujuh Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Gumilar. S. 2015. *Analisis Kemampuan Pemahaman Grafik Kinematika Siswa Sekolah Menengah Atas*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa: Banten.

- Goldin, A. (2002). *Representation in Mathematical Learning and Problem Solving*. Dalam English, L.D (Ed) Handbook of International Research in Mathematic Education (pp:197-218). Nahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associated, Inc.
- Halliday. 2010. *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Irwandani. *Multirepresentasi sebagai alternatif pembelajaran dalam fisika*. Program Studi Pendidikan Fisika, IAIN Raden Intan. Lampung.
- Izsak, A. *et al.* 2003. Exploring the use representation as a resource for teaching learning. *Journal School Science and Mathematics*. 103: (1).
- Kuo, E., *et al.* 2013. How students blend conceptual and formal mathematical reasoning in solving physics problems. *Department of Physics and 2 Department of Teaching and 31 Learning*. 97(1): 33-55.
- Larkin, JH, McDermot. 1980. *Ahli dan kinerja pemula dalam pemecahan masalah fisika*. *Science*, 208(4450), 1335-1342.
- Leigh, G. 2004. Developing Multi- representational Problem Solving Skills in Large, Mixed-ability Physics Classes. [http://www.phy.uct.ac.za/people/bufler/ Leigh_MSc.pdf](http://www.phy.uct.ac.za/people/bufler/Leigh_MSc.pdf). [Diakses pada tanggal; 22 Agustus 2017].
- Mahardika, I. K. 2012. *Representasi Mekanika dalam Pembahasan Sebuah Teori dan Hasil Penelitian Pengembangan Bahan Ajar Mekanika*. Jember : UPT Penerbit Unej.
- Mandur, Kanisius. dkk. 2013. “*Kontribusi Kemampuan Koneksi, Kemampuan Representasi, dan Disposisi Matematis terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa SMA Swasta di Kabupaten Manggaran*” (online), (<http://portal.widyamandala.ac.id/jurnal/index.php/jiem/article/view/297>, diakses tanggal 15 April 2018).
- Moran, J. *et al.* 2004. *Termodinamika Teknik. Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Mundilarto. 2010. *Penilaian Hasil Belajar Fisika*. Yogyakarta: P2IS UNY.
- Mundilarto. 2002. *Kapita Selekta Pendidikan Fisika*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Fisika UNY.
- Mustain. L. 2015. *Kemampuan Membaca dan Interpretasi Grafik dan Data Pada Siswa Kelas 8 SMP*. IAIN Syekh Nurjati: Cirebon.

- Nazam S, *et al.* 2012. Investigating students' abilities related to graphing skill. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 46: 2942 – 2946.
- NCTM. 2013. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston. VA NCTM.
- Parmalo. Y. 2016. *Deskripsi Kemampuan Menafsirkan Grrafik Kinematika Siswa Kelas X SMA Negeri 3 Sungai Kakap*. Universitas Tanjung Pura: Pontianak
- Prain, V. and B.G Waldrip. 2007. An exploratory study of teachers's perspectives about using multi-modal representation of concepts to enhance science learning. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology education*.
- Saputri. 2017. *Analisis Kemampuan Representasi Matematis dalam Menyelesaikan Soal Materi Himpunan pada Siswa Kelas VII SMP Negeri Baki*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Sears and Salinger, 1986, *Thermodynamics, Kinetic Theory and Statistical Thermodynamics*, Addison Wesley.
- Sugihartono, dkk. 2007. *Psikologis Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sunarti dan Selly R. 2014. *Penilaian dalam kurikulum 2013*. Yogyakarta : Budi Utama
- Supriyadi. 2010. *Teknologi Pembelajaran Fisika*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sutarto & Indrawati. 2010. *Media Pembelajaran Fisika*. Jember: Universitas Jember.
- Triono, A. 2017. *Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa Kelas VIII SMP Negeri 3 Tangerang Selatan*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah: Jakarta.
- Thompson, J. 2006. *Assesing Mathematical Reasoning; An Action Research Project*. <http://www.msu.edu/thomp603/asses%20reasoning.pdf>. [27 September 2017]
- Tipler, P. 1991. *Fisika untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

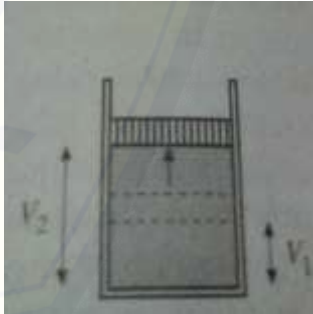
MATRIK PENELITIAN

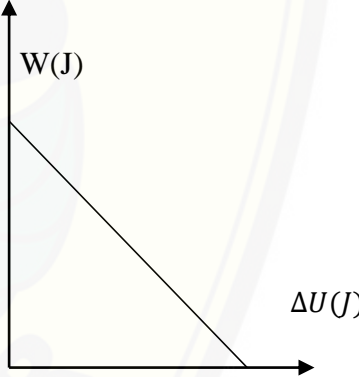
JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	JENIS PENELITIAN	SUMBER DATA	TEKNIK PENGUMPULAN DATA	TEKNIK ANALISIS DATA	ALUR PENELITIAN
Analisis Penguasaan Konsep Fisika Melalui Pendekatan Multirepresentasi Materi Termodinamika pada Pembelajaran di SMA	<p>a. Bagaimana kemampuan representasi verbal siswa pada materi termodinamika di SMA?</p> <p>b. Bagaimana kemampuan representasi gambar siswa pada</p>	<p>1. Jenis penelitian: penelitian deskriptif kualitatif</p> <p>2. daerah penentuan :</p> <p>purposive sampling area</p> <p>3. desain penelitian: pre post</p>	<p>1. Guru</p> <p>2. Siswa</p>	<p>Teknik pengumpulan data sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tes 2. Observasi 3. Wawancara 4. dokumentasi 	<p>a. Untuk mengetahui peningkatan kemampuan multirepresentasi siswa <i>Normalized Gain</i>, yaitu:</p> $Ng = \frac{S_{post_n} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$ <p>b. mengetahui Kemampuan multirepresentasi per indikataor</p>	<p>Alur dalam penelitian ini adalah</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tahap Pendahuluan 2. Pembuatan Instrumen 3. Pengumpulan Data 4. Analisis Data 5. Penarikan Kesimpulan

	<p>materi termodinamika di SMA?</p> <p>c. Bagaimana kemampuan representasi matematik siswa pada materi termodinamika di SMA?</p> <p>d. Bagaimana kemampuan representasi grafik siswa pada materi</p>	<p>test only design</p>			<p>nilai (%)</p> $= \frac{\text{skor yang dijawab be}}{\text{jumlah skor total}} \times 100\%$	
--	--	-------------------------	--	--	--	--

	<p>termodinamika di SMA?</p> <p>e. Bagaimana representasi verbal guru pada saat mengajar?</p> <p>f. Bagaimana representasi gambar guru pada saat mengajar?</p> <p>g. Bagaimana representasi matematik guru pada</p>					
--	---	--	--	--	--	--

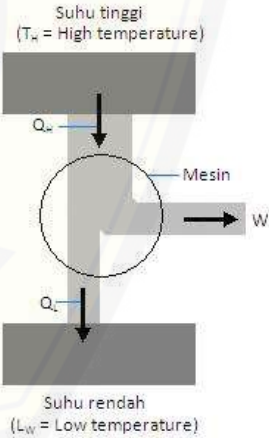
	saat mengajar? h. Bagaimana representasi grafik guru pada saat mengajar?					
--	---	--	--	--	--	--

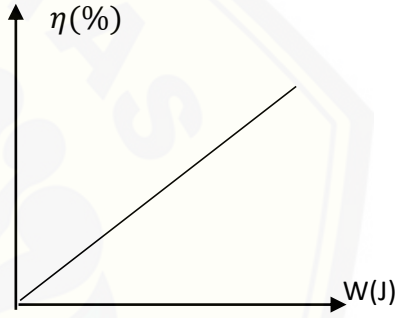
	<p>c. : Mendiagramkan grafik hubungan W terhadap ΔU</p> <p>d : Menjelaskan perubahan energi dalam</p>		<p>a. Perubahan energi dalam (ΔU) pada sistem.</p> <p>b. Gambarkan ilustrasi perubahan energi pada saat sebuah sistem dipanasi.</p> <p>c. Buatlah grafik hubungan W terhadap ΔU</p> <p>d. W (kerja) bernilai positif jika....?</p>	<p>Ditanya: ΔU?</p> <p>Jawab:</p> $\Delta U = Q - W$ $\Delta U = -1500 - 1000$ $\Delta U = -2500 \text{ Joule}$ <p>b. Gambar silinder saat dipanasi</p> 	<p>1</p> <p>2</p> <p>_____</p> <p>Skor maksimum = 5</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p>
--	---	--	--	---	---

				<p>Pada saat sebuah silinder dipanaskan maka volume gas akan mengembang sehingga sistem melakukan usaha (W bernilai positif).</p> <p>c. Grafik W terhadap ΔU</p>  <p>d. W(kerja) akan bernilai positif jika melakukan kerja</p>	<p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p> <p>Benar skor = 5</p>
--	--	--	--	--	--

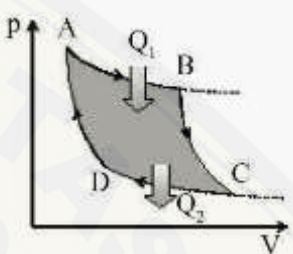
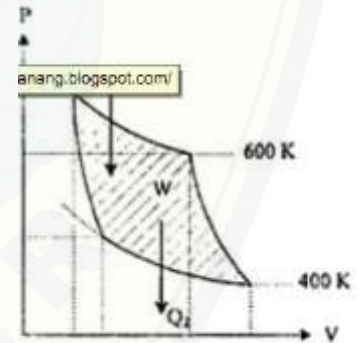
					Salah skor = 0
2	<p>a : Menghitung besar energi dalam</p> <p>b. : Menggambarkan proses adiabatik pada termodinamika</p> <p>c. : Mendiagramkan grafik hubungan P-V pada proses adiabatik</p> <p>d. : Menjelaskan grafik hubungan P-V pada proses adiabatik</p>	<p>a. C3</p> <p>b. C2</p> <p>c. C4</p> <p>d. C1</p>	<p>Suatu sistem mengalami proses adiabatik. Pada sistem dilakukan usaha 100 J. jika perubahan energi dalam usaha adalah ΔU dan kalor yang diserap sistem adalah Q.</p> <p>Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <p>a. Besar ΔU</p> <p>b. Gambarkan suatu sistem mengalami proses pemuaiian adiabatik</p> <p>c. Grafik P-V pada proses adiabatik</p>	<p>a. Diketahui : $W = -100 \text{ J}$</p> <p>Ditanya : ΔU</p> <p>Jawab:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hukum I termodinamika $Q = \Delta U + W$ - Sistem mengalami proes adiabatic $Q = 0$ - Padas sistem dilakukan usaha $W = -100 \text{ J}$ <p>Maka :</p> <p>$Q = \Delta U + W$</p> <p>$0 = \Delta U - 100$</p> <p>$\Delta U = 100 \text{ J}$</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <hr/> <p>Skor maksimum = 5</p>

				<p>c. Grafik P-V pada adiabatik</p> <p>d. Hubungan antara P-V pada proses adiabatik adalah berbanding terbalik. Semakin besar tekanannya maka volumenya semakin kecil.</p>	<p>Benar skor = 5</p> <p>Salah skor = 0</p>
3	<p>a. : Menghitung besar Efsensi mesin kalor</p> <p>b. : Menggambarkan skema transfer energi pada mesin kalor</p> <p>c. : Mendiagramkan grafik hubungan W terhadap η</p> <p>d. : Menjelaskan hubungan W terhadap η</p>	<p>a. C3</p> <p>b. C2</p> <p>c. C4</p> <p>d. C1</p>	<p>Sebuah mesin kalor menghasilkan usaha 4000 J dan membuang kalor sebesar 1000 J.</p> <p>Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <p>a. Besar Efisiensi mesin kalor</p> <p>b. Gambarkan skema untuk transfer energinya</p>	<p>a. Diketahui :</p> <p>$Q_L = 1000 J$</p> <p>$W = 4000 J$</p> <p>Ditanya: η</p> <p>Jawab:</p> <p>$Q_H = W + Q_L$</p> <p>$= 4000 J + 1000 J$</p> <p>$= 5000 J$</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

			<p>c. Grafik hubungan W terhadap η</p> <p>d. Bagaimana hubungan W terhadap η</p>	$\eta = \frac{W}{Q_H} \times 100\%$ $= \frac{4000}{5000} \times 100\%$ $= 80\%$ <p>b. Gambar transfer energi pada mesin kalor</p> 	<p style="text-align: center;">1</p> <hr/> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">Skor maksimum= 5</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p>
--	--	--	--	--	---

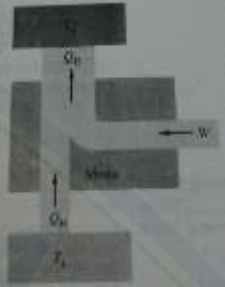
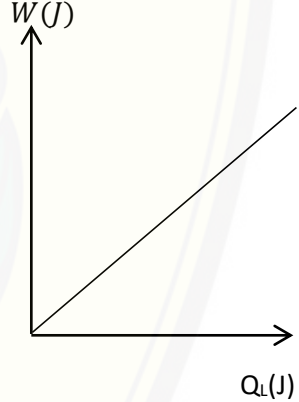
				<p>c. Grafik hubungan W terhadap η pada mesin kalor.</p>  <p>d. Hubungan antara W terhadap η adalah berbanding lurus yaitu semakin besar W maka efisiensi juga semakin besar</p>	<p>Benar dan lengkap skor = 5 Benar tidak lengkap skor = 3 Salah skor = 0</p> <p>Benar skor = 5 Salah skor = 0</p>
4	a : Menghitung bear kalor pada mesin carnot	<p>a. C3 b. C2 c. C4</p>	<p>Pada mesin carnot diketahui reservoir suhu tinggi 600 K dan suhu rendah 400 K. Jika</p>	<p>a. Diketahui : $T_1 = 600 \text{ K}$ $T_2 = 400 \text{ K}$</p>	<p>1 1</p>

	<p>b. : Menggambarkan siklus mesin carnot</p> <p>c. : Mendiagramkan grafik P-V</p> <p>d. : Menjelaskan proses-proses pada mesin carnot</p>	<p>d. C1</p>	<p>usaha yang dilakukan mesin adalah W.</p> <p>Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <p>a. Besar kalor yang dikeluarkan pada suhu rendah</p> <p>b. Gambarkan siklus mesin carnot</p> <p>c. Grafik P-V berdasarkan soal</p> <p>d. Proses apa saja yang terjadi pada mesin carnot?</p>	<p>Ditanya: Q_2</p> <p>Jawab:</p> $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $W = Q_1 - Q_2$ $W = \Delta T$ $\Delta T = 200 K$ $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{200}{400}$ $\frac{200}{Q_2} = \frac{200}{400}$ $Q_2 = 400K$ <p>b. Gambar siklus pada mesin carnot</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p><u>skor maksimum = 5</u></p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p>
--	--	--------------	---	---	--

				 <p>c. Grafik P-V berdasarkan soal.</p> 	<p>Salah skor = 0</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p>
--	--	--	--	---	---

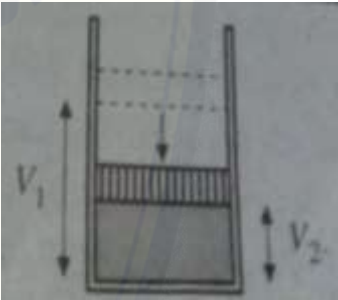
				<p>d. Proses yang terjadi pada siklus mesin carnot.</p> <p>A-B = pemuaiian isothermal (volume gas bertambah, suhu gas tetap)</p> <p>B-C = pemuaiian adiabatiss (volume gas bertambah, suhu gas turun)</p> <p>C-D = pemampatan isothermal (volume gas berkurang, suhu gas tetap)</p> <p>D-A = pemampatan adiabatiss (volume gas berkurang, suhu gas naik)</p>	<p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p>
5	a : Menghitung besar Koefisien perfomansi mesin	<p>a. C3</p> <p>b. C2</p> <p>c. C4</p> <p>d. C1</p>	<p>Sebuah mesin pendingin memiliki reservoir suhu rendah sebesar -15°C. Jika selisih antara reservoir suhu</p>	<p>a. Diketahui :</p> $T_r = -15^{\circ}\text{C} = (-15 + 273)\text{K}$ $= 258\text{K}$	<p>1</p> <p>1</p>

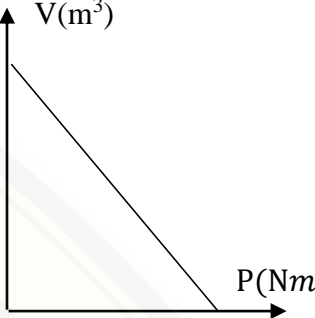
	<p>b : Menggambarkan transfer energi pada mesin pendingin</p> <p>c : Mendiagramkan r grafik hubungan Q_L terhadap W</p> <p>d : Menjelaskan hubungan Q_L terhadap W</p>		<p>tinggi dan suhu rendah sebesar 40°C.</p> <p>Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <p>a. Koefisien perfomansi mesin</p> <p>b. Gambarkan transfer energi pada mesin pendingin</p> <p>c. Grafik hubungan Q_L terhadap W</p> <p>d. Bagaimana hubungan Q_L terhadap W</p>	<p>$T_t - T_r = 40^{\circ}\text{C}$</p> <p>$= (40 + 273)\text{K}$</p> <p>$= 313\text{K}$</p> <p>Ditanya : c_p</p> <p>Jawab:</p> $c_p = \frac{T_r}{T_t - T_r}$ $= \frac{258}{313}$ $= 6,45$ <p>b. Gambar transfer energi pada mesin pendingin.</p>	<p>2</p> <p>1</p> <hr/> <p>Skor maksimum = 5</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p>
--	--	--	---	---	--

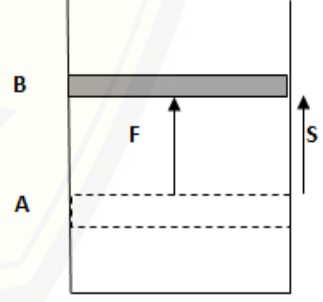
				 <p>c. Grafik Q_L terhadap W</p>  <p>d. Hubungan antara Q_L terhadap W adalah berbanding lurus. Semakin besar Q_L maka semakin besar W.</p>	<p>Salah skor = 0</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p> <p>Benar skor = 5</p> <p>Salah = 0</p>
--	--	--	--	--	--

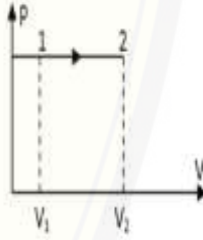
Soal post test

No	Indikator	Indikator	Soal	Pembahasan	Skor
1	<p>a. : Menghitung besar perubahan energi dalam</p> <p>b. : Menggambarkan piston pada saat ditakn</p> <p>c. : Mendiagramkan hubungan P-V</p>	<p>a. C3</p> <p>b. C2</p> <p>c. C4</p> <p>d. C1</p>	<p>Sejumlah kalor yang sama dengan 2500 J ditambah ke sistem, dan dilakukan kerja 1800 J pada sistem. Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <p>a. Perubahan energi pada sistem.</p> <p>b. Gambar ilustrasi sebuah piston ditekan dari luar (V berkurang)</p>	<p>a. Diketahui:</p> <p>$Q = 2500 J$</p> <p>$W = -1800 J$</p> <p>Ditanya: ΔU</p> <p>Jawab :</p> <p>$\Delta U = Q - W$</p> <p>$\Delta U = 2500 J - (-1800J)$</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <hr/> <p>2</p>

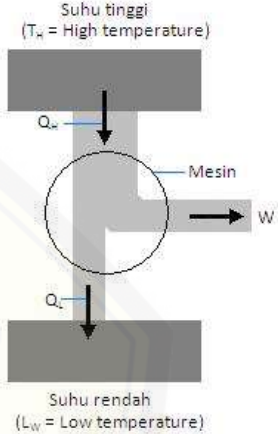
	<p>d : Menjelaskan hubungan P-V</p>		<p>c. Grafik hubungan P-V berdasarkan gambar yang dibuat</p> <p>d. Hubungan P-V berdasarkan gambar yang telah anda buat pada soal b.</p>	<p>$\Delta U = 4300 J$</p> <p>b. Gambar sebuah piston ditekan dari luar (V berkurang)</p>  <p>c. Grafik hubungan P-V berdasarkan gambar yang telah dibuat.</p>	<p>Skor maksimum = 5</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p>
--	-------------------------------------	--	--	--	--

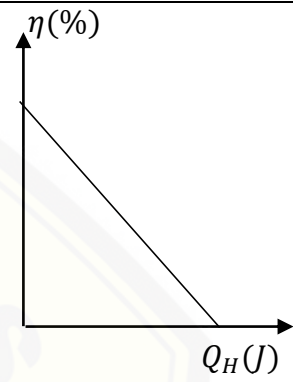
				 <p>d. Pada saat ditekan dari luar maka volume akan berkurang sehingga semakin besar tekanannya maka volume semakin kecil.</p>	<p>Benar = 5 Salah = 0</p>
2	a : Menghitung besar tekanan pada proses isobaric	<p>a. C3 b. C2 c. C4 d. C1</p>	<p>Sebuah gas volumenya $0,5 \text{ m}^3$ perlahan-lahan dipanaskan pada tekanan tetap hingga volumenya menjadi 2m^3. Jika usaha luar tersebut $3 \times 10^5 \text{ J}$.</p>	<p>a. Diketahui : $W = 3 \times 10^5 \text{ J}$ $V_1 = 0,5\text{m}^3$ $V_2 = 2\text{m}^3$ Ditanya :W</p>	<p>1 1 1</p>

	<p>b : Menggambarkan sebuah gas dipanaskan pada tekanan tetap</p> <p>c : Mendiagramkan hubungan P-V isobarik</p> <p>d : Menjelaskan proses isobaric</p>		<p>Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <ol style="list-style-type: none"> Tekanan gas pada proses isobarik Gambarkan sebuah gas dipanaskan pada tekanan tetap Grafik P-V pada proses isobarik Apa yang dimaksud proses isobarik? 	<p>Jawab:</p> $W = P(V_2 - V_1)$ $3 \times 10^5 J = P(2 - 0,5)$ $P = \frac{3 \times 10^5}{1,5}$ $P = 2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ <p>b. Gambar sebuah gas dipanaskan pada tekanan tetap</p> 	<p style="text-align: center;">1</p> <hr/> <p style="text-align: center;">1</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Skor maksimum = 5</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5 Benar tidak lengkap skor = 3 Salah skor = 0</p>
--	---	--	---	---	--

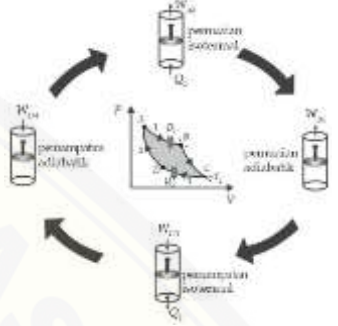
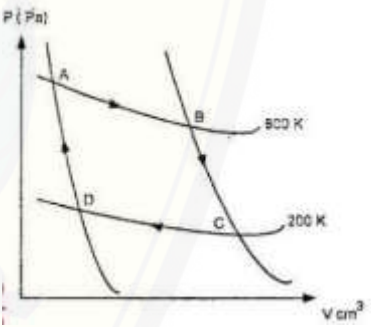
				<p>c. Grafik P-V pada proses isobarik</p> 	<p>Benar dan lengkap skor = 5 Benar tidak lengkap skor = 3 Salah skor = 0</p>
				<p>d. Proses isobarik adalah proses perubahan keadaan gas pada tekanan tetap.</p>	<p>Benar skor = 5 Salah skor = 0</p>

3	<p>a : Menghitung besar efisiensi mesin kalor</p> <p>b : Menggambarkan transfer energi pada mesin kalor</p> <p>c : Mendiagramkan grafik hubungan kalor yang diserap(Q_H) terhadap e (efisiensi)</p> <p>d : Menjelaskan hubungan kalor yang diserap(Q_H) terhadap e (efisiensi)</p>	<p>a. C3</p> <p>b. C2</p> <p>c. C4</p> <p>d. C1</p>	<p>Sebuah mesin kalor menyerap panas sebesar 6000 J dari sebuah reservoir suhu tinggi dan membuang kalor sebesar 2000 J pada reservoir suhu rendah.</p> <p>Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <p>a. Efisiensi mesin kalornya</p> <p>b. Gambar transfer energi pada mesin kalor</p> <p>c. Grafik hubungan kalor yang diserap(Q_H) terhadap e (efisiensi)</p> <p>d. Hubungan kalor yang diserap(Q_H) terhadap e (efisiensi)</p>	<p>a. Diketahui:</p> $Q_H = 6000J$ $Q_L = 2000J$ $W = Q_H - Q_L = 4000 J$ <p>Ditanya: η</p> <p>Jawab :</p> $\eta = \frac{W}{Q_H} \times 100\%$ $= \frac{4000}{6000} \times 100\%$ $= 67\%$ <p>b. Gambar transfer energi pada mesin kalornya</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <hr/> <p>Skor maksimum = 5</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p>
---	--	---	---	---	---

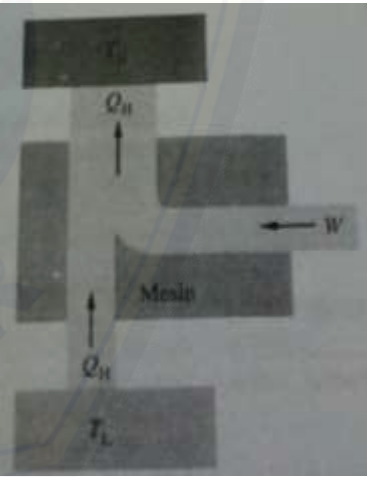
				 <p>c. Grafik Q_H terhadap besar efisiensi</p>	<p>Benar tidak lengkap skor = 3 Salah skor = 0</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5 Benar tidak lengkap skor = 3 Salah skor = 0</p>
--	--	--	--	--	--

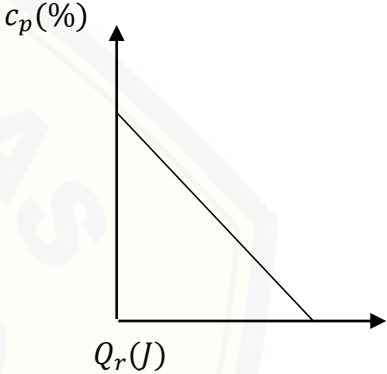
				 <p>d. Hubungan antara Q_H terhadap besar efisiensi adalah berbanding terbalik. Semakin besar Q_H maka besar efisiensinya semakin kecil</p>	<p>Benar skor = 5</p> <p>Salah skor = 0</p>
4	<p>a : Menghitung besar usaha pada mesin carnot</p> <p>b : Menggambarkan siklus mesin carnot</p>	<p>a. C3</p> <p>b. C2</p> <p>c. C4</p> <p>d. C1</p>	<p>Sebuah mesin carnot memiliki suhu tertinggi sebesar 800 K, Sedangkan suhu rendahnya sebesar 300 K. Jika kalor yang diserap sebesar 800 J.</p>	<p>a. Diketahui :</p> <p>$T_1 = 800 K$</p> <p>$T_2 = 300 K$</p> <p>$Q_1 = 800 J$</p> <p>Ditanya : W</p> <p>Jawab:</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>

	<p>c : Mendiagramkan grafik hubungan P-V</p> <p>d : Menjelaskan proses-proses pada mesin carnot</p>		<p>Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <p>a. Usaha yang dilakukan sistem</p> <p>b. Gambarkan siklus pada mesin carnot</p> <p>c. Grafik P-V berdasarkan pada soal</p> <p>d. Proses apa saja yang terjadi pada mesin carnot</p>	$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $W = Q_1 - Q_2$ $W = \Delta T$ $\Delta T = 500 K$ $\frac{Q_1}{W} = \frac{800}{600}$ $\frac{800}{W} = \frac{800}{600}$ $W = 600J$ <p>b. Gambar siklus pada mesin carnot</p>	<p style="text-align: center;">1</p> <hr/> <p>Skor maksimum = 5</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p>
--	---	--	--	--	---

				 <p>c. Grafik P-V berdasarkan pada soal</p>  <p>d. Proses-proses pada mesin carnot</p>	<p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p>
--	--	--	--	---	---

				<p>A-B = pemuaian isothermal (volume gas bertambah, suhu gas tetap)</p> <p>B-C = pemuaian adiabatik (volume gas bertambah, suhu gas turun)</p> <p>C-D = pemampatan isothermal (volume gas berkurang, suhu gas tetap)</p> <p>D-A = pemampatan adiabatik (volume gas berkurang, suhu gas naik)</p>	<p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah = 0</p>
5	a : Menghitung besar usaha pada mesin pendingin	Menganalisis kemampuan multirepresentasi siswa pada	Sebuah kukas memiliki suhu rendah 13°C dan suhu tinggi 27°C. Jika kalor yang dipindahkan dari reservoir suhu rendah adalah 1300 joule.	<p>a. Diketahui :</p> $T_r = -13^\circ\text{C} = 260\text{K}$ $T_t = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$ $Q_r = 1300\text{ J}$ <p>Ditanya : W</p> <p>Jawab:</p>	<p>1</p> <p>1</p>

<p>b : Menggambarkan transfer energy pada mesin pendingin</p> <p>c : Mendiagramkan grafik hubungan Q_r terhadap C_p</p> <p>d : Menjelaskan hubungan Q_r terhadap C_p</p>	<p>sub mesin pendingin</p>	<p>Jawablah pertanyaan dibawah ini:</p> <ol style="list-style-type: none"> Usaha yang diperlukan kulkas Gambar transfer energi pada mesin pendingin Grafik Q_r terhadap C_p Hubungan Q_r terhadap C_p 	$c_p = \frac{Q_r}{W}$ $\frac{T_r}{T_t - T_r} = \frac{Q_r}{W}$ $\frac{260}{300 - 260} = \frac{1300}{W}$ $W = 200 J$ <p>b. Gambar transfer energi pada mesin pendingin</p> 	<p>1</p> <hr/> <p>2</p> <p>Skor maksimum = 5</p> <p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p>
--	----------------------------	---	---	--

				<p>c. Grafik hubungan Q_r terhadap c_p sebagai berikut</p>  <p>d. Hubungan antara Q_r terhadap besar c_p adalah berbanding terbalik. Semakin besar Q_r maka besar c_p semakin kecil.</p>	<p>Benar dan lengkap skor = 5</p> <p>Benar tidak lengkap skor = 3</p> <p>Salah skor = 0</p> <p>Benar skor = 5</p> <p>Salah skor = 0</p>
--	--	--	--	---	--

LAMPIRAN C. NASKAH TES SOAL**TES KEMAMPUAN MULTIREPRESENTASI**

Sekolah :
Mata pelajaran : Fisika
Materi : Termodinamika
Kelas : XI
Waktu :

PETUNJUK Pengerjaan

1. Tuliskan nama dan kelas Anda pada kotak yang tersedia
2. Kerjakan soal sesuai dengan instruksi pengawas
3. Bacalah soal dengan baik
4. Kerjakan secara individu dan tanyakan pada guru pengawas jika terdapat soal yang belum jelas

1. Jika kalor sebanyak 1500 joule meninggalkan sistem dan sistem melakukan kerja 1000 Joule.

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

- a. Perubahan energi dalam (ΔU) pada sistem.
 - b. Gambarkan ilustrasi perubahan energi pada saat sebuah silinder dipanasi.
 - c. Buatlah grafik hubungan W terhadap ΔU ,
 - d. W (Kerja) akan bernilai positif jika..?
2. Suatu sistem mengalami proses adiabatik. Pada sistem dilakukan usaha 100 J. jika perubahan energi dalam usaha adalah ΔU dan kalor yang diserap sistem adalah Q .

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

- a. Besar ΔU
 - b. Gambarkan suatu sistem mengalami proses pemuaiian adiabatik
 - c. Grafik P-V pada proses adiabatik
 - d. Bagaimana hubungan P-V pada proses adiabatik
3. Sebuah mesin kalor menghasilkan usaha 4000 J dan membuang kalor sebesar 1000 J.

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

- a. Besar Efisiensi mesin kalor
 - b. Gambarkan skema untuk transfer energinya
 - c. Grafik hubungan W terhadap η
 - d. Bagaimana hubungan W terhadap η
4. ada mesin carnot diketahui reservoir suhu tinggi 600 K dan suhu rendah 400 K. Jika usaha yang dilakukan mesin adalah W.

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

- a. Besar kalor yang dikeluarkan pada suhu rendah
 - b. Gambarkan siklus mesin carnot
 - c. Grafik P-V berdasarkan soal
 - d. Proses apa saja yang terjadi pada mesin carnot
5. Sebuah mesin pendingin memiliki reservoir suhu rendah sebesar -15°C . Jika selisih antara reservoir suhu tinggi dan suhu rendah sebesar 40°C . Jawablah pertanyaan dibawah ini:
- a. Koefisien perfomansi mesin
 - b. Gambarkan transfer energi pada mesin pendingin
 - c. Grafik hubungan Q_L terhadap W
 - d. Bagaimana hubungan Q_L terhadap W

TES KEMAMPUAN MULTIREPRESENTASI

Sekolah :
Mata pelajaran : Fisika
Materi : Termodinamika
Kelas : XI
Waktu :

PETUNJUK Pengerjaan

1. Tuliskan nama dan kelas Anda pada kotak yang tersedia
 2. Kerjakan soal sesuai dengan instruksi pengawas
 3. Bacalah soal dengan baik
 4. Kerjakan secara individu dan tanyakan pada guru pengawas jika terdapat soal yang belum jelas
-
1. Sejumlah kalor yang sama dengan 2500 J ditambah ke sistem, dan dilakukan kerja 1800 J pada sistem.
Jawablah pertanyaan dibawah ini:
 - a. Perubahan energi pada sistem.
 - b. Gambar ilustrasi sebuah piston ditekan dari luar (V berkurang)
 - c. Grafik hubungan P-V berdasarkan gambar yang dibuat
 - d. Hubungan P-V berdasarkan gambar yang telah anda buat pada soal b.
 2. Sebuah gas volumenya $0,5 \text{ m}^3$ perlahan-lahan dipanaskan pada tekanan tetap hingga volumenya menjadi 2m^3 . Jika usaha luar tersebut $3 \times 10^5 \text{ J}$.
Jawablah pertanyaan dibawah ini:
 - a. Tekanan gas pada proses isobarik
 - b. Gambarkan sebuah gas dipanaskan pada tekanan tetap
 - c. Grafik P-V pada proses isobarik
 - d. Apa yang dimaksud proses isobarik?

3. Sebuah mesin kalor menyerap panas sebesar 6000 J dari sebuah reservoir suhu tinggi dan membuang kalor sebesar 2000 J pada reservoir suhu rendah.

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

- Efisiensi mesin kalornya
 - Gambar transfer energi pada mesin kalor
 - Grafik kalor yang diserap (Q_H) terhadap e (efisiensi)
 - Hubungan kalor yang diserap (Q_H) terhadap e (efisiensi)
4. Sebuah mesin carnot memiliki suhu tertinggi sebesar 800 K, Sedangkan suhu rendahnya sebesar 300 K. Jika kalor yang diserap sebesar 800 J.

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

- Usaha yang dilakukan sistem
 - Gambarkan siklus pada mesin carnot
 - Grafik P-V berdasarkan pada soal
 - Proses apa saja yang terjadi pada mesin carnot
5. Sebuah kukas memilki suhu rendah 13°C dan suhu tinggi 27°C . Jika kalor yang dipindahkan dari reservoir suhu rendah adalah 1300 joule.

Jawablah pertanyaan dibawah ini:

- Usaha yang diperlukan kulkas
- Gambar transfer energi pada mesin pendingin
- Grafik Q terhadap C_p
- Hubungan Q_r terhadap C_p

**LAMPIRAN D. DAFTAR NILAI PRE TEST SISWA SMA DI
KABUPATEN LUMAJANG**

No	SMAN Tempeh		SMAN Pasirian		SMAN Kunir	
	Nama	Nilai Total	Nama	Nilai Total	Nama	Nilai Total
1	ACF	9	AS	7	AFN	27
2	ALH	14	AA	9	AF	13
3	AY	15	AD	13	AV	11
4	BPS	9	AR	19	AA	16
5	CTA	18	AS	12	AD	13
6	DA	5	AW	14	AF	17
7	DI	13	AR	23	BH	14
8	DJ	18	BS	6	BY	14
9	FNY	4	BF	32	DA	23
10	FNA	5	DR	16	DM	9
11	FFA	24	DRS	14	DF	34
12	LAF	22	DRF	16	EA	8
13	LDG	3	FF	14	FA	10
14	MA	10	FI	11	FAP	16
15	MFA	4	FI	12	GA	15
16	ND	18	IF	16	HB	20
17	NT	11	IP	22	IP	22
18	NEP	16	ID	12	IYY	25
19	NF	9	MB	15	MI	10
20	PEQ	12	MI	2	MM	22
21	PN	26	MN	14	MM	12
22	RAF	22	MR	20	MA	20
23	RZZ	10	MS	10	NM	23
24	RVL	18	NA	18	NF	20
25	SP	17	RW	15	RW	15
26	SS	6	PD	20	RA	13
27	SVF	3	PE	24	RD	9
28	SNO	15	RP	23	RM	20
29	TFV	3	TD	5	RA	19
30	VA	5	WF	4	RK	12
31	WPD	2	YY	9	SH	5
32	YMR	10			SA	27
33	AN	12			SE	20

34					SM	16
35					ZK	8
36					ZQ	22



**LAMPIRAN E. DAFTAR NILAI POST TEST SISWA SMA DI
KABUPATEN LUMAJANG**

No	SMAN Tempeh		SMAN Pasirian		SMAN Kunir	
	Nama	Nilai Total	Nama	Nilai Total	Nama	Nilai Total
1	ACF	39	AS	6	AFN	22
2	ALH	66	AA	25	AF	24
3	AY	39	AD	49	AV	20
4	BPS	31	AR	25	AA	30
5	CTA	28	AS	43	AD	19
6	DA	31	AW	43	AF	17
7	DI	63	AR	18	BH	23
8	DJ	20	BS	32	BY	15
9	FNY	31	BF	54	DA	26
10	FNA	34	DR	11	DM	34
11	FFA	40	DRS	48	DF	29
12	LAF	56	DRF	30	EA	19
13	LDG	57	FF	18	FA	26
14	MA	53	FI	37	FAP	26
15	MFA	52	FI	12	GA	16
16	ND	34	IF	25	HB	29
17	NT	36	IP	21	IP	16
18	NEP	38	ID	45	IYY	40
19	NF	47	MB	14	MI	17
20	PEQ	24	MI	18	MM	18
21	PN	52	MN	4	MM	21
22	RAF	41	MR	25	MA	26
23	RZZ	47	MS	23	NM	23
24	RVL	45	NA	19	NF	40
25	SP	51	RW	10	RW	24
26	SS	26	PD	27	RA	22
27	SVF	22	PE	25	RD	25
28	SNO	56	RP	24	RM	26
29	TFV	56	TD	1	RA	31
30	VA	38	WF	19	RK	24
31	WPD	31	YY	31	SH	10
32	YMR	40			SA	17

33	AN	39			SE	25
34					SM	20
35					ZK	30
36					ZQ	20



LAMPIRAN F.1 PERSENTASE KEMAMPUAN VERBAL SISWA SMA DI KABUPATEN LUMAJANG

No	SMAN Tempeh			SMAN Pasirian			SMAN Kunir		
	Nama	Nilai Total	Persentase(%)	Nama	Nilai Total	Persentase(%)	Nama	Nilai Total	Persentase(%)
1	ACF	15	60%	AS	0	0%	AFN	5	20%
2	ALH	15	60%	AA	12	48%	AF	1	4%
3	AY	10	40%	AD	10	40%	AV	6	24%
4	BPS	13	52%	AR	7	28%	AA	5	20%
5	CTA	5	20%	AS	15	60%	AD	5	20%
6	DA	9	36%	AW	15	60%	AF	5	20%
7	DI	20	80%	ARS	0	0%	BH	5	20%
8	DJ	5	20%	BS	6	24%	BY	0	0%
9	FNY	10	40%	BF	17	68%	DA	10	40%
10	FNA	10	40%	DR	1	4%	DM	5	20%
11	FFA	5	20%	DRS	10	40%	DF	5	20%
12	LAF	15	60%	EA	7	28%	EA	5	20%
13	LDG	23	92%	FF	12	48%	FA	8	32%
14	MA	15	60%	FI	13	52%	FAP	5	20%
15	MFA	15	60%	F	0	0%	GA	10	40%
16	ND	15	60%	IM	7	28%	HB	11	44%
17	NT	10	40%	IN	6	24%	IP	0	0%
18	NEP	5	20%	ID	15	60%	IYY	15	60%
19	NF	5	20%	MB	4	16%	MI	5	20%

20	PEQ	5	28%	MI	8	32%	MM	5	20%
21	PN	15	60%	MN	2	8%	MM	5	20%
22	RAF	15	60%	MR	9	36%	MA	5	20%
23	RZZ	5	20%	MS	12	48%	NM	5	20%
24	RVL	10	40%	NA	4	16%	NF	12	60%
25	SP	15	60%	ND	4	16%	RW	5	20%
26	SS	5	20%	PD	7	28%	RA	10	40%
27	SVF	5	20%	PE	10	40%	RD	5	20%
28	SNO	10	40%	RP	2	8%	RM	5	20%
29	TFV	10	40%	TD	0	0%	RA	3	12%
30	VA	10	40%	WF	1	4%	RK	5	20%
31	WPD	5	20%	YY	11	44%	SH	5	20%
32	YMR	15	60%				SA	0	0%
33	AN	15	60%				SE	5	20%
34							SM	5	20%
35							ZK	5	20%
36							ZQ	5	20%

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Tempeh
Jumlah Siswa = 33
a. Sangat baik

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Pasirian
Jumlah Siswa = 31
a. Sangat baik

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Kunir
Jumlah Siswa = 36
a. Sangat baik

81-100 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{1}{33} \times 100\% \\ = 3,03\%$$

b. Baik

61-80 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{1}{33} \times 100\% \\ = 3,03$$

c. Cukup

41-60 = 12 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{12}{33} \times 100\% \\ = 36,36\%$$

d. Kurang

21-40 = 10 Siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{10}{33} \times 100\% \\ = 30,30\%$$

81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{0}{31} \times 100\% \\ = 0\%$$

b. Baik

61-80 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{1}{31} \times 100\% \\ = 3,23\%$$

c. Cukup

41-60 = 8 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{8}{31} \times 100\% \\ = 25,81\%$$

d. Kurang

21-40 = 11 Siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{11}{31} \times 100\% \\ = 35,48\%$$

81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{0}{36} \times 100\% \\ = 0\%$$

b. Baik

61-80 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{0}{36} \times 100\% \\ = 0\%$$

c. Cukup

41-60 = 3 Siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{3}{36} \times 100\% \\ = 8,33\%$$

d. Kurang

21-40 = 5 Siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{5}{36} \times 100\% \\ = 13,89\%$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 9 siswa

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{9}{33} \times 100\% \\ &= 27,27\% \end{aligned}$$

e. Sangat Kurang

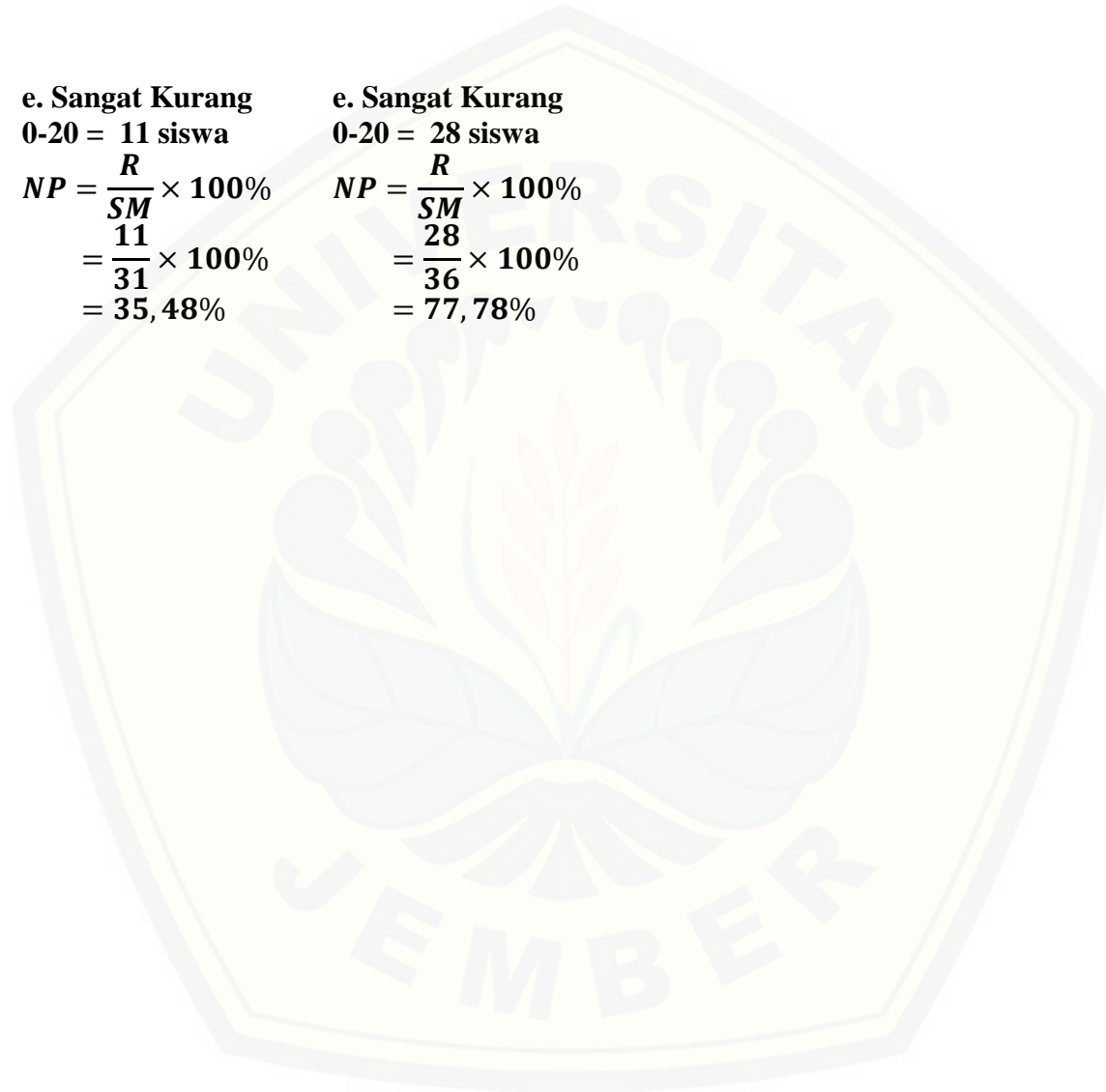
0-20 = 11 siswa

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{11}{31} \times 100\% \\ &= 35,48\% \end{aligned}$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 28 siswa

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{28}{36} \times 100\% \\ &= 77,78\% \end{aligned}$$



LAMPIRAN F.2 PERSENTASE KEMAMPUAN GAMBAR SISWA SMA DI SMA KABUPATEN LUMAJANG

No	SMAN Tempeh			SMAN Pasirian			SMAN Kunir		
	Nama	Nilai Total	Persentase(%)	Nama	Nilai Total	Persentase(%)	Nama	Nilai Total	Persentase(%)
1	ACF	3	12%	AS	0	0%	AFN	13	52%
2	ALH	15	60%	AA	2	8%	AF	12	48%
3	AY	8	40%	AD	8	32%	AV	5	20%
4	BPS	0	0%	AR	0	0%	AA	13	52%
5	CTA	5	20%	AS	9	36%	AD	4	16%
6	DA	5	20%	AW	10	40%	AF	3	12%
7	DI	15	60%	ARS	3	12%	BH	10	40%
8	DJ	0	0%	BS	6	48%	BY	6	24%
9	FNY	6	24%	BF	15	60%	DA	15	60%
10	FNA	10	40%	DR	3	12%	DM	8	40%
11	FFA	9	36%	DRS	17	68%	DF	13	52%
12	LAF	16	64%	EA	0	0%	EA	10	40%
13	LDG	11	44%	FF	0	0%	FA	3	12%
14	MA	13	52%	FI	4	16%	FAP	10	40%
15	MFA	8	32%	F	12	12%	GA	0	0%
16	ND	0	0%	IM	6	24%	HB	13	52%
17	NT	6	24%	IN	4	16%	IP	15	60%
18	NEP	9	36%	ID	10	40%	IYY	10	40%
19	NF	16	64%	MB	0	0%	MI	8	32%

20	PEQ	0	0%	MI	3	12%	MM	9	36%
21	PN	11	44%	MN	0	0%	MM	11	44%
22	RAF	5	20%	MR	0	0%	MA	15	60%
23	RZZ	18	72%	MS	3	12%	NM	10	40%
24	RVL	15	60%	NA	2	8%	NF	10	40%
25	SP	11	44%	ND	0	0%	RW	15	60%
26	SS	0	0%	PD	1	4%	RA	5	20%
27	SVF	0	0%	PE	3	12%	RD	10	40%
28	SNO	15	60%	RP	3	12%	RM	16	64%
29	TFV	15	60%	TD	0	0%	RA	15	60%
30	VA	17	68%	WF	2	8%	RK	15	60%
31	WPD	6	24%	YY	1	4%	SH	0	0%
32	YMR	5	20%				SA	15	60%
33	AN	10	40%				SE	10	40%
34							SM	10	40%
35							ZK	10	40%
36							ZQ	10	40%

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Tempeh
Jumlah Siswa = 33
a. Sangat baik
81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Pasirian
Jumlah Siswa = 31
a. Sangat baik
81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Pasirian
Jumlah Siswa = 36
a. Sangat baik
81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{33} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

b. Baik

61-80 = 3 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{3}{33} \times 100\%$$

$$= 9,09\%$$

c. Cukup

41-60 = 9 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{9}{33} \times 100\%$$

$$= 27,27\%$$

d. Kurang

21-40 = 8 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{8}{33} \times 100\%$$

$$= 24,24\%$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 13 siswa

$$= \frac{0}{31} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

b. Baik

61-80 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{31} \times 100\%$$

$$= 3,23\%$$

c. Cukup

41-60 = 2 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{2}{31} \times 100\%$$

$$= 6,45\%$$

d. Kurang

21-40 = 5 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{5}{31} \times 100\%$$

$$= 16,13\%$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 23 siswa

$$= \frac{0}{36} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

b. Baik

61-80 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{36} \times 100\%$$

$$= 2,78\%$$

c. Cukup

41-60 = 4 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{4}{36} \times 100\%$$

$$= 11,11\%$$

d. Kurang

21-40 = 11 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{36} \times 100\%$$

$$= 30,55\%$$

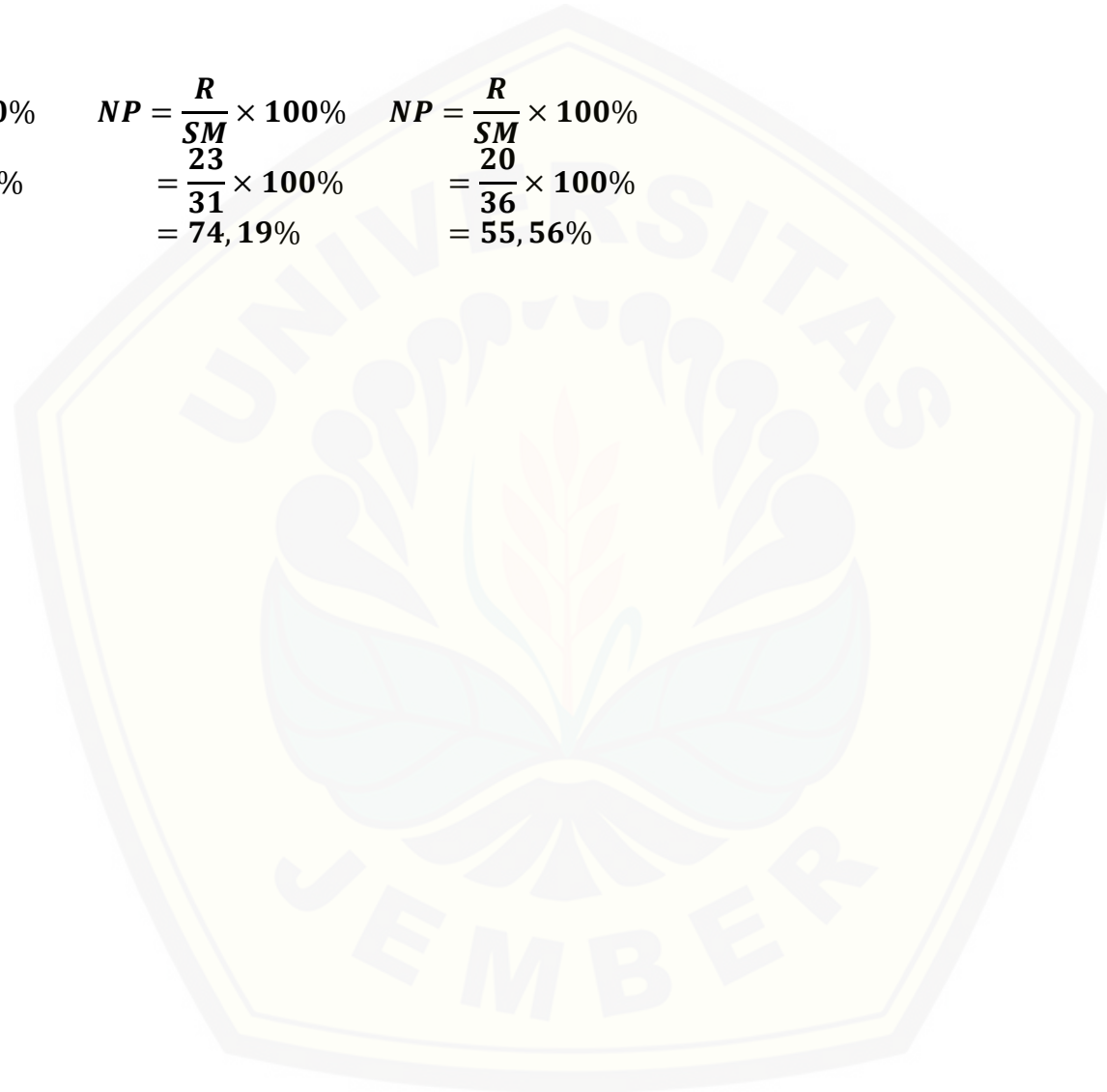
e. Sangat Kurang

0-20 = 20 siswa

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{13}{33} \times 100\% \\ &= 39,40\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{23}{31} \times 100\% \\ &= 74,19\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{20}{36} \times 100\% \\ &= 55,56\% \end{aligned}$$



LAMPIRAN F.3 PERSENTASE KEMAMPUAN MATEMATIS SISWA SMA DI SMA KABUPATEN LUMAJANG

No	SMAN Tempeh			SMAN Pasirian			SMAN Kunir		
	Nama	Nilai Total	Persentase (%)	Nama	Nilai Total	Persentase(%)	Nama	Nilai Total	Persentase(%)
1	ACF	18	72%	AS	0	0%	AFN	4	16%
2	ALH	21	84%	AA	6	24%	AF	5	20%
3	AY	14	56%	AD	15	60%	AV	8	32%
4	BPS	20	60%	AR	16	64%	AA	7	28%
5	CTA	20	60%	AS	14	56%	AD	7	28%
6	DA	13	52%	AW	18	72%	AF	9	36%
7	DI	21	84%	ARS	12	48%	BH	3	12%
8	DJ	12	48%	BS	10	40%	BY	9	36%
9	FNY	15	60%	BF	16	64%	DA	1	4%
10	FNA	11	44%	DR	7	28%	DM	14	56%
11	FFA	19	76%	DRS	16	64%	DF	16	64%
12	LAF	17	68%	EA	17	68%	EA	1	4%
13	LDG	21	84%	FF	0	0%	FA	14	56%
14	MA	21	84%	FI	16	64%	FAP	6	24%
15	MFA	21	84%	F	9	36%	GA	1	4%
16	ND	16	64%	IM	9	36%	HB	2	8%
17	NT	16	64%	IN	6	24%	IP	1	4%
18	NEP	21	84%	ID	18	72%	IYY	0	0%
19	NF	21	84%	MB	10	40%	MI	1	4%

20	PEQ	14	56%	MI	0	0%	MM	3	12%
21	PN	21	84%	MN	2	8%	MM	2	8%
22	RAF	18	72%	MR	10	40%	MA	1	4%
23	RZZ	21	84%	MS	13	52%	NM	8	32%
24	RVL	14	56%	NA	10	40%	NF	9	36%
25	SP	21	84%	ND	6	24%	RW	5	20%
26	SS	15	60%	PD	16	64%	RA	2	8%
27	SVF	14	56%	PE	12	48%	RD	7	28%
28	SNO	17	68%	RP	16	64%	RM	0	0%
29	TFV	20	80%	TD	0	0%	RA	13	52%
30	VA	18	72%	WF	11	44%	RK	1	4%
31	WPD	17	68%	YY	1	4%	SH	1	4%
32	YMR	17	68%				SA	1	4%
33	AN	11	44%				SE	15	60%
34							SM	7	28%
35							ZK	1	4%
36							ZQ	5	20%

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Tempeh
Jumlah Siswa = 33
a. Sangat baik
81-100 = 10 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Pasirian
Jumlah Siswa = 31
a. Sangat baik
81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

Keterangan
Kategori Nilai
SMAN Pasirian
Jumlah Siswa = 36
a. Sangat baik
81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{33} \times 100\%$$

$$= 30,31\%$$

b. Baik

61-80 = 11 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{11}{33} \times 100\%$$

$$= 33,33\%$$

c. Cukup

41-60 = 12 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{12}{33} \times 100\%$$

$$= 36,36\%$$

d. Kurang

21-40 = 0 Siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{33} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 0 siswa

$$= \frac{0}{31} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

b. Baik

61-80 = 9 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{9}{31} \times 100\%$$

$$= 29,03\%$$

c. Cukup

41-60 = 6 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{6}{31} \times 100\%$$

$$= 19,35\%$$

d. Kurang

21-40 = 10 Siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{31} \times 100\%$$

$$= 32,27\%$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 6 siswa

$$= \frac{0}{36} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

b. Baik

61-80 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{36} \times 100\%$$

$$= 2,78\%$$

c. Cukup

41-60 = 4 Siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{4}{36} \times 100\%$$

$$= 11,11\%$$

d. Kurang

21-40 = 9 Siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{9}{36} \times 100\%$$

$$= 25\%$$

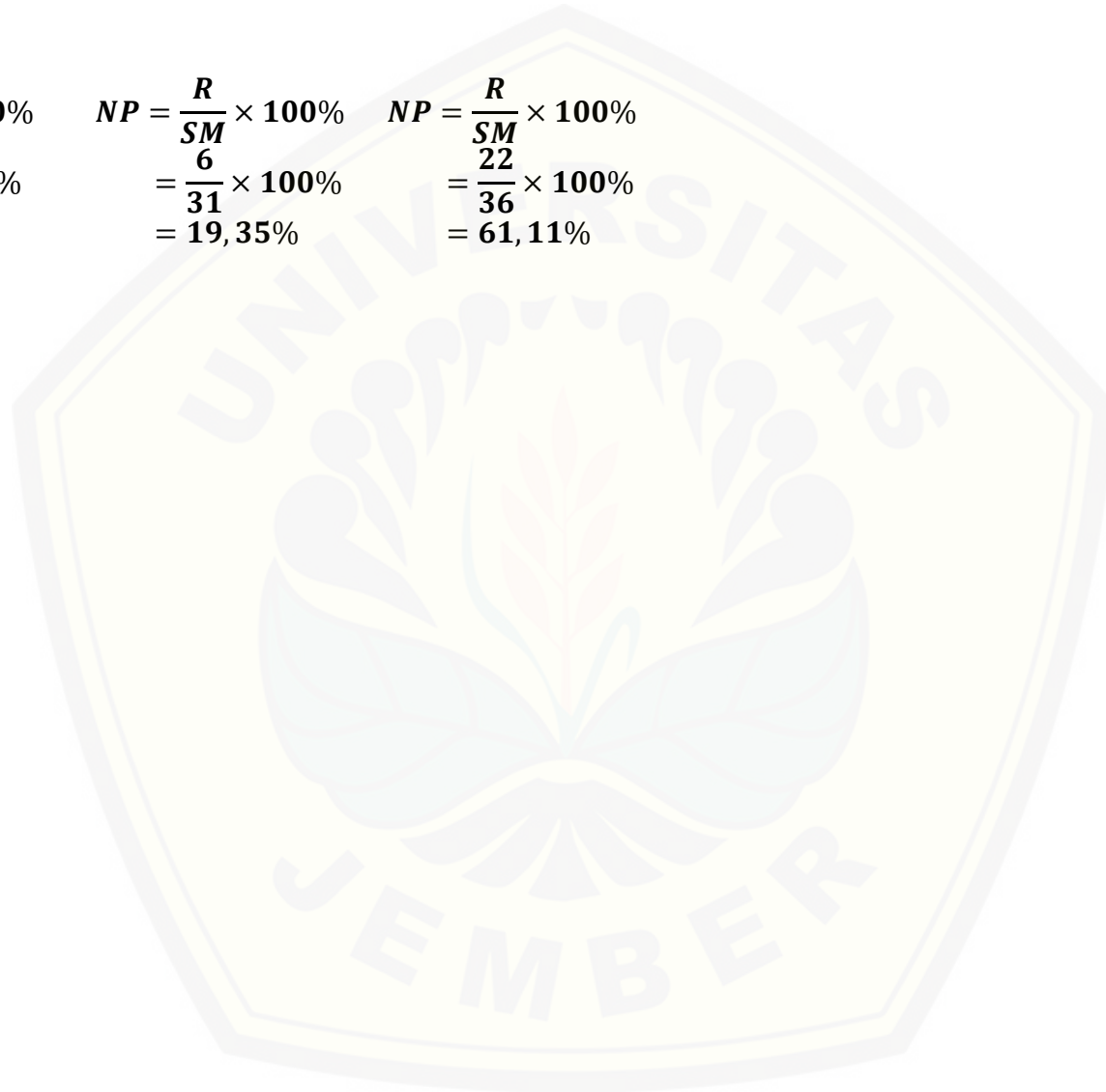
e. Sangat Kurang

0-20 = 22 siswa

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{0}{33} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{6}{31} \times 100\% \\ &= 19,35\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NP &= \frac{R}{SM} \times 100\% \\ &= \frac{22}{36} \times 100\% \\ &= 61,11\% \end{aligned}$$



LAMPIRAN F.4 PERSENTASE KEMAMPUAN GRAFIK SISWA SMA DI SMA KABUPATEN LUMAJANG

No	SMAN Tempeh			SMAN Pasirian			SMAN Kunir		
	Nama	Nilai Total	Persentase(%)	Nama	Nilai Total	Persentase(%)	Nama	Nilai Total	Persentase(%)
1	ACF	3	12%	AS	0	0%	AFN	0	0%
2	ALH	15	60%	AA	5	20%	AF	3	12%
3	AY	5	20%	AD	6	24%	AV	3	12%
4	BPS	3	12%	AR	3	12%	AA	5	20%
5	CTA	3	12%	AS	5	20%	AD	3	12%
6	DA	3	12%	AW	0	0%	AF	0	0%
7	DI	8	32%	ARS	3	12%	BH	5	20%
8	DJ	3	12%	BS	4	16%	BY	0	0%
9	FNY	0	0%	BF	3	12%	DA	0	0%
10	FNA	3	12%	DR	0	0%	DM	0	0%
11	FFA	7	28%	DRS	5	20%	DF	0	0%
12	LAF	8	32%	EA	6	24%	EA	3	12%
13	LDG	9	36%	FF	0	0%	FA	1	4%
14	MA	4	16%	FI	3	12%	FAP	5	20%
15	MFA	8	32%	F	0	0%	GA	5	20%
16	ND	3	12%	IM	3	12%	HB	3	12%
17	NT	4	16%	IN	5	20%	IP	0	0%
18	NEP	3	12%	ID	2	8%	IY	15	60%
19	NF	5	20%	MB	0	0%	MI	3	12%

20	PEQ	3	12%	MI	0	0%	MM	1	4%
21	PN	5	20%	MN	3	12%	MM	3	12%
22	RAF	3	12%	MR	6	24%	MA	5	20%
23	RZZ	3	12%	MS	8	32%	NM	0	0%
24	RVL	6	24%	NA	3	12%	NF	6	24%
25	SP	4	16%	ND	0	0%	RW	1	4%
26	SS	3	12%	PD	3	12%	RA	5	20%
27	SVF	3	12%	PE	0	0%	RD	3	12%
28	SNO	6	24%	RP	3	12%	RM	5	20%
29	TFV	11	44%	TD	0	0%	RA	0	0%
30	VA	3	12%	WF	6	24%	RK	3	12%
31	WPD	3	12%	YY	3	12%	SH	4	16%
32	YMR	3	12%				SA	0	0%
33	AN	3	12%				SE	0	0%
34							SM	3	12%
35							ZK	3	12%
36							ZQ	0	0%

Keterangan

Kategori Nilai

SMAN Tempeh

Jumlah Siswa = 33

a. Sangat baik

Keterangan

Kategori Nilai

SMAN Pasirian

Jumlah Siswa = 31

a. Sangat baik

Keterangan

Kategori Nilai

SMAN Pasirian

Jumlah Siswa = 36

a. Sangat baik

81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{33} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

b. Baik

61-80 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{33} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

c. Cukup

41-60 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{33} \times 100\%$$

$$= 3,03\%$$

d. Kurang

81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{31} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

b. Baik

61-80 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{31} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

c. Cukup

41-60 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{31} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

d. Kurang

81-100 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{36} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

b. Baik

61-80 = 0 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{36} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

c. Cukup

41-60 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

$$= \frac{1}{36} \times 100\%$$

$$= 2,78\%$$

d. Kurang

21-40 = 5 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{5}{33} \times 100\% \\ = 15,15 \%$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 27 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{27}{33} \times 100\% \\ = 81,82 \%$$

21-40 = 5 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{5}{31} \times 100\% \\ = 16,13\%$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 26 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{28}{31} \times 100\% \\ = 83,87\%$$

21-40 = 1 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{1}{36} \times 100\% \\ = 2,78\%$$

e. Sangat Kurang

0-20 = 34 siswa

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \\ = \frac{34}{36} \times 100\% \\ = 94,44\%$$

LAMPIRAN G.1 DOKUMENTASI PENELITIAN DI SMA NEGERI PASIRIAN



G.1.1 Siswa pada saat melakukan pre test



G.1.2 Guru pada saat proses pembelajaran



G.1.3 Siswa pada saat melakukan pre test



G.1.4 Foto bersama

LAMPIRAN G.2 DOKUMENTASI PENELITIAN DI SMA NEGERI TEMPEH



G.2.1 Siswa pada saat mengerjakan pre test G.2.2 Guru pada saat proses pembelajaran



G.2.3 Siswa pada saat mengerjakan pre test G.2.4 Foto bersama

LAMPIRAN G.3 DOKUMENTASI PENELITIAN DI SMA NEGERI KUNIR



G.3.1 Siswa pada saat mengerjakan pre test

G.3.2 guru pada saat proses pembelajaran



G.3.3 Siswa pada saat mengerjakan pre test

G.3.4 Foto bersama