



**ANALISIS PERUBAHAN KONSEPSI MAHASISWA
FISIKA PADA MATA KULIAH TERMODINAMIKA
TOPIK EFISIENSI**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika

oleh

Suhartono
4201411033

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang berjudul

Analisis Perubahan Konsepsi Mahasiswa Fisika Pada Mata Kuliah
Termodinamika Topik Efisiensi

disusun oleh

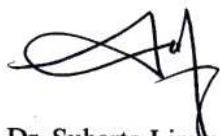
Suhartono

4201411033

telah disetujui untuk diajukan ke sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas MIPA,
Universitas Negeri Semarang pada tanggal 16 September 2015.

Semarang, 16 September 2015

Pembimbing I



Dr. Suharto Linduwih, M.Si.
NIP. 196807141996031005

Pembimbing II



Prof. Drs. Nathan Hindarto, Ph.D.
NIP. 195206131976121002

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 16 September 2015



Suhartono

NIM 4201411033

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Analisis Perubahan Konsepsi Mahasiswa Fisika Pada Mata Kuliah
Termodinamika Topik Efisiensi

disusun oleh


Suhartono

4201411033


telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas MIPA,
Universitas Negeri Semarang pada tanggal 16 September 2015



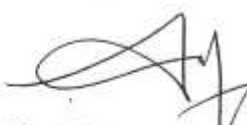
Panitia :
Ketua


Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.
NIP. 19631012 198803 1 001


Ketua Penguji


Dr. Sulhadi, M.Si.
NIP. 197108161998021001


Anggota Penguji/
Pembimbing I


Dr. Suharto Linuwih, M.Si.
NIP. 196807141996031005

Sekretaris


Dr. Khumaedi, M.Si.
NIP. 19630610 198901 1 002

Anggota Penguji/
Pembimbing II


Prof. Drs. Nathan Hindarto, Ph.D.
NIP. 195206131976121002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- ◆ Hendaklah kamu duduk bersama orang-orang yang berpengalaman dalam hidup. Karena sesungguhnya mereka ini dinilai dengan harga yang paling mahal, sementara kamu mengambilnya dari mereka dengan harga yang paling murah. (Sayyidina Ali bin Abi Tholib)
- ◆ Pengetahuan ada dua macam, yang telah kita ketahui dengan sendirinya atau yang hanya kita ketahui di mana dia bisa didapatkan. (Samuel Johnson)

Persembahan:

- ✦ Bapak dan Ibuku tercinta untuk doa dan dukungannya.
- ✦ Bapak Ibu Dosen Fisika atas bimbingan dan arahannya.
- ✦ Saudaraku, Yuli Priani dan M. Maulidaz Zakky
- ✦ Teman-teman indekos AMM untuk semua dukungannya.
- ✦ Teman seperjuangan Jurusan Fisika Angkatan 2011.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya yang senantiasa tercurah sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Perubahan Konsepsi Mahasiswa Fisika Pada Mata Kuliah Termodinamika Topik Efisiensi” dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak berupa saran, bimbingan, maupun petunjuk dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Wiyanto, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Khumaedi, M.Si., Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Prof. Drs. Nathan Hindarto, Ph.D Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
6. Drs. Moh. Sukisno, M.Si dan Dr. Budi Astuti, M.Sc, dosen wali yang telah memberikan nasehat dan arahan selama kuliah.

7. Bapak dan Ibu dosen jurusan Fisika yang telah memberikan bekal ilmu dan pengetahuan selama kuliah.
8. Mahasiswa Pendidikan Fisika Angkatan 2012, yang telah membantu dalam penelitian ini.
9. Segenap keluarga besar Pendidikan Fisika 2011 yang telah membantu dan memberikan masukan kepada penulis.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu baik material maupun spiritual.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Kritikan, saran, atau masukan yang dapat menambah data akan sangat bermanfaat untuk penulis.

Semarang, 16 September 2015
Penulis

ABSTRAK

Suhartono. 2015. *Analisis Perubahan Konsepsi Mahasiswa Fisika Pada Mata Kuliah Termodinamika Topik Efisiensi*. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Suharto Linuwih, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Prof. Drs. Nathan Hindarto, Ph.D.

Kata kunci: Perubahan Konsepsi, Konsepsi, Efisiensi Mesin Kalor

Termodinamika merupakan salah satu kajian ilmu fisika yang membutuhkan pemahaman konsep mendalam. Efisiensi mesin kalor merupakan salah satu topik dalam termodinamika dan menjadi bagian penting untuk dibahas melalui prinsip penggunaan berbagai mesin melalui kehidupan sehari-hari, mulai dari konsep kerja sebagai keluaran dan kalor sebagai masukannya. Seiring bertambahnya waktu terkadang mahasiswa mengalami pergeseran pemahaman konsep atau perubahan konsepsi. Untuk mengetahui bentuk perubahan konsepsi mahasiswa mengenai efisiensi mesin kalor, dilakukan penelitian kualitatif dengan data awal berupa tes tertulis pada akhir pembelajaran. Sebagai pembandingan digunakan tes tertulis yang dilakukan setelah kurang lebih satu tahun berikutnya. Berdasarkan hasil analisis kedua tes tertulis tersebut, dilanjutkan wawancara sebagai klarifikasi jawaban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di akhir pembelajaran didapatkan pola konsepsi yang seimbang antara konsepsi ilmiah karena dalam keadaan kondisi puncak berpikir mengenai materi tersebut, dan konsepsi alternatif yang disebabkan karena apresiasi konseptual serta dan pemahaman terhadap soal yang kurang mendalam. Setelah jangka waktu satu tahun, pola mayoritas yang terbentuk ialah berupa konsepsi ilmiah karena memori yang dimiliki mengenai materi tersebut masih sangat kuat atau mendalam, sedangkan pola minoritas berupa konsepsi alternatif dengan jawaban berupa apresiasi konseptual dari pemahaman yang kurang mendalam, interpretasi yang tidak sesuai atau pengetahuan sebagai struktur teoretis, serta konsepsi paralel dari pengetahuan yang terfragmentasi. Namun setelah dilakukan klarifikasi ternyata pemahaman secara konseptual mahasiswa tidak lebih baik dari hasil jawaban dari tes tertulis, beberapa karena tertumpuk dengan materi-materi lain yang menyebabkan kerancuan pemahaman dalam berpikir serta intuisi di kehidupan sehari-hari.

ABSTRACT

Suhartono. 2015. An Analysis of Physics Students' Conception Changes on the Subject of Thermodynamics about the Topic of Efficiency. Physics Department. Faculty of Mathematics and Natural Sciences. Semarang State University. First Advisor: Dr. Suharto Linuwih, M.Si. and Second Advisor: Prof. Drs. Nathan Hindarto, Ph.D.

Key words: Conception Changes, Conception, Efficiency of Heat Engine

Thermodynamics is one of discussions in physics science that needs deeper understanding. The efficiency of heat engine is one of the topics in thermodynamics and becomes essential part to discuss through the principles of the use of several engines in the daily life starting from the concept of work as the output and the heat as the input. As long as the time runs, students sometimes experience the shift of concept comprehension or conception. The qualitative research was conducted with the first data of written test in the end of learning to find out the students' change of conception on the efficiency of heat engine. As the comparator, the written test was conducted after one year. The interview was conducted after analyzing the tests as the clarification of the answer. The result of the research from the end of learning shows that the pattern of conception was equal between the scientific conception due to the condition of top thinking about the material and the alternative conception due to conceptual appreciation and less deep question comprehension. After one year, the majority pattern formed was the scientific conception because the memory of material comprehension was very strong or deep, meanwhile, the minority pattern formed the alternative conception with the answer of conceptual appreciation from the comprehension was less deep, inappropriate interpretation, or the knowledge as the theoretical structure, and parallel conception from fragmented knowledge. After clarifying, it was stated that students' conceptual comprehension was worse than the result of written test. Several factors were caused due to hoarded materials causing comprehension confusion in thinking and an intuition in the daily life.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Penegasan Istilah.....	7
1.5.1 Perubahan Konsepsi.....	7

1.5.2	Termodinamika & Efisiensi	8
1.6	Sistematika Skripsi	9
2.	TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1	Konsep dan Konsepsi	10
2.2	Perubahan Konsepsi	15
2.3	Efisiensi.....	17
2.3.1	Sistem dan Lingkungan.....	18
2.3.2.	Kerja.....	19
2.3.3	Kalor.....	20
2.3.4	Proses Kuasi-Statik	23
2.3.5	Hukum Pertama Termodinamika	26
2.3.6	Kapasitas Kalor	27
2.3.7	Proses-Proses dalam Termodinamika	30
2.3.8	Mesin Kalor.....	32
2.3.9	Efisiensi.....	34
3.	METODE PENELITIAN.....	37
3.1	Paradigma Penelitian.....	37
3.2	Desain Penelitian.....	39
3.3	Subjek Penelitian.....	41
3.4	Objek Penelitian	42
3.5	Metode Pengumpulan Data	42
3.6	Instrumen Penelitian.....	44
3.7	Teknik Analisis Data Penelitian.....	44

4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1	Analisis Tes Tertulis di Akhir Pembelajaran.....	47
4.2	Analisis Tes Tertulis Setelah Berjangka Waktu Satu Tahun.....	57
4.3	Analisis Perubahan Konsepsi.....	64
4.4	Pembahasan	100
5.	PENUTUP.....	111
5.1	Simpulan	111
5.2	Saran	112
	DAFTAR PUSTAKA	113
	LAMPIRAN.....	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Sistem Termodinamis	18
2.2 Silinder Adiabatik Berisi Gas Ideal dengan Piston yang Bergerak.....	23
2.3 Diagram PV Ekspansi Gas	24
2.4 Tiga Lintasan pada Diagram PV:	25
2.5 Proses Isokhoris	30
2.6 Proses Isobaris.....	30
2.7 Proses Isotermis	31
2.8 Proses Adiabatik	32
2.9 Siklus Carnot Terdiri dari Proses Isotermis dan Proses Adiabatik.....	33
2.10 Gambaran Skematik Mesin Kalor	35
2.11 Gambaran Skematik Mesin Pendingin.....	36
3.1 Diagram Paradigma Penelitian.....	38
3.2 Diagram Desain Penelitian.....	40
3.3 Triangulasi Data dengan Tiga Sumber Data	43
4.1 Siklus pada Soal 1	46
4.2 Grafik Jawaban Tes Tertulis di Akhir Pembelajaran pada Soal 1	50
4.3 Grafik Jawaban Tes Tertulis di Akhir Pembelajaran pada Soal 2	54
4.4 Grafik Jawaban Tes Tertulis di Akhir Pembelajaran pada Soal 3	57
4.5 Grafik Perbandingan Jawaban Tes Tertulis di Akhir Pembelajaran dan Tes Tertulis Satu Tahun Berikutnya.....	59

4.6 Model Pengolahan Informasi (Gage dan Berliner, 1984)	61
--	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Keseluruhan Jawaban Tes Tertulis di Akhir Pembelajaran	57
4.2 Keseluruhan Jawaban Tes Tertulis Satu Tahun Berikutnya	58
4.3 Perubahan Konsepsi Mahasiswa tentang Kerja	67
4.4 Perubahan Konsepsi Mahasiswa tentang Kalor	74
4.5 Perubahan Konsepsi Mahasiswa tentang Pembuktian Ungkapan Rumusan Efisiensi	82
4.6 Perubahan Konsepsi Mahasiswa yang Diharapkan dari Mesin Kalor	85
4.7 Perubahan Konsepsi Mahasiswa tentang Digunakannya Istilah Efisiensi pada Mesin Kalor	89
4.8 Perubahan Konsepsi Mahasiswa mengenai Arah Proses pada Mesin Kalor ..	92
4.9 Perubahan Konsepsi Mahasiswa tentang Keadaan Efisiensi Mesin Carnot Apakah dapat Bernilai 1 atau 100%	96

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Daftar Nama Responden	112
2. Instrumen Penelitian	113
3. Kunci Jawaban Instrumen Penelitian	114
4. Tabel Pola Jawaban Tes Tertulis di Akhir Pembelajaran	121
5. Tabel Pola Jawaban Tes Tertulis Satu Tahun Berikutnya	131
6. Jawaban Konseptual Mahasiswa mengenai Kerja	137
7. Jawaban Konseptual Mahasiswa mengenai Kalor	138
8. Jawaban Konseptual Mahasiswa mengenai Efisiensi	140
9. Jawaban Konseptual Mahasiswa mengenai Efisiensi Mesin Kalor dapat Mencapai 100%	141
10. Perubahan Konsepsi dalam Proses Pembelajaran	142
11. Cuplikan Wawancara	145
12. Dokumentasi	150
13. Surat Penelitian	151

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan kajian ilmu pengetahuan yang mempelajari fenomena atau gejala-gejala pada benda di alam. Setiap fenomena yang dipelajari dalam fisika membutuhkan pemahaman konsep. Misal, untuk memahami kenapa ketika air panas dimasukkan ke dalam termos, air tetap dalam keadaan panas dan tidak menjadi dingin dalam jangka waktu yang relatif lama. Hal tersebut sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, namun tidak semua orang mau tahu mengapa termos dapat menyimpan air panas sehingga tidak menjadi dingin. Secara fisika dapat dijelaskan bahwa termos dibuat sedemikian rupa sehingga mencegah perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, maupun radiasi. Berdasarkan contoh tersebut diketahui betapa pentingnya pemahaman konsep untuk menjelaskan suatu fenomena.

Konsep menurut Sutrisno (2006) merupakan abstraksi dari berbagai kejadian, objek, fenomena dan fakta. Konsep menjadi bagian penting yang harus dipahami dalam mempelajari fisika dan menguasai materi fisika secara utuh. Kurangnya pengetahuan mengenai konsep dapat menimbulkan terjadinya kesalahan konsep atau miskonsepsi. Terkadang di sekolah, fisika hanya diajarkan dengan menekankan bagaimana siswa dapat mengerjakan soal-soal hitungan dengan benar tanpa mengetahui konsepsi ilmiah. Menurut Sabella & Redish

(2004), salah satu penyebab penguasaan fisika yang lemah ialah karena siswa hanya belajar pada pola permukaan (*surface pattern matching learning*), yaitu mendengarkan ceramah pengajar dan berlatih cara mengerjakan latihan soal. Siswa lebih mengedepankan pada bagaimana cara menyelesaikan soal, tanpa memahami persoalan secara detail. Penguasaan materi fisika yang lemah menjadikan pemahaman kurang mendalam dialami oleh siswa, terutama dalam hal konsep fisika. Banyaknya rumus praktis menjadikan siswa lebih terfokus untuk menghafalkan rumus daripada untuk belajar konsep-konsep fisika. Siswa lebih menyukai menyelesaikan soal hitung-hitungan yang menggunakan rumus praktis tersebut daripada menyelesaikan soal berbentuk soal konsep. Menurut Tayubi (2005) kesalahan konsep atau miskonsepsi yang terjadi dapat muncul pada diri siswa yang berasal dari pengalaman sehari-hari ketika berinteraksi dengan alam sekitar, karena memang dalam mempelajari fisika tidak lepas dari pengetahuan awal yang telah diperoleh dari pengalaman. Beberapa pakar menyebut istilah kesalahan konsep atau miskonsepsi sebagai konsepsi alternatif. Konsepsi alternatif merupakan konsepsi yang terjadi pada diri seseorang yang tidak sesuai dengan konsepsi pakar. Sedangkan konsepsi yang sesuai dengan konsepsi pakar disebut sebagai konsepsi ilmiah.

Termodinamika merupakan salah satu kajian ilmu fisika yang membutuhkan pemahaman konsep mendalam. Termodinamika erat kaitannya dengan penerapan praktis dalam semua cabang ilmu pengetahuan alam dan teknologi seperti halnya berbagai aspek di kehidupan sehari-hari, mulai dari mempelajari temperatur, kalor (panas), kerja, pertukaran energi, serta aplikasi teknologi dalam mesin. Landasan

prinsip dan metode termodinamika digunakan oleh para insinyur untuk merancang mesin-mesin pembakaran internal, pembangkit energi nuklir dan konvensional, sistem pengondisi udara, pesawat terbang, kapal, kendaraan darat, dan lain sebagainya (Khuriati, 2007).

Penggunaan prinsip dan metode termodinamika dalam perancangan berbagai mesin mengharapkan suatu hal yaitu, keefektifan suatu mesin atau secara sederhana tingkat ekonomis bahan bakar, serta hasil tenaga yang relatif besar. Pada sebuah mesin kalor istilah tersebut dikenal sebagai efisiensi, yang nilainya merupakan perbandingan antara besarnya kerja yang dihasilkan dengan kalor yang masuk dalam siklus. Pada dasarnya konsep mengenai efisiensi merupakan bagian penting untuk dibahas melalui prinsip penggunaan diberbagai mesin melalui kehidupan sehari-hari, mulai dari konsep kerja sebagai hasil dari keluaran dan kalor sebagai masukan yang terjadi dalam prosesnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Sözbilir (2003) menunjukkan kalor merupakan salah satu materi yang memiliki konsep sulit sehingga memunculkan kebingungan pada siswa dalam memahami konsep kalor. Serupa dengan itu, Meltzer (2004) menyatakan mahasiswa masih memiliki pemahaman yang sangat lemah mengenai konsep kerja. Begitu pula Leinonen (2010) bahwa mahasiswa menghadapi masalah yang berkaitan dengan panas dan kerja, mereka memiliki kesulitan dalam menentukan tanda dalam proses siklus, membedakan konsep, dan memahami peran kerja dalam mengubah energi internal sistem.

Berdasarkan yang diungkapkan oleh Linuwih & Setiawan (2010) pada pikiran mahasiswa calon guru, sebenarnya sudah ada konsepsi-konsepsi berbagai

hal tentang fisika, namun konsepsi itu belum terkoordinasi dengan baik. Pada kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa masih ada mahasiswa yang belum memahami konsep fisika secara utuh. Pemahaman mahasiswa tentang fisika masih terpisah-pisah dan belum terintegrasi dengan baik. Beberapa mahasiswa mengalami pergeseran konsepsi seiring bertambahnya waktu. Perubahan konsepsi seperti ini bisa saja mengalami penurunan pemahaman atau bahkan peningkatan pemahaman.

Penurunan atau peningkatan pemahaman akibat perubahan konsepsi dapat terjadi bila suatu materi yang pernah dipelajari tertumpuk oleh materi lain atau bahkan karena tidak dipelajari lagi. Selain itu dapat pula disebabkan karena membaca referensi yang makin menguatkan atau justru melemahkan konsepsi awal. Sejauh mana pemahaman dan keseriusan mahasiswa mempelajari suatu materi dapat dilihat dari seberapa tinggi ingatannya terhadap materi tersebut. Penjelasan tersebut sesuai dengan pernyataan Subroto (2011) bahwa di beberapa negara telah dilakukan penelitian tentang miskonsepsi siswa/ mahasiswa dalam memahami dan menerapkan konsep-konsep atau prinsip-prinsip fisika. Para siswa mempunyai kecenderungan mengembangkan konsep fisika dengan salah, sehingga penerapan dalam memecahkan masalah-masalah fisika banyak mengalami kesulitan, hal itu ditunjukkan oleh adanya teori yang digunakan sebagai dasar memberikan konsep alternatif dalam menjawab suatu pernyataan, banyak yang dipengaruhi lingkungan sehari-hari. Sehingga beberapa konsep yang muncul tidak sesuai dengan konsep ilmiah yang ada.

Penelitian mengenai konsepsi oleh beberapa peneliti sudah pernah dilakukan sebelumnya diantaranya oleh Linuwih (2011) dengan mengangkat topik mekanika dan Lestari (2014) dengan topik suhu dan kalor. Pada penelitian ini berfokus pada konsepsi mahasiswa mengenai efisiensi, dengan berangkat dari konsep efisiensi yang berasal dari kerja dan kalor. Pembahasan efisiensi ini cukup sederhana dan singkat, namun ketika dikaji secara mendalam diharapkan mampu menggali pengetahuan dan konsep secara utuh.

Beberapa hal yang akan diteliti dan dikaji oleh peneliti diantaranya, bagaimana bentuk atau macam-macam konsepsi pada mahasiswa yang sudah mendapatkan materi termodinamika melalui perkuliahan maupun dijenjang sebelumnya. Selanjutnya dari pengetahuan awal melalui perkuliahan maupun jenjang sebelumnya tersebut, apakah terjadi perubahan konsepsi kearah yang lebih baik atau sebaliknya, selain itu apa yang menyebabkan terjadinya perubahan konsepsi tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah bentuk konsepsi mahasiswa pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang mengenai efisiensi mesin kalor di akhir pembelajaran?
2. Bagaimanakah bentuk konsepsi mahasiswa pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang mengenai efisiensi mesin kalor setelah melewati selang waktu satu tahun berikutnya?

3. Bagaimana bentuk perubahan konsepsi mahasiswa pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang mengenai efisiensi mesin kalor?
4. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh pada perubahan konsepsi yang dialami mahasiswa pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang mengenai efisiensi mesin kalor?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang penulis pilih di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bentuk konsepsi mahasiswa pendidikan fisika Universitas Negeri Semarang mengenai efisiensi mesin kalor di akhir pembelajaran
2. Mengetahui bentuk konsepsi mahasiswa pendidikan fisika Universitas Negeri Semarang mengenai efisiensi mesin kalor setelah melewati selang waktu satu tahun berikutnya
3. Mengetahui bentuk perubahan konsepsi mahasiswa pendidikan fisika Universitas Negeri Semarang mengenai efisiensi mesin kalor
4. Mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh pada perubahan konsepsi yang dialami mahasiswa pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang mengenai efisiensi mesin kalor

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi mahasiswa fisika, dengan mengetahui adanya bentuk konsepsi yang terjadi pada dirinya maka dapat mengubah konsepsi yang tidak sesuai dengan para ahli tersebut menjadi konsepsi ilmiah fisika yang benar;
2. Bagi pendidik, dapat mengetahui tingkat pemahaman konsepsi, ingatan dan pola pikir peserta didik, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu acuan dalam penyusunan strategi pembelajaran yang tepat dan efektif.

1.5 Penegasan Istilah

Penegasan istilah digunakan penulis dalam menyajikan batasan atau arti dari kata yang berkaitan dengan skripsi ini. Arti kata yang berkaitan dengan skripsi ini antara lain:

1.5.1 Perubahan Konsepsi

Konsepsi merupakan hasil pemahaman dari pengetahuan tentang suatu materi yang dimiliki seseorang. Konsepsi yang dimiliki seseorang dapat mengalami perubahan ataupun tetap bertahan. Konsepsi yang mengalami perubahan bisa terjadi dari keadaan yang sama dengan para ahli, mengarah pada keadaan yang tidak sama dengan para ahli atau konsepsi alternatif. Begitu pula sebaliknya perubahan dapat terjadi dari keadaan yang tidak sama dengan para ahli, mengarah pada keadaan yang sama dengan para ahli atau konsepsi ilmiah. Istilah lainnya, perubahan konsepsi dapat membawa konsepsi yang dimiliki

seseorang mengenai suatu materi menjadi lebih baik atau bahkan sebaliknya semakin menurun. Perubahan konsepsi diartikan sebagai perubahan dari hasil pemikiran, pemahaman atau yang dikemukakan seseorang mengenai suatu pengetahuan atau konsep yang telah ada yang tentang suatu hal.

Perubahan konsepsi erat kaitannya dengan kognisi. Kognisi adalah segala sesuatu yang ada di dalam pemikiran (Matlin, 2003). Kognisi mengaitkan antara input berupa konteks atau situasi, ide, memori jangka pendek, dan memori jangka panjang yang dipanggil maupun yang nantinya disimpan (Niedderer, 2001). Dalam disertasinya, Linuwih (2011) menyatakan salah satu aktivitas dalam kegiatan pembelajaran adalah memanggil kembali informasi terdahulu yang tersimpan dalam memori jangka panjang (*recalling*).

1.5.2 Termodinamika & Efisiensi

Termodinamika adalah ilmu tentang temperatur, panas, dan pertukaran energi (Tipler, 1998). Termodinamika mempunyai penerapan praktis dalam semua cabang sains dan teknologi seperti halnya dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, dari hubungan dengan cuaca sampai memasak.

Salah satu yang dipelajari dari termodinamika adalah mesin kalor. Pada mesin kalor proses yang terjadi ialah penyerapan kalor dari tandon yang bertemperatur tinggi untuk dihasilkan suatu kerja. Namun tidak seluruh kalor bisa diubah menjadi kerja, ada kalor yang dibuang. Efisiensi (η) didefinisikan sebagai rasio usaha yang dilakukan terhadap panas yang diserap dari tandon panas (Tipler, 1998). Menurut Moran & Saphiro (2004) efisiensi merupakan nilai perbandingan antara besarnya kerja netto di dalam siklus dengan kalor yang masuk.

1.6 Sistematika Skripsi

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 3 bagian, yaitu:

1. Bagian awal (prawacana)

bagian ini terdiri dari halaman judul, halaman pengesahan, motto dan persembahan, abstrak, prakata, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel dan daftar lampiran.

2. Bagian pokok (nas)

bagian isi terdiri dari 5 bab, yaitu:

- a. bab I pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah dan sistematika skripsi
- b. bab II tinjauan pustaka, berisi teori-teori yang mendukung penelitian
- c. bab III metode penelitian, berisi paradigma penelitian, desain penelitian, subjek penelitian, objek penelitian, metode pengumpulan data, instrumen penelitian, teknik analisis data penelitian
- d. bab IV berisi hasil penelitian dan pembahasan
- e. bab V Penutup, berisi simpulan dan saran

3. Bagian akhir

bagian akhir berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep dan Konsepsi

Pemahaman mengenai konsep menjadi hal yang penting dalam pembelajaran fisika untuk mengantarkan dalam memahami suatu materi secara utuh. Konsep merupakan ide atau pengertian yang diabstrakkan dari peristiwa konkret; gambaran mental dari objek, proses, atau apapun yang ada di luar bahasa, yang digunakan oleh akal budi untuk memahami hal-hal lain (KBBI, 2005).

Sedangkan berdasarkan penjelasan lainnya pada tinjauan fisika sebagai suatu struktur ilmu, konsep adalah bagian dari struktur ilmu fisika yang berupa ide atau pengertian yang diabstrakkan dari peristiwa konkret ataupun gambaran mental dari suatu objek, proses atau apapun (yang ada di luar bahasa) yang dianggap benar oleh para ahli fisika dan digunakan oleh akal budi untuk memahami hal-hal lain Linuwih (2011). Pada dasarnya dalam pembelajaran fisika, konsep adalah suatu pengetahuan yang sudah pasti kebenarannya, yang digunakan sebagai dasar dalam memahami suatu tinjauan materi yang dipelajari dalam ilmu fisika.

Namun demikian tafsiran perorangan (mahasiswa) terhadap banyak konsep seringkali berbeda. Tafsiran konsep oleh seseorang disebut “konsepsi” (Purba & Ganti, 2008). Menurut Linuwih (2011) konsepsi didefinisikan sebagai suatu hasil

pemikiran seseorang berdasarkan interaksi struktur pengetahuan, ide dan aktivitas penalaran ketika seseorang dihadapkan pada persoalan.

Misalkan, konsep mengenai suhu dan kalor yang ada selama ini, suhu merupakan derajat panas dinginnya suatu benda atau biasa disebut dengan istilah temperatur, sedangkan kalor adalah suatu bentuk energi yang dimiliki suatu benda karena perbedaan suhu. Terkadang konsepsi yang dimiliki seseorang mengenai suhu dan kalor dianggap sebagai suatu hal yang sama, karena kebiasaan penyebutan sehari-hari. Inilah yang membedakan antara konsep dan konsepsi.

Pada penjelasan lain mengenai ragam konsepsi yang berkembang, misalnya dalam sebuah pertanyaan yang diberikan pada siswa tentang konsep fisika dan mereka memiliki jawaban yang sama dengan jawaban dari para ahli maka siswa tersebut memiliki konsepsi ilmiah, jika jawaban yang diberikan oleh siswa itu berbeda atau tidak sesuai dengan jawaban dari para ahli maka siswa tersebut memiliki konsepsi alternatif. Namun ketika kemudian timbul jawaban lebih dari satu dalam pikirannya, maka dalam diri siswa tersebut terdapat konsepsi paralel. Jawaban itu dapat muncul dalam dua versi atau lebih yang masing-masing saling bersaing dalam pikiran siswa. Konsepsi paralel dibedakan menjadi dua macam, yang pertama adalah konsepsi paralel yang terdiri dari konsepsi ilmiah dan konsepsi alternatif, dan yang kedua adalah konsepsi paralel yang terdiri dari dua atau lebih konsepsi alternatif yang saling bersaing.

Munculnya konsepsi alternatif bisa disebabkan oleh beberapa faktor. Diantaranya Linuwih (2011) mengemukakan tujuh latar belakang yang mendasari, yaitu: intuisi kehidupan sehari-hari, apresiasi konseptual, pengetahuan sebagai

serpihan yang terpisah-pisah, pengetahuan sebagai struktur teoretis, pemahaman yang tidak mendalam, buku teks dan pembelajaran. Dari tujuh faktor, selain buku teks dan pembelajaran merupakan faktor yang berasal dari diri siswa.

Intuisi kehidupan sehari-hari menjadi salah satu faktor yang berasal dari diri siswa. Intuisi merupakan kesulitan dalam memahami konsep yang disebabkan dari konsepsi awal yang berkembang karena akumulasi persepsi sebagai hasil interaksi dengan kehidupan sehari-hari. Dalam memahami fenomena fisika siswa lebih terfokus pada pemahaman langsung berdasarkan penginderaan yang dilakukan tanpa disertai dengan pemikiran yang mendalam. Pengetahuan berbasis kehidupan sehari-hari diperoleh secara spontan melalui interaksi dengan alam dan manusia.

Pendapat mengenai intuisi ini disampaikan pula oleh Vosniadou (2004) yang menyatakan bahwa intuisi ini mengganggu pembentukan konsep fisika pada siswa, di sisi lain Ozdemir (2004) mengatakan bahwa justru dengan intuisi dari kehidupan sehari-hari inilah siswa seharusnya membentuk konsep fisika. Meskipun kedua pendapat tersebut berbeda, namun sama-sama memberi penekanan bahwa intuisi siswa yang sudah terbentuk sebelum dilakukan pembelajaran, akan memberi pengaruh siswa dalam memecahkan suatu persoalan walaupun nantinya berupa konsepsi alternatif.

Konsepsi alternatif bisa juga berasal dari diri siswa, karena siswa tidak bisa membedakan antara konteks di mana konsepsi awal mereka dikembangkan dan konteks di mana konsep fisika didefinisikan saat pembelajaran. Saat dihadapkan pada persoalan konteks siswa hanya mengandalkan konsepsi tertentu

yang dianggap sudah dapat menyelesaikan masalah secara praktis, hal ini dikatakan sebagai apresiasi (penghargaan) konseptual. Indikasi konsepsi alternatif maupun paralel yang muncul dalam diri siswa karena faktor apresiasi konseptual dari siswa dapat diketahui jika dilakukan wawancara dan siswa akan menjawab dengan langsung yang sudah diyakini kebenarannya.

Menurut diSessa (1988), konsepsi alternatif berasal dari kumpulan sejumlah pengetahuan sebagai pengetahuan yang terpisah-pisah, yang diperoleh dari pengalaman kehidupan sehari-hari yang relatif awal, sederhana dan umum. Pengetahuan itu memberikan dasar berabstraksi lebih lanjut dan bernalar yang lebih tinggi tentang proses fisika. Contohnya, dalam memanaskan benda diatas bara api, seseorang tidak dapat menjelaskan mengapa benda yang dipanaskan suhunya akan naik, tetapi hanya berpikir bahwa benda yang dipanaskan suhunya akan bertambah. Faktor fragmentasi dalam diri peserta didik dapat memunculkan konsepsi paralel. Bila saat wawancara siswa memberikan penjelasan tentang konsep/konteks dengan dua cara yang berbeda dan bertentangan, maka ini menunjukkan adanya faktor fragmentasi pada kognisinya.

Faktor penyebab konsepsi alternatif selanjutnya ialah pengetahuan sebagai struktur teoretis. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Vosniadou (1994), menyimpulkan bahwa berbagai konsepsi alternatif dibangun oleh individu sebagai upaya untuk mengintrepetasikan masalah baru di dalam teori, tetapi intrepetasi tersebut masih belum sesuai dengan pandangan ilmiah. Vosniadou menyarankan bahwa teori kerangka spesifik dalam pembentukan konsepsi alternatif harus dipertimbangkan di dalam desain pembelajaran. Indikasi adanya konsepsi

alternatif maupun paralel dalam diri siswa karena faktor teori dapat diketahui dengan melakukan wawancara. Jika jawaban yang diberikan berpijak pada teori, tetapi teori/asumsi awal tersebut keliru, maka indikasi konsepsi alternatif maupun paralel dalam diri siswa karena faktor struktur teoritis siswa dapat diketahui.

Ada satu hal lagi yang merupakan faktor penyebab konsepsi alternatif berasal dari siswa yaitu, faktor kemalasan. Terkadang beberapa orang tidak mau berpikir lebih mendalam lagi dalam menyelesaikan sebuah permasalahan fisika. Oleh karena itu, pemahaman mereka terhadap konsep fisika pun menjadi tidak mendalam. Terlebih pembelajaran yang ada disekolah selama ini, guru lebih menekankan pada penggunaan rumus untuk menyelesaikan soal, sehingga peserta didik lebih menyukai soal berupa soal hitungan yang penyelesaiannya menggunakan rumus praktis daripada harus menyelesaikan soal fisika berbentuk soal konsep. Pemahaman yang tidak mendalam digunakan sebagai istilah untuk menunjukkan faktor ini.

Pembelajaran menjadi salah satu faktor terbentuknya konsepsi alternatif. Menurut Jufri (2013) pembelajaran menempatkan peserta didik sebagai sumber atau subjek kegiatan dan guru sebagai fasilitator pembelajaran. Dalam kegiatan pembelajaran fisika, diharapkan siswa mencapai pemahaman yang mendalam berkaitan dengan konsepsi ilmiah tentang fisika. Penguasaan materi yang dimiliki oleh pendidik/guru menjadi hal penting bagi siswa dalam memahami konsepsi ilmiah tersebut. Jika kesalahan konsep terjadi pada guru ketika melakukan proses pembelajaran, hal ini dapat menghambat peserta didik dalam proses belajar selanjutnya. Pada penelitian ini, bila pada saat wawancara, subjek mengemukakan

suatu pendapat berdasarkan konsepsi alternatif yang diperoleh pada kegiatan pembelajaran sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa latar belakang konsepsi tersebut antara lain disebabkan karena faktor pembelajaran.

Menurut Campanario menegaskan adanya beberapa kesalahan dalam buku teks yang biasa dibaca siswa, terutama berkaitan dengan *content* pedagogi (Linuwih, 2011). Entah karena bahasanya yang sulit, penjelasan yang ada di buku tidak benar, gambar yang mengilustrasikan suatu materi tidak sesuai ataupun tingkat kesulitan penulisan buku terlalu tinggi bagi siswa. Hal ini akan menyebabkan peserta didik yang menggunakan buku tersebut, akan mengalami salah penafsiran pula dalam memahami materi yang ada didalamnya. Ada pula pada buku fisika misalnya, beberapa buku yang berupa buku teks dari terjemahan, ketika buku tersebut terdapat kesalahan makna dalam penerjemahan juga akan menimbulkan permasalahan tersendiri. Bagi peserta didik yang membaca dapat saja mengalami konsepsi alternatif. Bila subjek mengemukakan suatu pendapat berdasarkan konsepsi alternatif yang diperoleh pada saat membaca buku teks, maka dapat disimpulkan bahwa latar belakang konsepsi paralel antara lain disebabkan karena faktor pembacaan buku teks.

2.2 Perubahan Konsepsi

Menurut Suparno (2013) mengenai teori perubahan konsep sains, dalam *The Structure of Scientific Revolutions* Kuhn menyatakan bahwa perkembangan sains lebih ditentukan oleh paradigma para ilmuwan, dengan paradigma merupakan suatu skema konseptual dengan mana para ilmuwan dalam suatu disiplin

tertentu memandang suatu persoalan dibidang mereka. Namun paradigma yang digunakan oleh ilmuwan ini sering mengalami perubahan.

Ruhf (2003) juga mengatakan bahwa perubahan konsep seseorang dan terjadi ketika siswa telah mampu mengubah kerangka berpikirnya terhadap suatu konsep sesuai dengan konsep yang telah disepakati oleh ilmuwan (Ummah *et al*, 2014). Dalam tinjauan ini penafsiran dari perubahan konsepsi merupakan perubahan dari hasil pemikiran, pemahaman atau yang dikemukakan seseorang mengenai suatu pengetahuan atau konsep yang telah ada yang disebabkan oleh suatu hal.

Menurut Gustone dalam Suratno (2008) dalam proses perubahan konsepsi terdapat beberapa proses meliputi proses mengenali (*recognizing*), mengevaluasi (*evaluating*) konsepsi dan keyakinan, kemudian memutuskan (*deciding*) apakah perlu membangun ulang (*reconstructing*) atau tidak konsepsi dan keyakinan tersebut dengan yang baru. Perubahan konsep yang bersifat jangka panjang dan stabil baru bisa tercapai bila siswa mengenali hal-hal yang relevan dan sifat umum dari konsep ilmiah secara kontekstual.

Perubahan konsepsi juga memiliki kaitan dengan segala sesuatu yang ada dalam pemikiran seseorang (kognisi). Kognisi mengaitkan antara input berupa konteks atau situasi, ide, memori jangka pendek, dan memori jangka panjang yang dipanggil maupun yang nantinya disimpan (Niedderer, 2001; Agnes, 2002). Salah satu aktivitas dalam kegiatan pembelajaran adalah memanggil kembali informasi terdahulu yang tersimpan dalam memori jangka panjang (*recalling*).

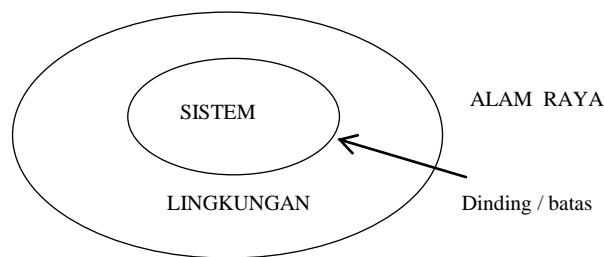
2.3 Efisiensi

Termodinamika merupakan bagian dari cabang fisika yang namanya Termofisika (*Thermal Physics*). Termodinamika adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara energi dan kerja dari suatu sistem. Termodinamika hanya mempelajari besaran-besaran yang berkala besar (makroskopis) dari sistem yang dapat diamati dan diukur dalam eksperimen. Besaran-besaran yang berskala kecil (mikroskopis) dipelajari dalam Teori Kinetik Gas (*Kinetic Theory of Gas*) atau Fisika Statistik (*Statistical Physics*). Termodinamika juga dapat diartikan sebagai ilmu yang menjelaskan kaitan antara besaran fisis tertentu yang menggambarkan sikap zat di bawah pengaruh kalor. Besaran fisis ini disebut koordinat makroskopis sistem. Kaitan atau rumus yang menjelaskan hubungan antar besaran fisis diperoleh dari eksperimen dan kemudian dapat digunakan untuk meramalkan perilaku zat di bawah pengaruh kalor. Jadi, Oleh karena itu, sebagian ahli menyatakan, Termodinamika merupakan ranting fisika yang mempelajari hubungan antara kalor dan kerja.

Menurut Hamid (2007) Ada dua pendapat mengenai pemanfaatan Termodinamika. Versi pertama datang dari Fisikawan dan Kimiawan. Mereka lebih condong menggunakan Termodinamika untuk meramalkan dan menghubungkan berbagai sifat zat di bawah pengaruh kalor dan mengembangkan data termodinamis. Versi kedua berasal dari para Insinyur (*Engineer*). Mereka lebih condong menggunakan data termodinamis dan gagasan dasar ketetapan energi serta produksi entropi untuk menganalisis perilaku sistem yang kompleks.

2.3.1 Sistem dan Lingkungan

Apa yang menjadi objek penelitian atau penyelidikan termodinamika disebut sistem. Contoh sistem adalah: padatan, cairan, gas, sepotong logam dan mesin. Segala sesuatu di luar sistem disebut lingkungan sistem. Oleh sebab itu, sistem ditambah dengan lingkungan sistem disebut semesta atau alam raya.



Gambar 2.1 Sistem Termodinamis

Antara sistem dan lingkungan sistem terdapat dinding pemisah dan dapat terjadi interaksi kalor atau interaksi termal. Sistem bersama lingkungan akan membentuk alam raya atau semesta. Jika interaksi antara sistem dengan lingkungan sistem ini dicegah oleh dinding pemisah lainnya, sehingga tidak terjadi interaksi, maka sistem disebut sistem terisolasi. Jika sistem dapat mengalami pertukaran energi (kalor) tetapi tidak dapat mengalami pertukaran bahan kandungannya, sistem disebut tertutup. Jika sistem dapat mengalami pertukaran materi dengan lingkungannya, sistem dikatakan terbuka. Interaksi termal terjadi apabila dinding pemisah antara sistem dan lingkungan sistem bersifat diatermik, yaitu dinding yang dapat meneruskan kalor hingga tercapai kesetimbangan yang baru.

Namun suatu keadaan setimbang baru akan tercapai setelah kalor berpindah dari sistem yang panas ke sistem yang kurang panas. Dalam keadaan

setimbang yang baru ini, kedua sistem memiliki temperatur yang sama atau setimbang termal. Pada dasarnya hukum ke nol termodinamika merupakan azas kesetimbangan termal. Azas tersebut menyatakan, jika dua objek yang terpisah ada dalam keadaan setimbang termodinamik dengan objek yang ketiga dan mereka ada dalam keadaan setimbang, maka ketiga objek yang ada dalam kesetimbangan termodinamik mempunyai temperatur yang sama.

Sistem dalam kesetimbangan termodinamik harus memenuhi syarat, diantaranya adalah kesetimbangan mekanis, jika tidak terdapat gaya tak berimbang yang beraksi pada bagian mana pun dari sistem atau pada sistem secara keseluruhan. Selain itu, kesetimbangan termal, jika tidak ada perbedaan temperatur antar bagian sistem atau antara sistem dengan lingkungannya. Serta kesetimbangan kimia, jika tidak ada reaksi kimia dalam sistem dan tidak ada perpindahan unsur kimia dari satu bagian sistem ke bagian sistem yang lain.

2.3.2. Kerja

Kerja dalam kehidupan sehari-hari merupakan istilah yang sudah tidak asing lagi. Makna dalam fisika, kerja sebagai hasil kali gaya yang dilakukan pada sebuah benda dengan perpindahannya terdapat. Zemansky (1986) jumlah kerja sama dengan hasil kali antara gaya yang bersangkutan dengan komponen arah pergeseran yang sejajar dengan gaya itu.

Pada bahasan kerja dan energi, ada dua bentuk energi mekanik, yaitu energi potensial (tersimpan) dan energi kinetik (gerak). Energi dapat berubah dari bentuk satu ke bentuk lain. Contoh perubahan bentuk energi di tingkat makroskopis buah mangga yang menggantung di tangkai memiliki energi potensial, saat buah mangga jatuh ke tanah, energi potensialnya berkurang karena

jarak vertikal buah dari tanah semakin kecil. Energi potensial buah mangga tersebut berubah menjadi energi kinetik translasi karena kecepatan buah mangga bertambah akibat percepatan gravitasi yang bernilai konstan.

Perubahan bentuk energi biasanya melibatkan perpindahan energi dari suatu benda ke benda yang lain. Misalnya, ketika mendorong mobil yang mogok energi potensial kimia dari tubuh berubah menjadi bentuk energi kinetik translasi mobil. Berdasarkan hal tersebut tampak bahwa perpindahan energi selalu disertai usaha/kerja (W), seandainya tidak ada kerja yang dilakukan, mobil tidak mungkin mobil bergerak. Sistem mengalami pergeseran karena beraksinya gaya, maka dikatakan kerja telah dilakukan.

2.3.3 Kalor

Kalor/panas merupakan energi yang berpindah akibat adanya perbedaan suhu. Pengertian lain kalor/panas ialah sesuatu yang berpindah antara sistem dan lingkungannya akibat adanya perubahan temperatur (Zemansky, 1986). Jadi, kerja (W) dan kalor (Q) terlibat dalam perpindahan energi dengan sama-sama berdimensi tenaga/ energi.

Setiap ada perbedaan temperatur antara dua sistem maka akan terjadi perpindahan kalor, kecuali jika dibatasi dengan dinding adiabatik. Misalnya, ketika mencampur air panas dan air dingin dalam sebuah termos tertutup, karena ada perbedaan temperatur antara air panas dan air dingin maka terjadi perpindahan kalor dari air panas menuju air dingin. Termos merupakan sistem terisolasi karena tidak ada kalor yang berpindah menuju udara atau menuju termos. Kalor yang dilepaskan oleh air panas hanya diserap oleh air dingin hingga campuran air panas dan air dingin mencapai kesetimbangan termal. Begitu pula sebaliknya air dingin

menyerap kalor untuk mencapai kesetimbangan termal. Apabila sejumlah kalor diberikan pada suatu benda, kalor dapat digunakan untuk mengubah wujud atau mengubah suhu suatu zat. Besar kalor Q yang diperlukan untuk mengubah suhu suatu zat yang besarnya ΔT sebanding dengan massa m zat secara matematis dirumuskan:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = C \Delta T$$

dengan:

Q = Kalor yang diserap (joule);

m = massa benda (kg);

c = kalor jenis benda (J/kg K);

C = Kapasitas panas zat (J/K)

ΔT = perubahan temperatur (K).

Kalor jenis merupakan besaran karakteristik suatu zat, yang menunjukkan kapasitas panas per satuan massa ($c = \frac{C}{m}$) Satuan dari kalor jenis adalah J/kg K.

Kalor yang digunakan untuk mengubah wujud benda disebut kalor laten. Pada perubahan wujud atau fase, benda tidak mengalami perubahan temperatur. Selama perubahan fase, kalor yang diserap atau dilepas oleh benda digunakan seluruhnya untuk berubah wujud. Secara matematis, besarnya kalor laten adalah:

$$Q = m \cdot L$$

dengan:

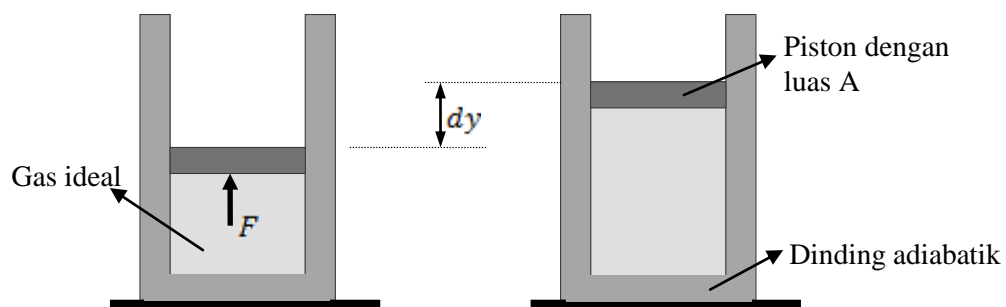
Q = Kalor yang diserap (joule);

m = massa benda (kg);

L = kalor laten (J/kg).

2.3.4 Proses Kuasi-Statik

Proses kuasi statik, yaitu merupakan proses yang berlangsung sangat lambat sehingga perubahan koordinat termodinamikanya dari waktu ke waktu sangat kecil sekali. Setiap saat sistem hampir dalam keadaan setimbang termodinamika, sehingga selama proses kuasi statik dianggap berada dalam keseimbangan. Sebenarnya proses kuasi statik tidak ada dan merupakan proses ideal yang digunakan untuk mempermudah pembahasan. Proses yang sebenarnya dapat di temukan dalam kenyataan adalah proses non kuasi statik.



Gambar 2.2 Silinder Adiabatik Berisi Gas Ideal dengan Piston yang Bergerak

Mula-mula gas ideal menempati ruang dengan volume V dan tekanan P . Bila piston mempunyai luas penampang A maka gaya dorong gas pada piston $F = PA$. Dimisalkan gas melakukan ekspansikan (memuai) secara kuasi-statik, (secara pelan-pelan sehingga setiap saat terjadi kesetimbangan), piston naik sejauh dy , maka kerja/usaha yang dilakukan gas pada piston :

$$\begin{aligned} dW &= F dy \\ &= P A dy \end{aligned}$$

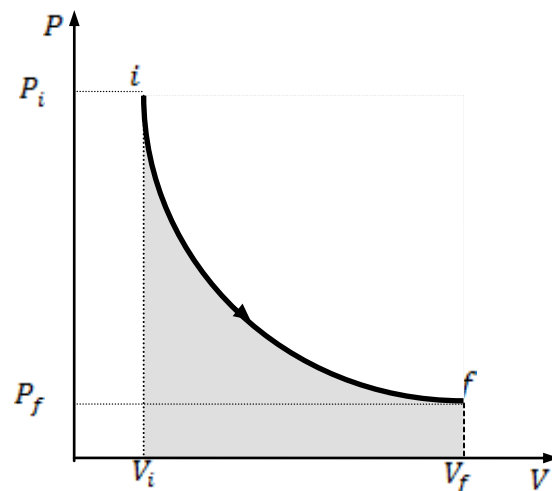
$A dy$ adalah pertambahan volume gas, sehingga

$$dW = P dV$$

Bila volume dan tekanan mula-mula V_i dan P_i , volume dan tekanan akhir V_f dan P_f , maka kerja total yang dilakukan gas :

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P dV$$

karena perubahan volumenya dilakukan secara kuasi statik, tekanan sistem P pada setiap saat tidak hanya sama dengan tekanan eksternal, tetapi juga merupakan suatu koordinat termodinamik. Jadi tekanan dapat diungkapkan sebagai fungsi dari T dan V dengan memakai persamaan keadaan. Jika P dapat diungkapkan sebagai fungsi dari V saja, maka kerja merupakan luasan bidang di bawah kurva P terhadap V .



Gambar 2.3 Diagram PV Ekspansi Gas

Kerja yang dilakukan gas pada saat ekspansi dari keadaan awal ke keadaan akhir adalah luas dibawah kurva dalam diagram PV .

lintasan $P_i(V_f - V_i)$, dan pada gambar (c) lintasan dengan proses ekspansi

isotermis, usaha yang dilakukan sepanjang lintasan, yaitu $dW = P dV$

$$dW = \frac{nRT}{V} dV$$

$$W = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV$$

$$W = nRT \int_{V_i}^{V_f} \frac{1}{V} dV$$

$$W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

Sehingga usaha yang dilakukan oleh sebuah sistem tidak hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir, tetapi juga bergantung pada proses hanya perantara antara keadaan awal dan keadaan akhir. Dengan hal yang sama bahwa kalor yang dipindahkan masuk atau keluar dari sebuah sistem bergantung pada proses perantara di antara keadaan awal dan keadaan akhir. Jadi kerja tidak hanya bergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir sistem saja, tetapi juga lintasannya, sama halnya dengan kalor (Zemansky, 1986).

2.3.5 Hukum Pertama Termodinamika

Suatu proses dari keadaan awal i ke keadaan akhir f , untuk setiap keadaan perantara (lintasan) yang berbeda memberikan Q dan W yang berbeda, tetapi mempunyai harga $Q - W$ yang sama. $Q - W$ hanya bergantung pada keadaan awal dan keadaan akhir saja.

$Q - W$ ini dalam termodinamika disebut perubahan tenaga internal/ perubahan energi dalam ($\Delta U = U_f - U_i$), sehingga :

$$\Delta U = Q - W$$

yang dikenal sebagai hukum pertama termodinamika, yang merupakan hukum kekekalan energi. Untuk perubahan infinitesimal atau sangat kecil :

$$dU = dQ - dW$$

Untuk proses kuasi-statik infinitesimal dari suatu sistem hidrostatik, hukum pertama menjadi

$$dU = dQ - PdV$$

2.3.6 Kapasitas Kalor

Jika sejumlah gas menerima kalor (Q), sehingga suhunya naik (ΔT), maka pengertian tersebut merupakan kapasitas kalor, dengan dirumuskan sebagai

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

Dengan Q_V untuk kalor yang ditambahkan pada volume konstan, didapatkan

$$Q_V = C_V \Delta T$$

Untuk volume tetap, $W = 0$ dari hukum pertama termodinamika

$$Q_V = \Delta U + W = \Delta U$$

Jadi $\Delta U = C_V \Delta T$

Untuk perubahan yang sangat kecil

$$dU = C_V dT$$

$$C_V = \frac{dU}{dT}$$

Jadi kapasitas kalor pada volume konstan merupakan perubahan energi internal terhadap temperatur.

Jika ditambahkan kalor pada tekanan konstan, gas akan memuai dan akan melakukan usaha pada sekitarnya.

$$Q_p = C_p \Delta T$$

dari hukum pertama termodinamika

$$Q_p = \Delta U + W = \Delta U + P\Delta V$$

Sehingga diperoleh

$$C_p \Delta T = \Delta U + P\Delta V$$

Untuk perubahan yang sangat kecil

$$C_p dT = dU + PdV$$

Nilai $dU = C_v dT$, maka

$$C_p dT = C_v dT + PdV$$

Dengan gas ideal hubungan tekanan, volume, temperatur

$$PV = nRT$$

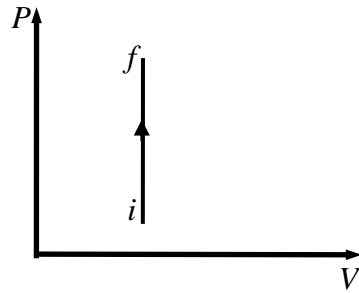
Dengan mengambil diferensial kedua ruas dengan dP tekanan konstan, didapatkan

$$C_p = C_v + n.R$$

2.3.7 Proses-Proses dalam Termodinamika

2.3.7.1 Proses Isokhoris (volume konstan)

Bila volume konstan



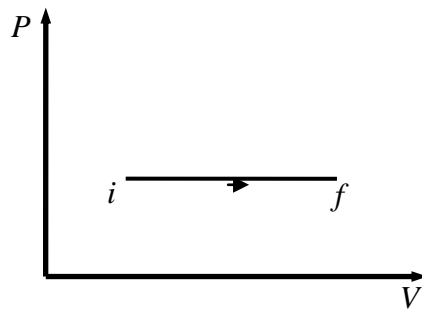
Gambar 2.5 Proses Isokhoris

Pada proses ini $dV = 0$, maka usaha yang dilakukan $dW = 0$, sehingga

$$dQ = dU = C_v dT$$

Proses Isobaris (tekanan konstan)

Bila tekanan konstan,



Gambar 2.6 Proses Isobaris

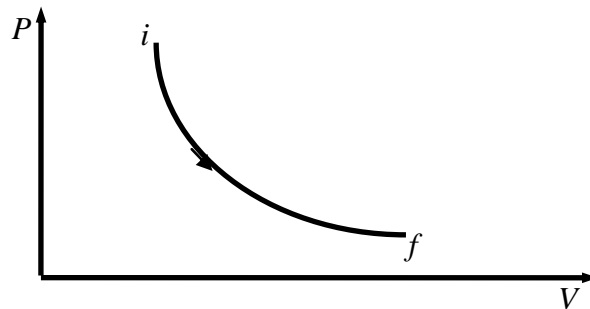
Pada proses ini $dQ = dU + dW$, sehingga

$$dW = PdV$$

$$dQ = C_p dT$$

2.3.7.2 Proses Isotermis (temperatur konstan)

Bila temperatur konstan



Gambar 2.7 Proses Isotermis

Pada proses ini $dT = 0$, maka perubahan tenaga internal $dU = 0$, dan usaha yang dilakukan :

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P \, dV$$

$$P = \frac{nRT}{V}, \text{ maka}$$

$$W = nRT \int_{V_i}^{V_f} \frac{1}{V} \, dV$$

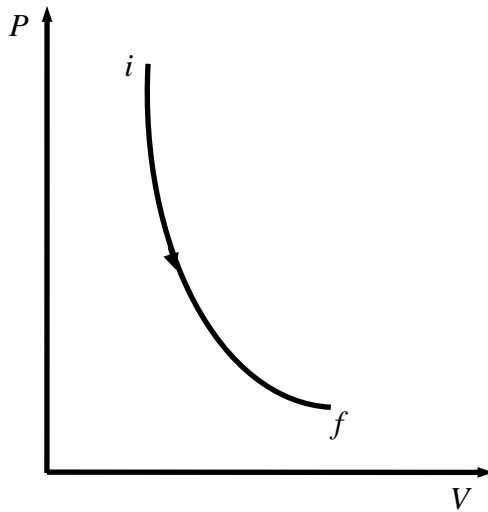
$$W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

Proses Adiabatis

Pada proses adiabatik tidak ada kalor yang masuk maupun keluar dari sistem, $Q = 0$. Proses adiabatik untuk gas ideal berlaku hubungan

$$PV^\gamma = \text{konstan.}$$

$$P_i V_i^\gamma = P_f V_f^\gamma$$



Gambar 2.8 Proses Adiabatis

$$dU = dQ - dW$$

$$dQ = 0$$

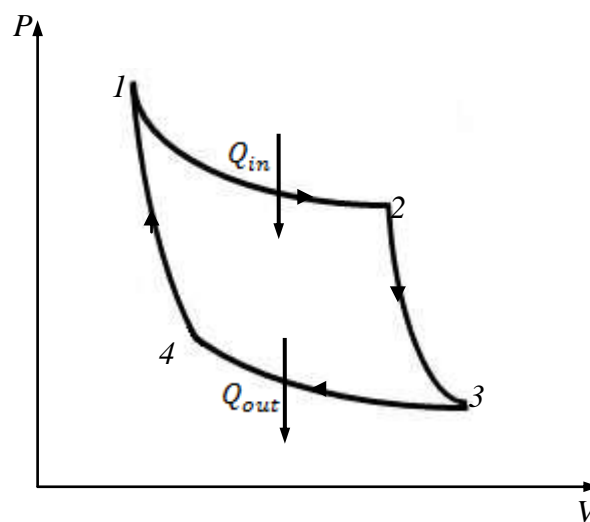
$$dU = -dW = C_v dT$$

2.3.8 Mesin Kalor

Mesin kalor ialah mesin yang bertujuan untuk mengubah sebanyak mungkin kalor masukan Q_{in} menjadi usaha. Ciri-ciri dari mesin kalor ialah zat kerja (air untuk mesin uap, udara dan uap bensin untuk mesin bakar dalam) menyerap sejumlah kalor Q_{in} pada temperatur tinggi T_h , melakukan kerja/usaha W , dan membuang panas $|Q_{out}|$ pada temperatur rendah T_c . Zat kerja kemudian kembali ke keadaan awal. Karena itu mesin panas bekerja secara siklus. Rangkaian dari beberapa proses termodinamika yang berawal dan berakhir pada keadaan yang sama disebut siklus.

2.3.8.1 Siklus Carnot

Tahun 1824 Sadi Carnot menunjukkan bahwa mesin kalor terbalikkan dengan siklus antara dua reservoir panas adalah mesin yang paling efisien.



Gambar 2.9 Siklus Carnot Terdiri dari Proses Isotermis dan Proses Adiabatis.

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa siklus carnot terdiri atas 4 proses berikut ini.

- ✓ Proses 1-2 : ekspansi isotermal pada temperatur T_h (temperatur tinggi). Gas dalam keadaan kontak dengan reservoir temperatur tinggi. Dalam proses ini gas menyerap kalor (Q_{in}) dari reservoir T_h dan melakukan usaha W_{12} menggerakkan piston.
- ✓ Proses 2-3 : ekspansi adiabatik. Tidak ada kalor yang diserap maupun keluar sistem. Selama proses temperatur gas turun dari T_h ke T_c (temperatur rendah) dan melakukan usaha W_{12} .

- ✓ Proses 3-4 : kompresi isothermal pada temperatur T_c (temperatur tinggi). Gas dalam keadaan kontak dengan reservoir temperatur rendah. Dalam proses ini gas melepas kalor (Q_{out}) dari reservoir dan mendapat usaha dari luar W_{34} .
- ✓ Proses 4-1 : kompresi adiabatik. Tidak ada kalor yang diserap maupun keluar sistem. Selama proses temperatur gas naik dari T_c ke T_h dan mendapat usaha W_{41} .

Usaha yang dilakukan pada gas dalam Siklus Carnot memenuhi persamaan:

$$W = Q_{in} - Q_{out}$$

2.3.9 Efisiensi

Efisiensi merupakan perbandingan usaha (W) yang dilakukan dengan kalor (Q_{in}) yang diserap oleh suatu mesin. Kerja (Usaha) yang dilakukan oleh mesin yang menggunakan Siklus Carnot (mesin Carnot) sebagai berikut.

$$\epsilon = \frac{\text{kerja yang dilakukan}}{\text{kalor masuk yang diberikan}}$$

Karena kerja yang dilakukan selama satu siklus adalah sama dengan kalor yang diberikan dikurangi dengan kalor yang dilepaskan, efisiensi siklus bisa juga dinyatakan:

$$\eta = \frac{\text{kalor yang diberikan} - \text{kalor yang dilepaskan}}{\text{kalor masuk yang diberikan}}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_{in}} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}} = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

Efisiensi seperti yang dijelaskan merupakan efisiensi teoritis siklus. Karena itu disebut juga efisiensi termal teoritis. Tidak memasukkan kerugian-kerugian yang ada pada keadaan sebenarnya ketika mesin sedang berjalan. Untuk

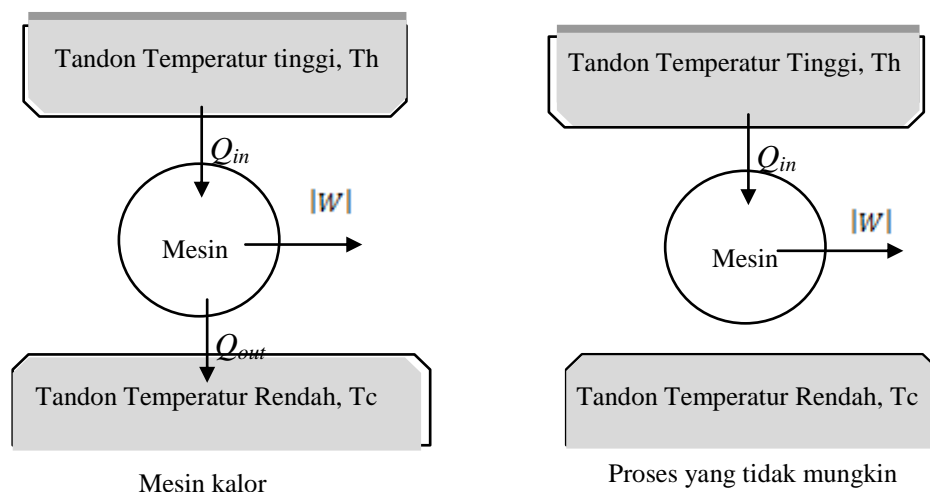
membandingkan efisiensi termodinamik siklus, udara diasumsikan sebagai zat kerja di dalam silinder mesin. Selanjutnya, udara diasumsikan mempunyai sifat gas sempurna. Efisiensi yang diperoleh disebut juga sebagai efisiensi standar udara. Atau disebut juga efisiensi ideal.

2.3.10 Hukum Kedua Termodinamika

Mesin kalor yang telah dibahas sebelumnya menyatakan, kalor yang diserap dari sumber pada temperatur tinggi (Q_{in}). Usaha dilakukan oleh mesin kalor (W). Kalor dilepas pada temperatur rendah (Q_{out}). Dari hal ini menunjukkan bahwa efisiensi mesin kalor tidak pernah berharga 100%. karena Q_{out} selalu ada dalam setiap siklus.

Kelvin-Planck menyatakan :

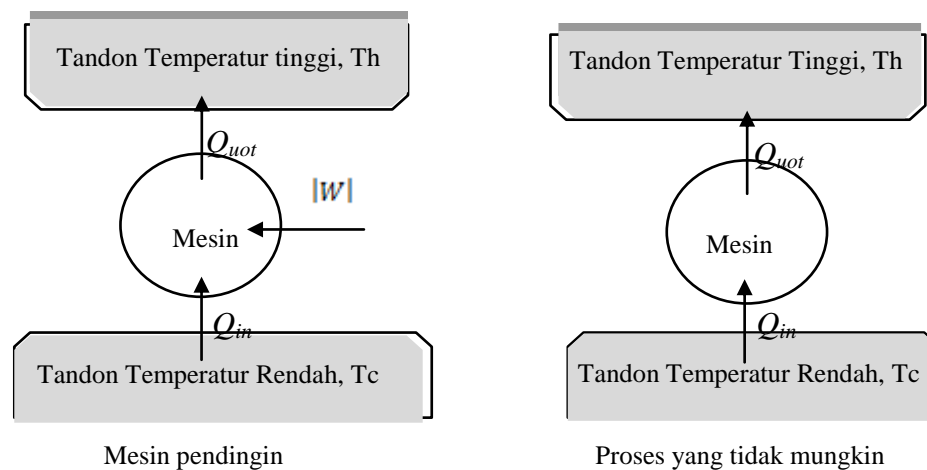
“Tidak mungkin membuat suatu mesin kalor, yang beroperasi pada suatu siklus, hanyalah mentransformasikan ke dalam usaha semua kalor yang diserapnya dari sebuah sumber”.



Gambar 2.10 Gambaran Skematik Mesin Kalor

Sebuah refrigerator/mesin pendingin, menyerap kalor Q_{in} dari reservoir temperatur rendah dan melepaskan kalor Q_{out} ke reservoir temperatur tinggi. Dan ini hanya mungkin terjadi bila ada usaha/kerja yang dilakukan pada sistem. Clausius menyatakan :

“Untuk suatu mesin siklis maka tidak mungkin untuk menghasilkan tidak ada efek selain daripada menyampaikan kalor secara kontinyu dari sebuah benda ke benda lain yang bertemperatur lebih tinggi”.



Gambar 2.11 Gambaran Skematik Mesin Pendingin

BAB 3

METODE PENELITIAN

Setiap penelitian perlu menggunakan metode yang tepat untuk mencapai tujuan tertentu. Menurut Sugiyono (2009) metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Tujuan dari penelitian ini, yakni untuk mengetahui bentuk konsepsi yang terjadi pada mahasiswa fisika pada topik efisiensi setelah beberapa waktu memperoleh pengetahuan materi termodinamika, serta mengetahui perubahan konsepsi yang terjadi, berdasarkan hal itu maka peneliti memilih menggunakan metode penelitian kualitatif.

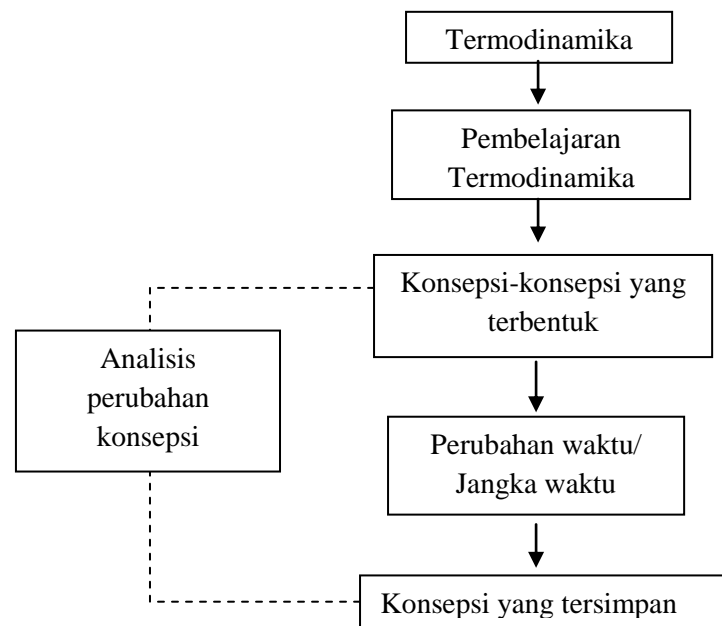
3.1 Paradigma Penelitian

Termodinamika merupakan salah satu kajian ilmu fisika yang membutuhkan pemahaman konsep mendalam. Termodinamika erat kaitannya dengan penerapan praktis dalam semua cabang ilmu pengetahuan alam dan teknologi seperti halnya dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, mulai dari mempelajari temperatur, kalor (panas), kerja, pertukaran energi, serta aplikasi teknologi dalam mesin. Dalam penggunaan prinsip dan metode termodinamika dalam perancangan tersebut hal utama yang diharapkan adalah efisiensi dari mesin yang digunakan.

Berdasarkan penelitian oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa masih ada mahasiswa yang belum memahami konsep fisika secara utuh. Pemahaman mahasiswa tentang fisika masih terpisah-pisah dan belum terintegrasi dengan

baik. Seperti halnya diungkapkan oleh Linuwih & Setiawan (2010) pada pikiran mahasiswa calon guru, sebenarnya sudah ada konsepsi-konsepsi berbagai hal tentang fisika, namun konsepsi itu belum terkoordinasi dengan baik.

Konsepsi mengenai efisiensi termal yang merupakan bagian dari termodinamika, penting untuk dibahas melalui prinsipnya yang digunakan pada berbagai mesin di kehidupan sehari-hari, mulai dari konsep kerja dan kalor yang terjadi dalam prosesnya. Diagram untuk paradigma penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti dapat dilihat dari gambar 3.1.

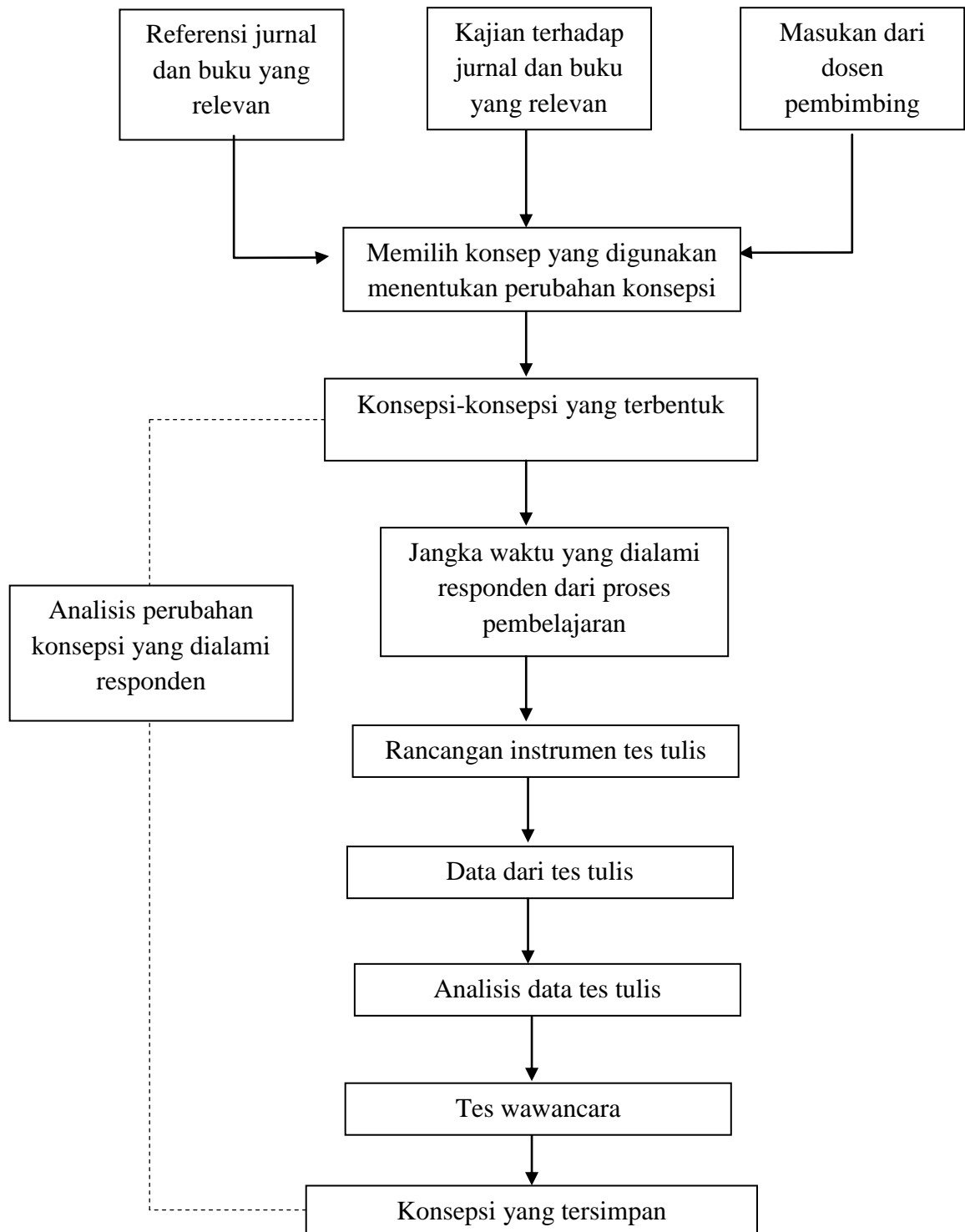


Gambar 3.1 Diagram Paradigma Penelitian

3.2 Desain Penelitian

Langkah awal untuk melakukan penelitian ini adalah melakukan kajian terhadap beberapa sumber penelitian, dari jurnal, buku-buku yang terkait dengan penelitian ini. Setelah melakukan kajian, kemudian menentukan topik yang akan dikaji untuk mencari perubahan konsepsi yang terjadi setelah jangka waktu pembelajaran pada mahasiswa. Pemilihan topik/ materi berdasar dari masukan dosen pengampu mata kuliah termodinamika dengan topik efisiensi.

Setelah menentukan topik yang akan digunakan sebagai penelitian. Sebelumnya, telah didapatkan data berupa hasil evaluasi pembelajaran pada perkuliahan termodinamika. Hasil tersebut dianalisis untuk mengetahui tingkat konsepsi ilmiah pada responden, yang akan menjadi dasar penelitian selanjutnya. Ketika telah melalui jangka waktu dalam pembelajaran termodinamika yang telah diterima, langkah selanjutnya adalah menyusun instrumen penelitian yang berupa tes tulis dan tes wawancara. Instrumen tes tulis berupa soal yang terkait topik yang diambil berdasarkan validasi dari dosen pembimbing. Tes wawancara diberikan setelah melakukan tes tulis guna mengetahui berbagai jenis perubahan konsepsi pada diri responden serta bagaimana konsepsi tersebut dapat terjadi pada diri responden. Diagram dari desain penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Desain Penelitian

3.3 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa jurusan fisika Universitas Negeri Semarang angkatan 2012. Pengambilan subjek ini sesuai dengan tujuan, yakni pada mahasiswa yang sudah mendapatkan cukup pengetahuan mengenai termodinamika ketika menempuh mata kuliah tersebut, mata kuliah fisika dasar dan pengetahuan saat SMA. Selain itu kondisi subjek yang beberapa bulan lalu yang telah dilakukan evaluasi pada matakuliah termodinamika dianggap telah melalui kondisi puncak berpikir. Berdasarkan data evaluasi tersebut digunakan sebagai data tes tertulis di akhir pembelajaran mengenai konsepsi yang terbentuk saat kondisi puncak. Setelah itu dari kondisi puncak akan dianalisis lagi konsepsi yang dialami melalui tes tertulis pada satu tahun berikutnya, sehingga dari kedua data tersebut akan digunakan sebagai acuan peneliti untuk mengetahui perubahan konsepsi yang terjadi.

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan menggunakan dua macam teknik, yang berupa tes tertulis dan wawancara. Pada tahap pertama pengambilan data dengan tes tertulis, setelah itu dianalisis untuk kemudian dilakukan wawancara. Sedangkan pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Sugiyono (2010) *purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu, yakni pada penelitian ini menyesuaikan keadaan subjek, serta banyaknya data yang diperoleh untuk mendukung penelitian. Dengan keterbatasan kemampuan, waktu, dan biaya,

maka dengan menggunakan metode pengambilan sampel ini dipilih secara cermat sehingga relevan dengan struktur penelitian.

3.4 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah perubahan konsepsi pada topik efisiensi yang dialami mahasiswa fisika Unnes. Berbagai bentuk perubahan konsepsi yang dialami oleh subjek nantinya diperoleh dengan menggunakan tes tulis, dan wawancara yang digunakan untuk klarifikasi jawaban serta mengetahui lebih dalam penyebabnya perubahan yang dialami.

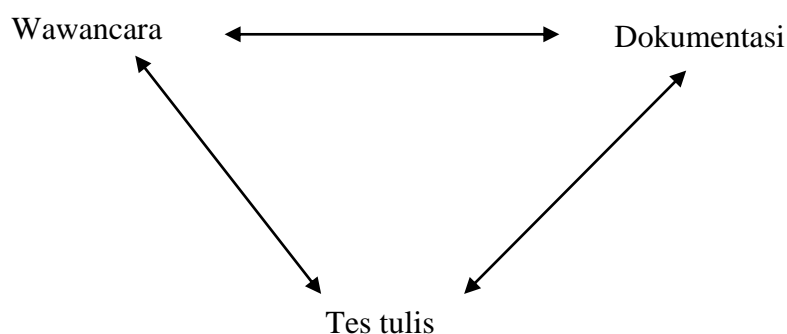
3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah menggunakan tes tulis dan tes wawancara. Metode tes tulis digunakan sebagai sumber data primer. Hasil dari sumber data primer tersebut sebagai acuan dalam analisis awal konsepsi yang terjadi pada responden. Sumber data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data.

Selain metode tes tulis, metode wawancara juga digunakan sebagai data primer penelitian. Wawancara yang dilaksanakan pada penelitian ini merupakan wawancara tak terstruktur yaitu, wawancara yang bebas dimana peneliti tidak menggunakan pedoman wawancara yang telah tersusun secara sistematis dan lengkap, namun hanya menggunakan poin-poin acuan terkait topik penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan *natural setting* (kondisi yang alamiah), secara *fleksibel* dan tidak menggunakan pedoman wawancara yang terstruktur. Metode wawancara dilakukan sebagai klarifikasi hasil jawaban tes tulis responden

dan untuk mengetahui perubahan konsepsi yang dialami serta penyebabnya secara lebih dalam. Sedangkan sebagai data sekunder yaitu, sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, antara lain: arsip-arsip yang berkaitan dengan responden dan dokumentasi.

Dalam teknik pengumpulan data, triangulasi digunakan sebagai teknik pengumpulan data yang bersifat menggabungkan dari berbagai teknik pengumpulan data dan sumber data yang telah ada. Pengumpulan data secara triangulasi menurut Sugiyono (2010) sebenarnya peneliti mengumpulkan data yang sekaligus menguji kredibilitas data. Triangulasi data merupakan cara terbaik dalam menghilangkan perbedaan konstruksi kenyataan dengan data yang diperoleh dari berbagai pandangan (Moleong, 2010). Teknik triangulasi dalam penelitian ini adalah teknik triangulasi sumber yaitu dengan mengecek data yang diperoleh melalui beberapa sumber. Sumber data dalam penelitian ini antara lain, tes tulis, wawancara dan dokumentasi.



Gambar 3.3 Triangulasi Data dengan Tiga Sumber Data

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan adalah soal tes tulis dan perlengkapan dalam wawancara. Adapun instrumen tes tulis berpedoman pada soal yang telah divalidasi serta masukan dari dosen pembimbing selaku dosen mata kuliah termodinamika. Hasil dari tes tulis tersebut digunakan untuk mengetahui bentuk perubahan konsepsi yang terjadi pada responden.

Hasil analisis dari jawaban dua tahapan tes tulis kemudian dijadikan sebagai acuan untuk menyusun poin-poin pertanyaan yang digunakan untuk melakukan wawancara. Namun, tidak menutup kemungkinan pertanyaan akan berkembang saat wawancara pada responden. Pertanyaan berkembang sesuai dengan kondisi yang ditemukan oleh peneliti. Ketika wawancara instrumen yang digunakan berupa alat tulis dan alat perekam. Adanya alat perekam bertujuan agar data yang dihasilkan dalam tes wawancara lebih objektif dan didapatkan bukti berupa suara hasil wawancara

3.7 Teknik Analisis Data Penelitian

Dalam penelitian kualitatif, data diperoleh dari berbagai sumber. Teknik pengambilan data juga menggunakan bermacam-macam teknik pengambilan, kemudian digabungkan dengan data-data lain sesuai dengan tujuan. Penelitian ini menggunakan dua instrumen tes, yaitu tes tulis dan tes wawancara. Tes tulis dilakukan guna mengetahui konsepsi dan perubahan yang terjadi pada responden. Analisis data hasil tes tulis berupa jawaban responden yang bervariasi, kemudian

dirangkum dan direkap jumlah responden dengan konsepsi yang berbeda-beda. Hasil tersebut digunakan sebagai landasan tahap berikutnya yaitu wawancara.

Data hasil wawancara berupa rekaman percakapan antara peneliti dengan responden. Wawancara dilakukan guna klarifikasi hasil jawaban tes tulis responden serta mengetahui lebih dalam mengenai perubahan konsepsi yang dialami. Kegiatan akhir dari analisis data pada penelitian ini adalah membuat simpulan akhir berdasarkan data yang diperoleh di lapangan.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Telah diperoleh berbagai pola jawaban yang berbeda dan bentuk perubahan konsepsi mengenai efisiensi mesin kalor pada mahasiswa fisika Unnes antara semester genap tahun ajaran 2013/2014 atau di akhir pembelajaran dan pada satu tahun berikutnya

1. Bentuk konsepsi mahasiswa mengenai efisiensi pada mesin kalor di akhir pembelajaran terdapat beberapa konsepsi dengan pola yang seimbang antara konsepsi ilmiah dan alternatif, konsepsi ilmiah terbentuk karena dalam kondisi puncak berpikir mengenai materi, dan konsepsi alternatif yang disebabkan karena apresiasi konseptual serta dan pemahaman terhadap soal tidak mendalam
2. Bentuk konsepsi mahasiswa mengenai efisiensi pada mesin kalor setelah jangka waktu satu tahun, diantaranya dengan pola mayoritas berupa konsepsi ilmiah karena memori yang dimiliki mengenai materi tersebut masih sangat kuat atau mendalam, sedangkan pola minoritas berupa konsepsi alternatif karena jawaban berupa apresiasi konseptual dari pemahaman tidak mendalam, interpretasi yang tidak sesuai atau pengetahuan sebagai struktur teoretis, serta konsepsi paralel dari pengetahuan yang terfragmentasi.
3. Perubahan konsepsi mahasiswa mengenai efisiensi rata-rata menjadi lebih baik. Namun setelah dilakukan klarifikasi ternyata pemahaman secara

konseptual mahasiswa tidak lebih baik dari hasil jawaban dari tes tertulis, beberapa karena tertumpuk dengan materi-materi lain yang menyebabkan kerancuan pemahaman dalam berpikir serta intuisi di kehidupan sehari-hari.

4. Faktor-faktor yang berpengaruh pada perubahan konsepsi ke arah yang lebih baik karena pemahaman sejak awal yang begitu kuat, masih digunakannya materi dalam proses pembelajaran selanjutnya. Sedangkan perubahan ke arah yang buruk, karena turunan waktu yang cukup lama dengan tertumpuk oleh materi-materi lain menyebabkan kerancuan pemahaman dalam berpikir dan interferensi retroaktif. Selain itu, karena sejak awal pemahaman materi yang dimiliki tidak begitu kuat sehingga semakin lemah, serta pemahaman dalam proses pembelajaran yang masih rendah.

5.2 Saran

Sebaiknya ada koordinasi yang baik antara peneliti dengan responden untuk mempermudah pelaksanaan penelitian, selain itu dapat dilakukan penelitian lanjutan misalnya: analisis perubahan konsepsi materi termodinamika yang dialami mahasiswa ketika sebelum dan setelah pembelajaran.

Bagi pendidik, sebaiknya memperhatikan bentuk-bentuk dan faktor-faktor yang menyebabkan konsepsi paralel dan alternatif pada peserta didik. Dengan mengetahui hal tersebut, pendidik dapat menyusun strategi pembelajaran yang paling sesuai dengan kondisi mahasiswa, sehingga pembelajaran akan berjalan lancar dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- diSessa, A. 1988. *Knowledge in pieces*. In G. Forman & P. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hamid, A. A. 2007. *Kalor dan Termodinamika*. Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Jufri, W. 2013. *Belajar dan Pembelajaran Sains*. Bandung: Pustaka Reka Cipta.
- Khuriati R. S. A. 2007. *Buku Ajar Termodinamika PAF 22/3 SKS*. Semarang: Jurusan Fisika FMIPA UNDIP.
- Leinonen, R., M. A. Asikainen, & P.E. Hirvonen. 2010. Applying the contents of thermodynamics in a multi-phased process in university – What is the problem?. *The proceedings of the GIREP-ICPE-MPTL conference*. Tersedia di <http://epublications.uef.fi> [diakses 28-2-2015].
- Linuwih, S & A. Setiawan. 2010. Latar Belakang Konsepsi Paralel Mahasiswa Pendidikan Fisika dalam Materi Dinamika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6: 69-73.
- Linuwih, S. 2011. *Konsepsi Paralel Mahasiswa Calon Guru Fisika pada Topik Mekanika*. Disertasi. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Matlin, M. W. 2003. *Cognition*; Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Meltzer, D. E. 2004. Investigation of Students' Reasoning Regarding Heat, Work, and The First Law of Thermodynamics in An Introductory Calculus-based General. *American Journal of Physics*. **72** (11).
- Moleong, L. J. 2010. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Moran, M. J & H.N. Shapiro. 2004. *Termodinamika Teknik Jilid 1 Edisi 4*. Jakarta : Erlangga.
- Niedderer, H. 2001. Physics Learning as Cognitive Development. In Evans R.H., Andersen A.M., S Brensen H.: *Bridging Research Methodology and Research Aims. Student and Faculty Contributions from the 5th ESERA Summerschool in Gilleleje*, Denmark. The Danish University of Education. Page 397-414. (ISBN :87-7701-875-3).

- Ozdemir, O. F. 2004. *The Coexistence of Alternative and Scientific Conceptions in Physics*. Disertasi Doktor pada The Ohio State University.
- Pathare, S & H. C. Pradhan. 2004. Students' Alternative Conceptions in Pressure, Heat and Temperature. Homi Bhabha Centre for Science Education, TIFR: Mumbai, India. Page 38-40 Tersedia di <http://www.hbcse.tifr.res.in/episteme/episteme-1> [diakses 15-08-2015].
- Purba, J. P, Ganti Depari. 2007. Penelusuran Miskonsepsi Mahasiswa Tentang Konsep dalam Rangkaian Listrik Menggunakan Certainty Of Response Index dan Interview. Tersedia di <http://file.upi.edu/> [diakses 6-2-2015].
- Rifa'I, A & Catharina T. A. 2011. *Psikologi Pendidikan*. Semarang: Unnes Press.
- Sabella & Redish. 2007. *Knowledge Activation and Organization in Physics Problem Solving*. University of Maryland.
- Solso R. L, Otto H. M, Kimberly M. M. 2007. *Psikologi Kognitif edisi Kedelapan*. Jakarta: Erlangga.
- Sözbilir, M. 2003. A Review of Selected Literature on Students' Misconceptions of Heat and Temperature. *Boğaziçi University Journal of Education*, **20** (1).
- Stenberg, R. J. 2008. *Psikologi Kognitif edisi ke Empat*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Subroto. 2011. Kontribusi Kemampuan Mahasiswa Mengingat Konsep, Miskonsepsi dan Menggunakan Prinsip Terhadap Kemampuan Menjelaskan Dalam Memecahkan Masalah. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, 14 Mei 2011*.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suparno, P. 2013. *Miskonsepsi dan Perubahan Konsep dalam Pendidikan Fisika*. Jakarta: Gramedia.
- Suratno, T. 2008. Konstruktivisme, Konsepsi Alternatif dan Perubahan Konseptual dalam Pendidikan IPA. *Jurnal Pendidikan Dasar*. No 10-Oktober 2008.

- Sutrisno. 2006. *Fisika dan Pembelajarannya*. Bandung: Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tim Penyusun Kamus Pusat Bahasa. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Edisi Ketiga; Pusat Bahasa Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta: Balai Pustaka.
- Tipler, P. A. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Tayubi, Y.R. 2005. Identifikasi Miskonsepsi Pada Konsep-Konsep Fisika Menggunakan *Certainty of Response Index (CRI)*. *Mimbar Pendidikan*. No. 3/XXIV/2005.
- Ummah, W.K., Sutopo & Asim. 2014. *Identifikasi Konsepsi Siswa pada Materi Hubungan Gaya dan Gerak Dikaitkan dengan Pengalaman Belajar: Studi Kasus di Kelas VIII SMP Terpadu Al-Anwar Trenggalek*. Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang.
- Vosniadou, S. 1994. Capturing and Modeling the Process of Conceptual Change. *Jurnal Learning and Instruction*. 4: 45-69.
- Zemansky, M. W & Richard H. Dittmann. 1986. *Kalor dan Termodinamika Terbitan keenam*. Bandung: Penerbit ITB.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1
DAFTAR NAMA RESPONDEN

No	NAMA MAHASISWA	NIM
1	Fiki Layunatun Najwa	4201412097
2	Antania Dhana P	4201412085
3	Tika Mustika	4201412079
4	Nur Hafiyani	4201412016
5	Amelia Rizki Ardiyanti	4201412065
6	Kholifatul Rusdianti	4201412113
7	Krisjatyono	4201412057
8	Rita Ifa Fatmala	4201412063
9	Sigit Tri PaRetyo	4201412045
10	Fajar Hidayani	4201412025
11	Eko Nita Yulia R	4201412035
12	Karima Afifah	4201412078
13	Danis Alif Oktavia	4201412111
14	Rini Yunawati	4201412043
15	Cintia Agtasia Putri	4201412030
16	Siti Aminah	4201412007
17	Lina Kurniawati	4201412091
18	asna istiana	4201412044
19	Wanda Hesti Kurnia	4201412104
20	Trimiyanti	4201412002
21	Saifuli Sofi'ah	4201412096
22	Aneng Dwi Saputri	4201412039
23	Ervina Linda Vikasari	4201412047
24	Masyani	4201412020
25	Riana Budi Fatmawati	4201412049
26	Ita Kurniasari	4201412105
27	Widyastuti Rochimatun Ch	4201412056
28	Feri Setyani	4201412001
29	Naelatul Izah	4201412034
30	Qonia Kisbata Rodiya	4201412116

LAMPIRAN 2

INTRUMEN PENELITIAN

1. An imaginary ideal-gas engine operates in a cycle, which forms a rectangle with sides parallel to the axes of a PV diagram. Call P_1 and P_2 the lower and higher pressures, respectively; call V_1 and V_2 the lower and higher volumes, respectively.
 - d. Calculate the work done in one cycle
 - e. Indicate which part of the cycle involve heat flow into the gas, and calculate the amount of heat flowing into the gas in one cycle. (Assume constant heat capacities.)
 - f. Show that the efficiency of this engine is

$$\eta = \frac{\gamma - 1}{\frac{\gamma P_2}{P_2 - P_1} + \frac{V_1}{V_2 - V_1}}$$

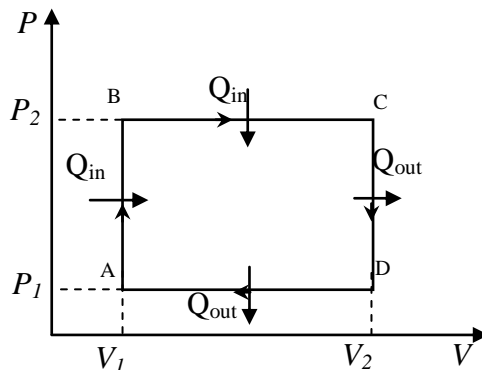
2. Hukum II termodinamika sering dikaitkan dengan mesin kalor maupun mesin pendingin .
 - a. Apa sebenarnya yang diharapkan/ dihasilkan dari suatu mesin kalor
 - b. Jelaskan mengapa kita menggunakan istilah efisiensi pada mesin kalor?
 - c. Berdasarkan mesin kalor ataupun mesin pendingin, bagaimana keterkaitan hukum II termodinamika dengan arah suatu proses?
3. Efisiensi mesin Carnot $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$; hanya bergantung pada suhu kedua reservoir.

Efisiensi tidak akan tepat sama dengan satu, kecuali $T_C = 0K$. Bilamana itu terjadi? Jelaskan!

LAMPIRAN 3

KUNCI JAWABAN INSTRUMEN PENELITIAN

1. An imaginary ideal-gas engine operates in a cycle, which forms a rectangle with sides parallel to the axes of a PV diagram. Call P_1 and P_2 the lower and higher pressures, respectively; call V_1 and V_2 the lower and higher volumes, respectively.
 - a. Calculate the work done in one cycle



$$\begin{aligned}
 W_{total} &= W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} \\
 &= 0 + P_2(V_2 - V_1) + 0 - P_1(V_2 - V_1) \\
 &= (P_2 - P_1)(V_2 - V_1)
 \end{aligned}$$

- b. Indicate which part of the cycle involve heat flow into the gas, and calculate the amount of heat flowing into the gas in one cycle. (Assume constant heat capacities.)

$$\begin{aligned}
 Q_{in} &= \text{Proses}_{A-B} + \text{Proses}_{B-C} \\
 &= c_v \int_A^B dT + c_p \int_B^C dT
 \end{aligned}$$

$$= c_v(T_B - T_A) + c_p(T_C - T_B)$$

Q pada siklus

$$Q_{in} = \text{Isokhorik} = Q_{AB} = c_v(T_B - T_A)$$

$$\text{Isobarik} = Q_{BC} = c_p(T_C - T_B)$$

c. Show that the efficiency of this engine is $\eta = \frac{\gamma - 1}{\frac{\gamma P_2}{P_2 - P_1} + \frac{V_2}{V_2 - V_1}}$

$$\eta = \frac{W}{Q_{in}}$$

$$\eta = \frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{c_v(T_B - T_A) + c_p(T_C - T_B)}$$

$$\eta = \frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{c_v \left(\frac{P_2 V_1}{nR} - \frac{P_1 V_1}{nR} \right) + c_p \left(\frac{P_2 V_2}{nR} - \frac{P_2 V_1}{nR} \right)}$$

$$\eta = \frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{\frac{c_v}{nR} (P_2 V_1 - P_1 V_1) + \frac{c_p}{nR} (P_2 V_2 - P_2 V_1)}$$

$$\eta = \frac{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{\frac{c_v}{nR} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{c_p}{nR} P_2 (V_2 - V_1)}$$

$$\eta = \frac{1}{\frac{\frac{c_v}{nR} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{c_p}{nR} P_2 (V_2 - V_1)}{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}}$$

dari persamaan tersebut dikalikan dengan $\frac{nR}{nR}$, sehingga

$$\eta = \frac{nR}{\frac{c_v V_1}{(V_2 - V_1)} + \frac{c_p P_2}{(P_2 - P_1)}}$$

Dimana $c_p - c_v = nR$

$$\eta = \frac{c_p - c_v}{\frac{c_v V_1}{(V_2 - V_1)} + \frac{c_p P_2}{(P_2 - P_1)}}$$

Dengan mengalikan persamaan dengan $\frac{1}{c_v} / \frac{1}{c_v}$

$$= \frac{\frac{c_p}{c_v} - \frac{c_v}{c_v}}{\frac{c_v V_1}{(V_2 - V_1)} + \frac{c_p P_2}{(P_2 - P_1)}}$$

Dimana $\frac{c_p}{c_v} = \gamma$

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

Atau

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}} \\ &= \frac{\{c_v(T_B - T_A) + c_p(T_C - T_B)\} - \{c_v(T_C - T_D) + c_p(T_D - T_A)\}}{c_v(T_B - T_A) + c_p(T_C - T_B)} \\ &= \frac{c_v(T_B - T_A) + c_p(T_C - T_B) - c_v(T_C - T_D) - c_p(T_D - T_A)}{c_v(T_B - T_A) + c_p(T_C - T_B)} \\ &= \frac{c_p(T_C - T_B - T_D + T_A) + c_v(T_B - T_A - T_C + T_D)}{c_v(T_B - T_A) + c_p(T_C - T_B)} \\ &= \frac{c_p \left(\frac{P_2 V_2}{nR} - \frac{P_2 V_1}{nR} - \frac{P_1 V_2}{nR} + \frac{P_1 V_1}{nR} \right) + c_v \left(\frac{P_2 V_1}{nR} - \frac{P_1 V_1}{nR} - \frac{P_2 V_2}{nR} + \frac{P_1 V_2}{nR} \right)}{c_v \left(\frac{P_2 V_1}{nR} - \frac{P_1 V_1}{nR} \right) + c_p \left(\frac{P_2 V_2}{nR} - \frac{P_2 V_1}{nR} \right)} \\ &= \frac{\frac{c_p}{nR} (P_2 V_2 - P_2 V_1 - P_1 V_2 + P_1 V_1) + \frac{c_v}{nR} (P_2 V_1 - P_1 V_1 - P_2 V_2 + P_1 V_2)}{\frac{c_v}{nR} (P_2 V_1 - P_1 V_1) + \frac{c_p}{nR} (P_2 V_2 - P_2 V_1)} \end{aligned}$$

dari persamaan tersebut dikalikan dengan $\frac{nR}{nR}$, sehingga

$$= \frac{c_p(P_2 - P_1)(V_2 - V_1) + c_v(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}{c_v V_1(P_2 - P_1) + c_p P_2(V_2 - V_1)}$$

Dengan mengalikan persamaan dengan $\frac{1}{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)} / \frac{1}{(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)}$, maka

$$= \frac{c_p - c_v}{\frac{c_v V_1}{(V_2 - V_1)} + \frac{c_p P_2}{(P_2 - P_1)}}$$

Dengan mengalikan persamaan dengan $\frac{1}{c_v} / \frac{1}{c_v}$

$$= \frac{\frac{c_p}{c_v} - \frac{c_v}{c_v}}{\frac{c_v V_1}{(V_2 - V_1)} + \frac{c_p P_2}{(P_2 - P_1)}}$$

Dimana $\frac{c_p}{c_v} = \tilde{\alpha}$, maka

$$c = \frac{\tilde{\alpha} - 1}{\frac{V_1}{(V_2 - V_1)} + \tilde{\alpha} \frac{P_2}{(P_2 - P_1)}}$$

2. Hukum II termodinamika sering dikaitkan dengan mesin kalor maupun mesin pendingin

a. Apa sebenarnya yang diharapkan/ dihasilkan dari suatu mesin kalor

Tujuan mesin kalor ialah mengirimkan kerja terus-menerus dengan melaksanakan daur berulang-ulang

b. Jelaskan mengapa kita menggunakan istilah efisiensi pada mesin kalor?

Pada mesin kalor menggunakan istilah efisiensi, karena Tujuan mesin kalor ialah menghasilkan kerja terus-menerus dengan melaksanakan daur berulang-ulang, dimana efisiensi menyatakan banyaknya usaha yang dapat dihasilkan pada penyerapan kalor, didefinisikan sebagai berikut :

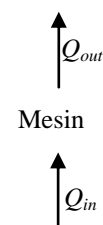
$$\zeta = \frac{|W|}{|Q_H|} = \frac{\text{usaha yang dihasilkan}}{\text{kalor yang diserap}}$$

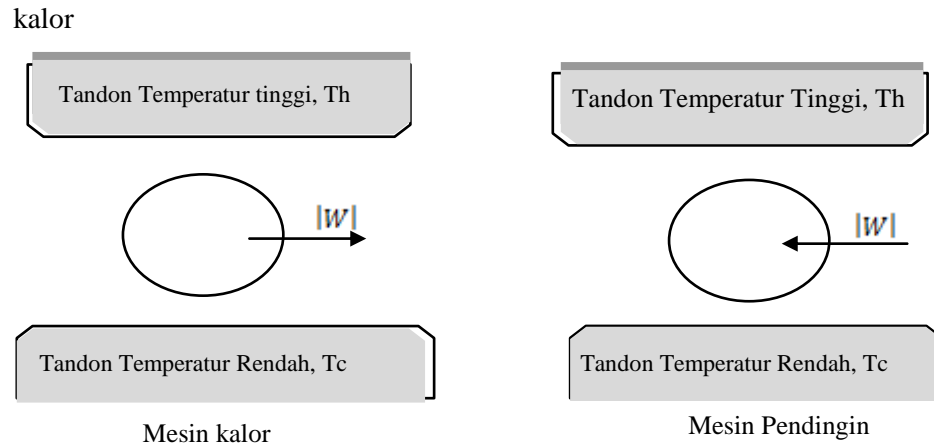
c. Berdasarkan mesin kalor ataupun mesin pendingin, bagaimana keterkaitan hukum II termodinamika dengan arah suatu proses?

tidak ada mesin yang dapat mengkonversikan kalor yang diambil dari suatu tendon menjadi kerja seluruhnya tanpa membuang ke tendon yang bertemperatur lebih rendah.

∅ Pada mesin kalor arah proses dari kalor menjadi kerja dan tidak mungkin di alam proses tersebut terjadi sempurna, atau dari kalor 100% diubah menjadi kerja

∅ Pada mesin pendingin arah proses dari masukan yang berupa kerja menghasilkan





3. Efisiensi mesin Carnot $\zeta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$; hanya bergantung pada suhu kedua reservoir.

Efisiensi tidak akan tepat sama dengan satu, kecuali $T_C = 0K$. Bilamana itu terjadi? Jelaskan!

Hal tersebut terjadi jika dapat dibangun suatu mesin yang bekerja dalam daur sehingga tidak ada kalor yang keluar dari sistem, maka akan dihasilkan tepat sama dengan 1 atau terjadi konversi 100 % dari kalor yang diserap menjadi kerja. Namun, karena di alam tidak menyediakan tandon bertemperatur mutlak nol, maka mesin kalor yang efisiensinya 100% mustahil ada atau dalam mesin tersebut perlu kerja yang dapat menurunkan temperatur menjadi nol, tapi hal tersebut tidak ada

LAMPIRAN 4

Tabel Pola Jawaban Tes Tertulis di Akhir Pembelajaran

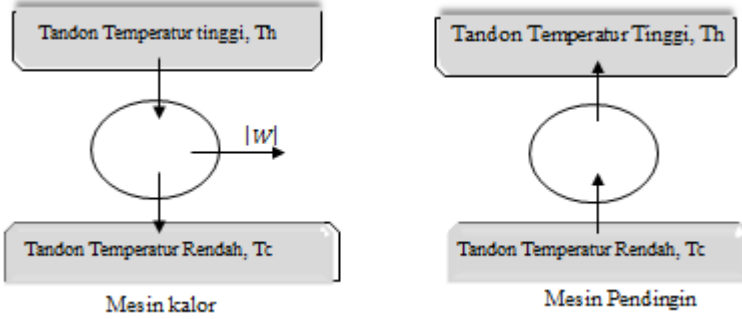
Soal no	(∑ responden)	Keterangan	Rincian responden
1.a	(22)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Tidak digambarkan mengenai diagram siklus, sehingga dalam menentukan ungkapan rumusan kerja dalam siklus dengan menggunakan rumus $W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$, dengan memasukkan $PV=nRT$ sebagai pengandaian gas ideal, sehingga hasil rumusan yang dihasilkan tidak tepat	R-16
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Diagram siklus digambarkan dengan baik dan benar, namun dalam menentukan ungkapan rumusan kerja pada siklus kurang memahami diagram dengan baik, sehingga hasil yang diperoleh tidak tepat yaitu $P_2P_1 - V_2V_1$	R-17
	(2)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Dalam menggambarkan diagram siklus arah aliran kalor yang terjadi atau arah proses/aliran tidak tepat, namun benar dalam menentukan ungkapan rumusan kerja pada siklus	R-27, R-29
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Dalam menggambarkan diagram siklus kurang memahami pertanyaan, siklus digambarkan dalam bentuk segitiga siku-siku sehingga hasil dari rumusan kerja pada siklus	R-28

		$-P(V_2-V_1)$	
	(3)	<i>Jawaban kosong</i>	
1.b	(10)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(8)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jawaban yang diberikan ketika menghitung ungkapan rumusan kalor masuk dalam menyatakan proses yang terjadi sudah tepat, saat memasukkan simbol suhu yang digunakan tidak sesuai dengan jika berdasarkan diagram yang ditanyakan pada soal, namun jawaban akhir yang diberikan sesuai atau benar	<i>R-02, R-04, R-06, R-08, R-10, R-11, R-13, R-17,</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jawaban yang diberikan ketika menentukan ungkapan rumusan awal kalor masuk dalam menyatakan proses yang terjadi sudah tepat namun dalam menentukan rumusan tersebut tidak selesai hingga akhir	<i>R-15</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Tidak digambarkan mengenai diagram siklus, sehingga dalam menentukan ungkapan rumusan kerja maupun kalor hanya dengan memasukkan rumusan yang diketahui, sehingga hasil akhirnya pun tidak sesuai	<i>R-16</i>
	(3)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jawaban dari ungkapan rumusan kalor masuk pada siklus tidak sesuai dengan diagram, karena menggunakan simbol yang tidak konsisten/ tidak sesuai dengan gambar diagram siklus	<i>R-12, R-23, R-24</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Dari penggambaran diagram arah aliran yang tidak tepat, maka hasil rumusan kalor masuk	<i>R-27</i>

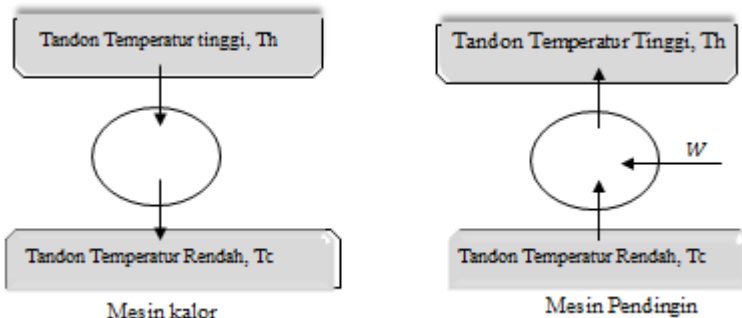
		yang dihitung pun tidak tepat, yang dihitung oleh responden adalah rumusan kalor yang keluar bukan kalor yang masuk	
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Dari penggambaran diagram arah aliran yang tidak tepat, rumusan kalor masuk yang dihitung hanya untuk nilai tekanan tetap (isobaric), untuk volume tetap tidak dihitung (isokhorik), itupun dengan menggunakan simbol yang tidak konsisten sesuai dengan gambar diagram	R-29
	(5)	<i>Jawaban kosong</i>	
	(25)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
1.c	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Karena gambar diagram tidak sesuai dengan pernyataan yang tertera pada soal, maka nilai pembuktian rumusan efisiensi dari hasil perhitungan menjadi salah, namun pemahaman mengenai efisiensi sudah ada karena dalam mencari nilai efisiensi tertulis bahwa nilainya sama dengan $1 - Q_{out}/Q_{in}$	R-28
	(4)	<i>Jawaban kosong</i>	
	(21)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
2.a	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Berdasarkan penjelasan yang diharapkan/dihasilkan dari suatu mesin kalor ialah mesin yang dapat melepas kalor dari suhu yang tinggi ke suhu yang rendah dan kalor tersebut memerlukan kerja untuk memindahkan kalor penjelasan tersebut tidak tepat, namun	R-13

		penjelasan disertai gambar diagram arah proses dari mesin kalor yang benar	
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Berdasarkan penjelasan yang diharapkan/dihasilkan dari suatu mesin kalor ialah energi dalam wujud panas (suhu tinggi)	<i>R-20</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Berdasarkan penjelasan yang diharapkan/dihasilkan dari suatu mesin kalor ialah energi dalam wujud panas (suhu tinggi)	<i>R-24</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Dari mesin kalor yang diharapkan suatu efisiensi 100% dan bekerja maksimal jika mendapatkan kerja dan menyerap kalor. Dan sebaliknya suatu mesin kalor akan bekerja dengan minimum ketika dia melakukan kerja dan menghasilkan kalor	<i>R-27</i>
	(5)	<i>Jawaban kosong</i>	
2.b	(17)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> digunakan istilah efisiensi pada mesin kalor karena pada mesin kalor jumlah kalor yang lebih sedikit dibuang pada temperatur yang lebih rendah dan jumlah netto dilakukan pada lingkungannya. Jadi tidak semua kalor dipindahkan ke Tc melainkan ada yang ke lingkungan.	<i>R-13</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> digunakan istilah efisiensi pada mesin kalor karena untuk mengetahui selisih antara energi	<i>R-14</i>

	dengan kalor yang masuk atau energi dibagi kalor masuk	
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> digunakan istilah efisiensi pada mesin kalor karena untuk mengetahui selisih antara kalor yang keluar dengan dibagi kalor yang masuk	<i>R-18</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> digunakan istilah efisiensi pada mesin kalor karena yang dihasilkan oleh mesin kalor adalah kerja	<i>R-19</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> digunakan istilah efisiensi pada mesin kalor karena tidak ada mesin yang semata-mata mengambil kalor dari suhu tinggi dan seluruhnya dijadikan	<i>R-19</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> digunakan istilah efisiensi pada mesin kalor karena dalam mesin kalor diserap sebanyak-banyaknya kalor dan kalor yang keluar akan lebih baik jika tidak jauh beda dengan jumlah masukkan, sehingga kalor yang terbuang dalam proses sedikit	<i>R-22</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> digunakan istilah efisiensi pada mesin kalor karena sebuah mesin kalor yang sangat rumit pasti ada pembuangan sampah kalor ini ke lingkungan, ini merupakan dampak yang tidak bisa dihindari dari hukum II termodinamika	<i>R-24</i>
(6)	<i>Jawaban kosong</i>	

2.c	(7)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(4)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Tidak semua kalor dapat diubah menjadi kerja, melainkan ada kalor yang terbuang. Semua kerja dapat diubah menjadi kalor	<i>R-01, R-08, R-17, R-28</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jika suatu sistem menghasilkan kerja (kerja dilakukan pada lingkungan) maka proses dalam sistem itu dikatakan positif. Namun Jika kerja dilakukan pada sistem maka prosesnya negatif	<i>R-02</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Bahwa aliran kalor memiliki arah tertentu dengan kata lain semua proses di alam semesta adalah reversible (tak terbalikan)	<i>R-04</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> 	<i>R-05</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i>	<i>R-06</i>

	Mengenai kesetimbangan termal	
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Berdasarkan persamaan $PV=nRT$, biasanya menggunakan P/V tetap	<i>R-09</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Suatu proses hanya dapat terjadi jika tingkat keadaanya menuju kearah ketidakteraturan yang lebih besar, aliran kalor juga memiliki arah dan tidak semua proses dalam semesta adalah reversible (dapat diabaikan arahnya)	<i>R-10</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Berdasarkan penjelasan bahwa aliran kalor dari panas ke dingin. Pada mesin pendingin untuk menyerap dari T rendah menuju T tinggi diperlukan kalor yang diharapkan mesin pendingin adalah mendinginkan dan mesin kalor tersebut digunakan untuk sebagai kerja	<i>R-11</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Berdasarkan penelitian tahun 1842, yang awalnya mesin uap oleh sadı carnot →Efisiensi→konservasi energi (arah suatu proses)	<i>R-14</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Mesin ini terdapat macam-macam siklus antara lain siklus Otto, carnot, Sirling dan diesel. Dalam siklus tersebut digambarkan bagaimana arah proses suatu siklus bekerja. Besarnya efisiensi energi dalam mesin tersebut dapat diketahui dengan besarnya kerja dalam setiap besarnya kalornya yang masuk mesin tersebut.	<i>R-16</i>
(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i>	<i>R-18</i>

		Untuk arah proses pada mesin kalor itu arahnya ke bawah, mesin pendingin arahnya ke atas	
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Arah suatu proses yang digambarkan dengan grafik hubungan PV	<i>R-20</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> 	<i>R-24</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Bahwa kedua mesin tersebut proses yang berlangsung hasilnya tidak lain hanyalah penyerapan kalor dari suatu tandon dan mengkonversikan kalor ini menjadi kerja	<i>R-27</i>
	(6)	<i>Jawaban kosong</i>	
3	(17)	Pola jawaban konsepsi yang benar	

	(1)	<p><i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Hal tersebut terjadi ketika hari akhir, dimana proses atau peristiwa di alam ini merupakan peristiwa irreversible (menuju bertambahnya ketidakteraturan atau entropi) sehingga saat hari akhir (kiamat) Δs mencapai ∞, sedangkan Δs merupakan Q/T_c sehingga untuk memperoleh nya $T_c=0$. Oleh karena itu untuk memperoleh efisiensi maksimum jika terjadi datangnya hari kiamat</p>	R-08
	(1)	<p><i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Efisiensi tidak sama dengan satu, kecuali $T_c=0K$, berarti temperatur nol absolut, ketika sistem mencapai nol absolut, maka segala proses kerja yang dilakukan oleh sitem (mesin Carnot) akan berhenti, dan entropi sistem mendekati minimum.</p>	R-11
	(1)	<p><i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Efisiensi tidak akan tepat sama dengan satu, kecuali $T_c=0K$. Hal ini terjadi karena sulit untuk mendapatkan hasil suhu nol mutlak. Dari sejarah, para peneliti sampai sekarang belum bisa membuktikan suhu nol mutlak. Kenyataannya bahwa nol mutlak tidak dapat tercapai</p>	R-12
	(1)	<p><i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Tidak pernah ada yang dibuat dapat mengkonversikan semua kalor tmenjadi kalor, sehingga tidak mungkin efisiensinya 100%.</p> <p>Efisiensi tidak akan tepat sama dengan satu, kecuali $T_c=0K$. ini juga mustahil karena belum pernah bisa suhu kelvin mencapai 0K. suhu kelvin dimulai 273 K.</p> <p>karena alam tidak menyediakan tandon bertemperatur mutlak nol, maka mesin kalor yang efisiensinya 100% secara praktis mustahil ada</p>	R-19

	(1)	<p><i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Hal itu terjadi saat tekanan sangat rendah karena pada tekanan sangat rendah terdapat titik titik temu 0K. Ketika suhu nol absolut maka semua proses akan berhenti dan Δs akan mendekati minimum sehingga efisiensi dapat = 1</p>	R-22
	(1)	<p><i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Efisiensi mesin carnot menghasilkan nilai 1 apabila $T_c = 0K$, sebuah mesin carnot yang menyerap kalor Q_H ke tandon yang lebih dingin pada temperatur T_c memiliki efisiensi $\zeta = \frac{ Q_c }{ Q_H }$, karena berlangsung anantara dua garis isotrop yang sama</p>	R-23
	(1)	<p><i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Efisiensi tidak akan tepat sama dengan satu kecuali $T_c = 0K$, Efisiensi akan tepat sama dengan satu ketika reversibel, namun pada keadaan reversibel itu tidak ada, yang ada irreversibel. Artinya tidak semua panas menjadi energi</p>	R-24
	(1)	<p><i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Efisiensi tidak akan tepat sama dengan satu kecuali $T_c = 0K$, $\zeta = \frac{W}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_C}{Q_H}$</p> $\frac{ Q_c }{ Q_H } = \frac{T_c}{T_H}$ <p>$\zeta = 1 - \frac{T_c}{T_H}$, efisiensi tepat sama dengan satu, jika suhu yang dilepas sebesar 0 K</p>	R-28
	(5)	<i>Jawaban kosong</i>	

LAMPIRAN 5

Tabel Pola Jawaban Tes Tertulis Satu Tahun Berikutnya

Soal no	(% responden)	Keterangan	Rincian responden
1.a	(26)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Dari soal yang tidak dikerjakan gambar dari siklus yang terjadi sudah sesuai dengan pernyataan yang ada di soal, untuk tes tertulis satu tahun berikutnya dikerjakan namun pemahaman bahwa rumusan kerja $W=PdV$, bahwa pada isokhoris kerja bernilai nol karena tidak ada perubahan volume yang terjadi, namun disini responden beranggapan bahwa perubahan kalor yang bernilai nol/ pada proses isokhoris tidak ada perubahan kalor	R-24
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Dalam menggambarkan diagram siklus arah aliran kalor masuk dan arah proses yang terjadi tidak digambarkan	R-06
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Siklus tidak digambarkan sehingga responden tidak mengetahui bagaimana proses siklus yang terjadi yang akhirnya ketika menentukan ungkapan kerja dengan pengandaian gas ideal dari keterangan pada soal $W = \int PdV$ dengan hasil $-nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$	R-20

	(1)	<i>Jawaban kosong</i>	
1.b	(17)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(6)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jawaban yang diberikan ketika menghitung ungkapan rumusan kalor masuk dalam menyatakan proses yang terjadi sudah tepat, saat memasukkan simbol suhu yang digunakan tidak sesuai dengan jika berdasarkan diagram yang ditanyakan pada soal, namun jawaban akhir yang diberikan sesuai atau benar	<i>R-02, R-06, R-08, R-12, R-20, R-17,</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jawaban yang diberikan ketika menghitung besarnya kalor masuk dalam menyatakan proses yang terjadi tidak sesuai jika berdasarkan diagram yang ditanyakan pada soal	<i>R-23</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Responden memberikan jawaban bahwa besarnya dU adalah $dQ-dW$, disana responden memahami untuk mencari Q_{input} hanya pada proses isobaris, sedangkan pada proses isokoris tidak, dan Q bernilai $dU-dW$, padahal dU sendiri belum diketahui digambarkan mengenai diagram siklus, sehingga dalam menentukan ungkapan rumusan kerja maupun kalor hanya dengan memasukkan rumusan yang diketahui, sehingga hasil akhirnya pun tidak sesuai	<i>R-24</i>
	(5)	<i>Jawaban kosong</i>	
1.c	(30)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(0)	<i>Jawaban kosong</i>	

2.a	(29)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Mesin kalor menghasilkan usaha terhadap lingkungan yang disebut kalor melalui siklus termodinamika, artinya dari penjelasan responden usaha yang dihasilkan oleh mesin kalor berbentuk kalor bukan energi mekanik	<i>R-17</i>
	(0)	<i>Jawaban kosong</i>	
2.b	(26)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jawaban dari responden bahwa digunakan istilah efisiensi karena jumlah panas yang dihasilkan dari mesin kalor tidak bisa lebih dari jumlah input kerja, sehingga nilai efisiensi tidak mungkin 100%, dari penjelasan tersebut kurang tepat karena walaupun jumlah kalor yang diserap sama dengan hasil dari kerja pun tidak dapat tercapai dan istilah itu digunakan karena efisiensi merupakan atau digunakan untuk menunjukkan perbandingan antara kerja yang dihasilkan dengan kalor yang masuk dan nilai maksimal dari efisiensi adalah 100%	<i>R-17</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Karena tidak ada mesin kalor yang menghasilkan kerja 100% namun jawaban tersebut tidak menjelaskan kenapa digunakan istilah efisiensi karena pada dasarnya istilah tersebut digunakan untuk menyatakan perbandingan antara Kerja yang dihasilkan dengan kalor yang masuk.	<i>R-05</i>

	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Terdapat suatu proses atau sederetan proses yang selama proses berlangsung kalor dibuang ke tandon eksternal yang bertemperatur lebih rendah. Dari penjelasan ini untuk sebuah mesin kalor berarti seluruh kalor yang diserap pada tandon panas seluruhnya dibuang pada tandon dingin tanpa menghasilkan kerja	<i>R-06</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Pada mesin kalor digunakan istilah efisiensi karena efisiensi digunakan sebagai pembanding antara kalor yang diserap dengan kalor yang dilepas oleh suatu mesin. Keterangan tersebut kurang sesuai bahwasanya efisiensi merupakan perbandingan antara kerja dengan kalor yang masuk, baru besarnya kerja sendiri merupakan selisih kalor masuk dengan kalor yang keluar	<i>R-26</i>
	(0)	<i>Jawaban kosong</i>	
2.c	(22)	Pola jawaban konsepsi yang benar	
	(2)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Responden hanya menjelaskan bahwa adanya hubungan antara penyerapan kalor dapat menghasilkan kerja,	<i>R-15, R-09</i>
	(2)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Penjelasan dari responden bahwa suatu mesin tidak mungkin bekerja dengan hanya mengambil energi dari sumber suhu energi tinggi kemudian membuangnya ke sumber energi panas untuk menghasilkan kerja abadi.	<i>R-13, R-23</i>

	(2)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Tidak ada semua kalor menjadi kerja tapi mungkin kerja semuanya menjadi kalor, penjelasan tersebut secara umum benar namun secara khusus tidak menjeskan Hukum II termodinamika bagaimana proses yang terjadi pada mesin kalor secara spesifik	<i>R-08, R-17</i>
	(1)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Mesin kalor dan mesin pendingin menggunakan siklus energi kalor secara spontan dan tidak spontan. Pada mesin kalor dan pendingin mengambil kalor Q1-Q2 dari tandin panas dan mengkonversikan seluruh kalor ini menjadi kerja. Jadi mesin tersebut menyalahi pernyataan Kevin-Planck. Dari penjelasan tersebut tidak sepenuhnya benar pada mesin kalor tidak mungkin seluruh kalor dikonversikan menjadi kerja, pasti ada kalor yang terbuang. Pada mesin pendingin arahnya berlawanan dengan mesin kalor, kalor yang diambil dari tandon yang bertemperatur rendah untuk dialirkan ke tandaon bertemperatur tinggi dengan sejumlah usaha.	<i>R-16</i>
	(1)	<i>Jawaban kosong</i>	
3	(10)	<i>Pola jawaban konsepsi yang benar</i>	
	(2)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jawaban yang diberikan tidak tepat dengan hanya menggambarkan siklus pada no 1 serta menuliskan rumusan efisiensi dari $\zeta = 1 - \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$ hingga $\zeta = 1 - \frac{T_c}{T_h}$	<i>R-11, R-27</i>
	(3)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jika dapat membangun mesin sehingga kalor seluruhnya diubah menjadi kerja, tidak dijelaskan apakah ada efisiensi yang dapat mencapai 100%	<i>R-16, R-02, R-08</i>

	(7)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jika pada sistem mengalami proses isoterm terbalikan yang dibatasi oleh sepasang permukaan adiabatik terbalikan tanpa pemindahan kalor. Dari penjelasan proses tersebut memang proses yang terjadi pada mesin Carnot, yang merupakan daur terbalikan, namun hal tersebut tidak menjelaskan bagaimana untuk membuat mesin memiliki efisiensi 1 atau 100% serta apakah keadaan efisiensi 100% dapat tercapai.	<i>R-01, R-04, R-18, R-26, R-28, R-29, R-30</i>
	(3)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Jika gas ideal, tidak ada kalor yang keluar masuk melalui dinding, tidak ada gesekan, tidak ada kalor yang dihantarkan melalui generator. Penjelasan tersebut sebagai sebuah sistem yang sempurna, namun tidak menjelaskan pernyataan dari soal bagaimana untuk membuat efisiensi 100%, apakah keadaan tersebut dapat tercapai	<i>R-13, R-22, R-23</i>
	(2)	<i>Pola jawaban konsepsi yang tidak tepat</i> Tidak mungkin bernilai 1, ada alasan tanpa	<i>R-19, R-24</i>
	(3)	<i>Jawaban kosong</i>	

LAMPIRAN 6

Jawaban Konseptual Mahasiswa mengenai Kerja

No	Responden	Jawaban
1	<i>R-01, R-17</i>	Kerja ialah $W=PdV$, $W=Fs$
2	<i>R-09, R-18</i>	Kerja ialah $W=Q_{in}-Q_{out}$, $W=Fs$
3	<i>R-12</i>	Kerja merupakan Energi
4	<i>R-25, R-27, R-28, R-29</i>	Kerja ialah $W=Q_{in}-Q_{out}$,
5	<i>R-10, R-02, R-03, R-14</i>	Kerja adalah $W=PdV$ karena adanya perubahan volume
6	<i>R-26, R-04, R-19, R-20, R-23</i>	Kerja adalah usaha yang dilakukan
7	<i>R-06</i>	Kerja adalah $W=Fs$
8	<i>R-07, R-08, R-13, R-30</i>	Tidak tahu
9	<i>R-22</i>	Kerja itu usaha, .. tapi kerja ya kerja kalau usaha ada yang berubah, berarti beda nggak jadi sama
10	<i>R-11</i>	Kerja itu Q/V , bukan W itu Q/C ,, oh berarti W itu efisiensi dikali Q
11	<i>R-05</i>	Kerja itu $W=Fs$, selain itu kerja berasal dari perubahan suhu yang berasal dari mesin kalor, kan dari suhu diubah menjadi kerja

LAMPIRAN 7

Jawaban Konseptual Mahasiswa mengenai Kalor

No	Responden	Jawaban
1	<i>R-01, R-03, R-04, R-05, R-06, R-07, R-09, R-11, R-17, R-19, R-20, R-21, R-22, R-23, R-26, R-28, R-30</i>	Kalor itu panas berupa energi
2	<i>R-02, R-27</i>	Kalor itu aliran energi panas.. kalor dengan panas berbeda, kalau panas derajat atau temperatur suatu benda. Kalor itu energi yang mengalir
3	<i>R-08</i>	Kalor itu panas yang menyebabkan adanya kerja
4	<i>R-10</i>	Kalor itu energi. Berbeda dengan panas, kalor satuannya joule. Panas itu berkaitan dengan suhu dengan satuannya kelvin
5	<i>R-12</i>	Kalor itu salah satu energi, beda dengan panas Kalor itu salah satu bentuk energi yang dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain karena perbedaan suhu. Kalau panas itu derajat atau tingkatan suatu panas atau dingginya suatu benda
6	<i>R-13</i>	Kalor itu energi panas tapi beda dengan panas, alasannya lupa
7	<i>R-14</i>	Kalor adalah derajat yang menunjukkan temperatur suatu benda. Kan jika suhu ada 2, dingin dan panas. Panas berarti derajat suatu benda yang menunjukkan temperatur di atas derajat minus Kalor itu sama dengan suhu
8	<i>R-15</i>	Kalor itu energi panas yang berpindah karena adanya perubahan suhu
9	<i>R-16</i>	Kalor itu sering diartikan sama dengan panas tapi sebenarnya berbeda. Kalor itu bentuk energi. Kalau panas tidak tahu
10	<i>R-18</i>	Kalor itu tingkat atau derajat panas atau dingginya suatu benda. Suhu dengan kalor itu sama
11	<i>R-25</i>	Kalor $Q = mCAT$
12	<i>R-29, R-24</i>	Kalor merupakan energi yang dibutuhkan atau

		menaikkan suhu 1°C
--	--	------------------------------------

LAMPIRAN 8

Jawaban Konseptual Mahasiswa mengenai Efisiensi

No	Responden	Jawaban
1	<i>R-01, R-03, R-06, R-07, R-08, R-09, R-10, R-11, R-12, R-13, R-15, R-16, R-17, R-20, R-22, R-23, R-24, R-30</i>	Efisiensi adalah perbandingan antara kerja dengan kalor yang masuk
2	<i>R-05, R-15, R-25</i>	Efisiensi adalah 1 dikurangi perbandingan antara T_c dan T_h
3	<i>R-04, R-27, R-28</i>	Efisiensi adalah perbandingan antara kerja dengan kalor yang masuk, kemudian kerja sendiri sama dengan selisih Q masuk dengan Q keluar sehingga, efisiensi juga dapat bernilai 1 dikurangi perbandingan antara kalor yang keluar dengan kalor yang masuk atau bisa juga bernilai 1 dikurangi perbandingan antara T_c dan T_h
4	<i>R-14</i>	Efisiensi adalah perbandingan antara kerja dengan kalor yang masuk atau perbandingan antara kalor masuk dengan kerja
5	<i>R-18</i>	Efisiensi adalah perbandingan antara Q keluar dengan Q yang masuk
6	<i>R-19</i>	Efisiensi adalah 1 dikurangi perbandingan antara Q dengan W atau 1 dikurangi perbandingan antara T_c dan T_h
7	<i>R-20</i>	Efisiensi adalah perbandingan antara kerja dengan kalor yang keluar
8	<i>R-26</i>	Efisiensi adalah perbandingan antara Q masuk dengan kerja bisa juga bernilai 1 dikurangi perbandingan antara T_c dan T_h
9	<i>R-29</i>	Efisiensi adalah perbandingan antara kerja dengan kalor yang masuk, bisa juga bernilai 1 dikurangi perbandingan antara Q masuk dengan Q keluar

LAMPIRAN 9

Jawaban Konseptual Mahasiswa mengenai Efisiensi Mesin Kalor dapat Mencapai 100%

No	Responden	Jawaban
1	<i>R-01, R-02, R-03, R-04, R-06, R-07, R-09, R-20, R-24, R-27, R-29</i>	Tidak mungkin efisiensi sama dengan 1 atau 100% karena tidak sepenuhnya kalor diubah menjadi kerja
2	<i>R-05, R-12, R-13, R-14, R-15, R-16, R-17, R-18, R-22, R-28</i>	Tidak mungkin efisiensi sama dengan 1 atau 100% karena T_c dialam tidak mungkin 0 K
3	<i>R-08</i>	Tidak mungkin efisiensi sama dengan 1 atau 100%. Namun jika kerja mungkin bisa semuanya menjadi kalor. Karena ada kalor yang terbuang
4	<i>R-10</i>	Tidak mungkin efisiensi sama dengan 1 atau 100%. Tidak seluruhnya kalor menjadi kerja pasti ada kalor yang dibuang. Namun bisa dihasilkan efisiensi 1 jika T_c dan T_h sama
5	<i>R-11, R-21</i>	Tidak mungkin efisiensi sama dengan 1 atau 100%. Karena harusnya tidak sama dengan satu. Tapi bisa kalau T nya 0. Alasannya tidak tahu
6	<i>R-19</i>	Tidak ada mesin yang efisiensinya 100%. Karena kalau ingin 100%, temperatur yang panas harus nol.
7	<i>R-23</i>	Bisa efisiensi sebuah mesin kalor bernilai 1, kayaknya bisa. Kalau secara kenyataan tidak tahu. Kalau dalam rumus bisa bernilai 1 tapi tidak tahu caranya.
8	<i>R-25, R-26</i>	Tidak ada mesin yang efisiensinya 100%. Karena di buku seperti itu. Mustahil ada tandon bersuhu nol
9	<i>R-30</i>	Tidak mungkin efisiensi sama dengan 1 atau 100%. Karena faktor mesin. Bisa jadi di rumus efisiensi efisiensi bernilai 100% tinggal ngarang nilai, dengan W dibuat 1 dan Q dibuat 1

LAMPIRAN 10

Perubahan Konsepsi dalam Proses Pembelajaran

No	Responden	Jawaban
1	R-02	Dulu paham karena dalam proses belajar bertahap & runtut, juga diajak membuktikan rumus. Tapi termodinamika memang susah Sekarang banyak yang lupa, walaupun masih digunakan untuk fisika statistik
2	R-05	Dulu paham, lumayan namun yang susah penurunan rumus. Namun sebenarnya kurang karena belajarnya hanya di kampus, kalau di kos tidak dipelajari lagi Keberlanjutan termodinamika masih digunakan paling di fisika sekolah
3	R-06	Dulu bukunya foto kopian jadi nggak jelas, selain itu belajar dari diktat dari teman Sekarang banyak yang lupa, jadi sulit, Termodinamika sudah selesai tidak dipelajari lagi, untuk mengingat harus membaca buku lagi
4	R-07	Dulu ketika belajar termodinamika jujur menarik, dijelaskan dengan gambar-gambar & grafik-grafik, ada contoh-contoh dalam kehidupan sehari-hari. namun kurang detail karena waktu yang terbatas, dan jarang dipelajari lagi di kos. Sekarang masih digunakan di fisika statistik, fisika sekolah, dasar proses pembelajaran fisika jadi masih tetap dipelajari.
5	R-11	Dulu sedikit ingat dan paham Sekarang agak lupa ingatnya gas ideal, $PV = nRT$
6	R-12	Dulu paham ketika dijelaskan, untuk baca Zemansky sulit dipahami kata-katanya, dulu jarang dipelajari karena banyak mata kuliah yang lain. Sekarang masih digunakan di Daspros 2 kebanyakan tentang kalor, untuk mengingat materi baca lagi
7	R-13	Dulu belajarnya konsep dan latihan soal, dulu nggak pernah dipelajari kalau di kos cuma kalau ada tugas saja, bukunya sulit dipahami. Jika lupa buka catatan dan buku pegangan
8	R-15	Dulu sekadar menghafal tanpa memahami Sekarang masih dipelajari di fisika statistik, tapi sudah lupa mengenai materi termodinamika yang dulu
9	R-16	Dulu mudeng, tapi kalau bertemu dengan kasus yang lain jadi

		bingung sendiri, dulu di kos dipelajari kalau pengen Sekarang lupa, dan materinya masih digunakan di fisika statistik, dan fisika sekolah, untk mengingat buka buku lagi
10	B-17	Dulu dari pengajrnya bisa dipahami, tapi dari diri sendiri sulit untuk memahami, bukunya juga sulit dipahami, kalau sidah di kos tidak dipelajari lagi Sekarang masih digunakan di Fisika statistik, Fisika sekolah
11	B-18	Dulu saat dijelaskan bisa memahami, namun setelah pembelajaran diminta untuk mengerjakan soal tidak bisa mengerjakan sendiri Sekarang masih digunakan di fisika statistik dan fisika sekolah, namun sudah lupa dengan materi Termodinamika
12	R-21	Dulu dalam pembelajaran sering dikaitkan dengan kehidupan nyata, setelah itu latihan soal, dulu paham tapi tidak menyeluruh, & nggak semua materi dibahas, mungkin bukunya terlalu kompleks jadi ketika belajar agak bingung Sekarang masih digunakan pada perkuliahan fisika statistik, fisika sekolah, daspros juga ada kalor, untuk mengingat materi buka buku lagi
13	R-22	Dulu belajarnya diberi masalah, terus dibahas. Paham habis diterangkan, setelah itu lupa, paling inget yang diucapkan sama dosen, belajar juga ketika ada tugas dan saat ujian Sekarang sudah tidak dipelajari lagi, paling kalau ada nyrempet- nyrempet, tapi nggak tahu ada hubungannya atau tidak
14	R-23	Dulu ditekankan pada latihan soal, dan lumayan paham Sekarang masih digunakan di Daspros, Fostat, untuk megingat materi harus membaca buku lagi
15	R-24	Dulu kadang tidak paham, kalau ada tugas di buka bukunya, kalau tidak ada nggak di buka Sekarang lumayan diingat karena masih digunakan paa mata kuliah lain, di fostat, zat padat,
16	R-28	Dulu pembelajaran menekankan pada konsep, seringnya tidak paham. Saya seringnya menulis/ membuat catatan. Buku Zemansky sulit dipahami, jadi nggak pernah dibaca Sekarang sudah lupa, tapi masih dipelajari di Fostat
17	R-29	Dulu sebenarnya sering miskonsepsi, saya biasanya ketinggalan materi, bukunya juga sulit dipahami Sekarang masih digunakan di fisika statistik tapi banyak lupa
18	R-30	Dulu ketika dijelaskan enak, namun kadang paham dan nggak, agak paham, tapi semester 5 lupa nggak dipake Sekarang semester 6 dipakai lagi di zat padat, fisika sekolah, Fisika statistik, jadi harus baca buku lagi zemansky tapi bukunya

		sulit dipahami
--	--	----------------

LAMPIRAN 11
Cuplikan Wawancara

Keterangan:

P: Peneliti

S: Subjek

R-18

P : Apa yang diketahui mengenai efisiensi

S : Selisih antara kalor yang keluar dibagi dengan kalor yang masuk ($\eta = 1 - T_c/T_h$)

P : Apa itu T_c ?

S : Agar efisiensinya 100 % maka T_c harus bernilai nol, namun mustahil jika efisiensi bernilai 100 %

P : Faktor yang mempengaruhi efisiensi ?

S : Suhu, kalor

P : Apakah Suhu dengan kalor sama ? Apakah suhu dengan temperature sama?

S : Sama

P: Apa pengertian kalor ?

S : tingkat atau derajat panas atau dinginnya suatu benda

P: Apa yang anda ketahui tentang kalor ?

S : "tidak tahu"

P : Apa yang anda ketahui tentang kerja ?

S: gaya x Usaha, Selisih antara Q masuk engan Q keluar

P: Apa hubungan antara kalor dan kerja?

S : merupakan hasil selisih kalor

P: Kalor dapat menghasilkan kerja atau kerja bisa menghasilkan kalor. Manakah yang benar?
Jelaskan

S: Keduanya benar. Kalor menghasilkan kerja : panas menghasilkan kerja seperti mesin.
Kerja menghasilkan kalor, jika saya bekerja maka saya merasakan panas, berkeringat

P : Kenapa digunakan istilah efisiensi pada mesin kalor ?

S : Mungkin dari penemunya.

P: Bagaimanakah anda dalam mengikuti pembelajaran termodinamika

S: Saat dijelaskan bisa memahami, namun setelah pembelajaran diminta untuk mengerjakan soal tidak bisa mengerjakan sendiri.

R-22

P : Apa yang diketahui tentang efisiensi ?

S : Sesuatu yang menggambarkan seberapa iritnya suatu mesin itu menghasilkan sesuatu.

(Sesuatu :

Angka) Angka yang menggambarkan seberapa iritnya mesin membuang modalnya untuk menghasilkan kerja.

P: Rumus efisiensi yang anda ketahui ?

S: $1 - T_c / T_h$,

P: Apakah saudara tahu darimana rumus itu di dapatkan ?

S: dari _____ W / Q_{in} .

P : Apa itu T_c ?

S: Aku Lupa. T melambangkan temperature, kalau c... apa ya..carnot mungkin, kalau T_h _____ reservoirnya itu lho.. ada c dan h, c tu reservoir yang atas, h itu yg bawah

P: Apakah faktor yang mempengaruhi efisiensi ?

S: Q, dan temperature. Pada kenyataannya tergantung pada reservoir

P: Apakah efisiensi bisa mencapai 100 %

S: Pada kenyataan tidak mungkin namun secara rumus bisa. Karena T_c 0 k terjadi saat tekanan rendah, karena suhu 0 mendekati 0 absolut, maka semua proses akan terhenti, dan delta S akan mendekati minimum, maka pada mesin karnot efisiensinya nol. Padahal dalam kenyataan tidak mungkin terjadi suhu 0 K dan S minimum.

P: delta S itu apa?

S: Entropi. Adalah sesuatu yang menggambarkan dunia ini, ketika entropi 1 maka akan kiamat.

P: Suhu nol kelvin bisa ndak dicapai dalam kenyataan?

S : tidak bisa, karena tidak ada mesin sesempurna itu.

P: Kalau secara rumus, bisa?

S: Bisa, $T_c = 0$

P: Apa yang diketahui tentang kerja ?

S: Usaha.

P: Apakah usaha sama dengan kerja?

S: Kerja ya kerja, kalau usaha ada yang berubah. Berarti beda, nggak jadi sama

P: Kerja pada mesin kalor itu apa?

S: Sama,...ya.. eh.

P: Kalor itu apa?

S: Energi dalam bentuk panas

P: Temperatur ?

S: Sesuatu yang menunjukkan sistem itu setimbangnya segitu.

P: Kalor dg temperature?

S: Beda, temperature itu yang menunjukkan, Kalau kalor itu dalamnya , banyaknya

P: Apakah ada hubungan antara kerja dengan kalor dalam mesin kalor?

S: Terkait, Kalor menghasilkan kerja

P: Manakah pernyataan yang benar? Kalor dapat menghasilkan kerja, atau kerja dapat menghasilkan kalor?

S: Kalor menghasilkan kerja pada mesin kalor, pada kehidupan sehari-hari, kita menggerakkan sesuatu maka akan menghasilkan kalor.

Pembelajarannya , pada awal diberikan masalah, terus membahas masalah, terus diarahkan kenapa rumusnya bisa seperti itu, terus diberikan soal, dan menerapkan prinsip dan rumus yang didapatkan ke penyelesaian soal.

Paham habis diterangkan, setelah itu lupa, paling inget Cuma pembicaraan dosen,

Buku termo dibuka saat ada tugas dan saat ujian, buku yang digunakan hanya zeamansky

Paham 1 bab dalam berjam-jam membaca.

Termo sampai sekarang sudah tidak dipelajari, paling nyrempet2... tapi g tau ada hubungannya apa tidak, Kalau lupa ya buka catatan , fc catatan teman.

LAMPIRAN 12
DOKUMENTASI



Responden mengerjakan Tes Tertulis



Wawancara dengan Responden



Wawancara dengan Responden

LAMPIRAN 13
SURAT PENELITIAN



KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor: *95/P/2015*
Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

- Menimbang** : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Fisika/Pend. Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Fisika/Pend. Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat** : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang** : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Fisika/Pend. Fisika Tanggal 7 Januari 2015

MEMUTUSKAN

- Menetapkan** :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada:
1. Nama : Dr. Suharto Linuwih, M.Si.
NIP : 196807141996031005
Pangkat/Golongan : III/C
Jabatan Akademik : Lektor
Sebagai Pembimbing I
 2. Nama : Prof. Drs. Nathan Hindarto, Ph.D
NIP : 195206131976121002
Pangkat/Golongan : IV/D
Jabatan Akademik : Guru Besar
Sebagai Pembimbing II
- Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :
- Nama : SUHARTONO
NIM : 4201411033
Jurusan/Prodi : Fisika/Pend. Fisika
Topik : ANALISIS PERUBAHAN KONSEPSI MAHASISWA FISIKA PADA MATA KULIAH TERMODINAMIKA TOPIK EFISIENSI
- KEDUA** : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal



4201411033

PM-03-AKD-24/Rev. 0011