



**PENERAPAN MODEL *PROBLEM BASED LEARNING*  
DENGAN *RECIPROCAL TEACHING* UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN MEMPREDIKSI DAN  
PEMAHAMAN KONSEP SISWA**

Skripsi

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

oleh

Diah Setyorini

4201411001

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2015**

### Surat Pernyataan

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

Semarang, 31 Agustus 2015



Diah Setyorini

4201411001

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Penerapan Model *Problem Based Learning* dengan *Reciprocal Teaching*  
untuk Meningkatkan Kemampuan Memprediksi dan Pemahaman Konsep  
Siswa

Disusun oleh

Diah Setyorini

4201411001

telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas  
Negeri Semarang pada tanggal 7 September 2015

Panitia Ujian:



Ketua

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si  
NIP. 196310721988031001

Sekretaris

Dr. Khumaedi, M.Si  
NIP. 196306101989011002

Ketua Penguji

Dr. Suharto Linuwih, M.Si  
NIP. 196807141996031005

Anggota Penguji I/

Pembimbing 1

Dr. Sunyoto Eko Nugroho, M.Si  
NIP. 196501071989011001

Anggota Penguji II/

Pembimbing 2

Drs. Ngurah Made D. P., M.Si, Ph.D  
NIP. 196702171992031002

## Motto dan Persembahan

### Motto

- *What we see depends mainly on what we look for. (John Lubbock)*
- *Do something instead of killing time. Because time is killing you. (Paulo Coelho)*
- *You can't calm the storm, so stop trying. What you can do is calm yourself. The storm will pass. (Timber Hawkeye)*
- *If you don't build your dream, someone will hire you to help build theirs. (Tony A. Gaskins Jr.)*

### Persembahan

*Skripsi ini kupersembahkan kepada:*

- *Mamak dan Bapak ku tercinta, Bapak Sulasdi dan Ibu Salasiah Juniati yang tidak pernah henti memberikan doa, dukungan dan semangat kepadaku.*
- *Adikku, Dwi Setyo Aji yang selalu berdoa untukku.*
- *Sahabat-sahabatku tercinta yang selalu memotivasi dan membantu.*
- *Teman-teman Pendidikan Fisika angkatan 2011 yang selalu menyemangatiku.*
- *Keluarga besar Kos Salma yang selalu memberikan motivasi.*

## **Kata Pengantar**

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Penerapan Model *Problem Based Learning* dengan *Reciprocal Teaching* untuk Meningkatkan Kemampuan Memprediksi dan Pemahaman Konsep Siswa**” dengan baik dan lancar.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat dukungan, bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena 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 Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Hartono, M.Pd., Dosen Wali yang telah memberikan arahan dan motivasi.
5. Dr. Sunyoto Eko Nugroho, M.Si., Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
6. Dr. Ngurah Made Darma Putra, M.Si., Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
7. Dra. Jadmi Rahayu, M.M., Kepala SMA Negeri 1 Tuntang yang telah memberikan ijin penelitian.
8. Ibu Tri, S. Pd., selaku guru Fisika SMA Negeri 1 Tuntang, yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

9. Segenap guru, staf dan karyawan SMA Negeri 1 Tuntang Kabupaten Semarang yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.
10. Bapak dan Ibu dosen yang telah mengajarkan banyak ilmu yang tidak ternilai harganya selama belajar di FMIPA Universitas Negeri Semarang.
11. Dr. Suharto Linuwih, M.Si, Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan saran perbaikan.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, motivasi serta doa kepada penulis.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca. Terima kasih.

Semarang, 31 Agustus 2015

Penulis

## ABSTRAK

Setyorini, Diah. 2015. *Penerapan Model Problem Based Learning dengan Reciprocal Teaching untuk Meningkatkan Kemampuan Memprediksi dan Pemahaman Konsep Siswa*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Sunyoto Eko Nugroho, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Dr. Ngurah Made Darma Putra, M.Si.

Kata kunci : *Problem Based Learning, Reciprocal Teaching*, Kemampuan Memprediksi, Pemahaman Konsep.

Penelitian Mariati (2012) mengungkapkan bahwa kemampuan metakognisi siswa masih rendah, ditunjukkan dengan rata-rata tes awal yang hanya 17,43%. Nilai tes awal tersebut masih tergolong sangat kecil dibandingkan nilai kemampuan metakognisi yang diharapkan. Analisis data awal SMA Negeri 1 Tuntang menunjukkan bahwa siswa yang mampu mencapai nilai KKM pada pembelajaran Fisika hanya 41,8%. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa adalah dengan menemukan model pembelajaran yang sesuai.

Desain penelitian yang digunakan adalah pre-experimental design yaitu penelitian yang masih menganggap kemungkinan kehadiran variabel luar yang mempengaruhi variabel terikat. Bentuk pre-experimental design yang diterapkan dalam penelitian ini adalah One – Group Pretest-Posttest Design. Sebelum dilaksanakan penelitian, terlebih dahulu ditentukan populasi dan sampel. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang melibatkan dua kelas sebagai kelas eksperimen. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan Probability Sampling tipe Simple Random Sampling.

Fisika merupakan mata pelajaran yang membahas tentang konsep-konsep alam yang terjadi dalam skala mikro maupun makro. Dalam praktek pembelajaran, masih banyak siswa-siswi yang belum memahami fisika secara menyeluruh sehingga mereka kesulitan untuk memecahkan masalah fisika. Untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep pada kelas eksperimen digunakan uji gain. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diketahui bahwa nilai  $\langle g \rangle = 0,3209$ . Nilai n-gain peningkatan pemahaman konsep tergolong dalam peningkatan sedang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran PBLRT mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa dengan cukup baik. Kemampuan memprediksi merupakan kemampuan yang sangat penting pada proses pemecahan masalah. Pada pembelajaran fisika, siswa dihadapkan pada masalah-masalah yang terjadi disekitar lingkungan mereka maupun masalah yang mungkin terjadi di masa depan. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai  $\langle g \rangle = 0,31$ . Menurut pembagian tingkatan n-gain, nilai tersebut termasuk dalam kelompok sedang. Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menerapkan PBLRT dapat meningkatkan kemampuan memprediksi dengan signifikan.

# DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
SURAT PERNYATAAN .....	ii
SURAT PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB</b>	
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian .....	6
1.4. Manfaat Penelitian .....	
1.4.1. Manfaat Teoritis .....	6
1.4.2. Manfaat bagi Peneliti .....	6
1.4.3. Manfaat bagi Guru .....	7
1.4.4. Manfaat bagi Siswa .....	7
1.4.5. Manfaat bagi Orang Lain .....	7
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1. Pengertian Pendidikan .....	8
2.2. Tujuan Pendidikan .....	9
2.3. Kemampuan Metakognisi .....	9
2.3.1. Kemampuan Memprediksi .....	11
2.4. Pemahaman Konsep .....	12
2.5. Pengertian Metode Pembelajaran .....	12
2.5.1. Problem Based Learning .....	13
2.5.2. Pembelajaran Kooperatif .....	16
2.5.3. Pembelajaran Kooperatif tipe <i>Reciprocal Teaching</i> ...	17
2.5.4. Kombinasi <i>Problem Based Learning</i> (PBL) dan Pembelajaran Kooperatif tipe <i>Reciprocal</i> <i>Teaching</i> .....	18
2.6. Materi Pembelajaran .....	19



2.6.1.	Karakteristik Mater Pembelajaran .....	19
2.6.2.	Kompetensi .....	20
2.6.3.	Cakupan Materi .....	21
2.6.3.1.	Termodinamika .....	21
2.6.3.2.	Usaha .....	21
2.6.3.3.	Usaha pada Tekanan Tetap .....	21
2.6.3.4.	Proses dengan Suhu Tetap .....	22
2.6.3.5.	Usaha pada Volume Tetap .....	22
2.6.3.6.	Proses Adiabatik .....	23
2.6.3.7.	Hukum Pertama Termodinamika .....	24
2.6.3.8.	Kapasitas Kalor .....	24
2.7.	Penelitian Yang Relevan .....	25
2.8.	Kerangka Berpikir .....	27
2.9.	Hipotesis .....	28
3.	<b>Metode Penelitian</b> .....	29
3.1.	Populasi dan Sampel .....	29
3.1.1.	Populasi .....	29
3.1.2.	Sampel.....	29
3.1.3.	Variable Penelitian .....	29
3.2.	Desain Penelitian .....	30
3.3.	Data .....	34
3.4.	Metode Pengumpulan Data .....	34
3.4.1.	Metode Observasi .....	34
3.4.2.	Metode Dokumentasi .....	35
3.4.3.	Metode tes .....	35
3.4.4.	Metode Wawancara .....	36
3.5.	Instrumen .....	37
3.6.	Analisis Instrumen .....	38
3.6.1.	Uji Reliabilitas .....	38
3.6.2.	Uji Validitas .....	39
3.6.2.1.	Validitas Instrumen .....	39
3.6.2.2.	Validitas Butir .....	40
3.6.3.	Taraf Kesukaran .....	40
3.7.	Analisis Data .....	41
3.7.1.	Uji Homogenitas .....	41
3.7.2.	Uji Normalitas.....	41
3.7.3.	Uji n-gain .....	50
4.	Hasil dan Pembahasan .....	44
4.1.	Hasil Penelitian .....	44
4.1.1.	Peningkatan Pemahaman Konsep .....	45
4.1.2.	Peningkatan Kemampuan Memprediksi .....	48
4.2.	Pembahasan .....	49

4.2.1. Proses Pembelajaran .....	49
4.2.2. Peningkatan kemampuan Memprediksi dan Pemahaman Konsep Siswa .....	51
4.2.3. Peningkatan Kemampuan Menggeneralisasi dan Membandingkan .....	52
4.2.4. Penurunan Kemampuan Inferensi .....	53
4.2.5. Peningkatan Kemampuan Prosedur dan Taksiran .....	54
4.2.6. Peningkatan Tiap Kelompok Kelas .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	60
LAMPIRAN .....	63

## DAFTAR TABEL

2.1	Kelebihan dan Kekurangan PBL menurut Kilroy .....	15
2.2	Sintaks atau Tahapan – Tahapan PBL .....	16
2.3	Tahapan-tahapan kombinasi <i>Project Based Learning</i> dan Pembelajaran Kooperatif tipe <i>Reciprocal Teaching</i> (PBLRT) .....	19
2.4	Tabel Kompetensi Materi Termodinamika .....	20
2.5	Tabel Keadaan beberapa Proses Termodinamika .....	25
3.1	Data yang dibutuhkan .....	34
3.2	Indikator Tingkat Kemampuan Memprediksi Siswa oleh Kasmer dan Kim .....	37
3.3	Indikator Pemahaman Konsep .....	38
3.4	Kriteria Tingkat Kesukaran Soal .....	41
3.5	Kriteria Besar Faktor Gain $\langle g \rangle$ .....	43
4.1	Hasil Belajar Kemampuan Memprediksi Siswa Kelas Eksperimen .....	53
4.2	Hasil Belajar Pemahaman Konsep Siswa Kelas Eksperimen .....	54

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Diagram <i>PV</i> proses isobarik, isokhorik, dan isotermik .....	22
2.2	Diagram <i>PV</i> proses adiabatik .....	23
2.3	Hukum Pertama Termodinamika .....	24
3.1	Desain Penelitian .....	31
3.2	Bagan Langkah-langkah Penelitian .....	32
4.1	Peningkatan Kemampuan Memprediksi Siswa Kelas Eksperimen .....	47
4.2	Hasil Belajar Pemahaman Konsep Siswa Kelas Eksperimen .....	48
4.3	Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa berdasarkan Kelompok .....	55
4.4	Peningkatan Kemampuan Memprediksi berdasarkan Kelas .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kisi-kisi Umum Instrumen .....	63
Lampiran 2	Kisi-kisi Khusus Instrumen .....	64
Lampiran 3	Jawaban Instrumen .....	69
Lampiran 4	Rubrik Penilaian Soal Essay .....	74
Lampiran 5	RPP Kelas Eksperimen .....	79
Lampiran 6	Lembar Diskusi Siswa Kelas Eksperimen .....	87
Lampiran 7	Lembar Observasi Pelaksanaan Pembelajaran .....	90
Lampiran 8	Perhitungan Analisis Kelas Eksperimen .....	93
Lampiran 9	Perhitungan Analisis Uji Coba Instrumen Pemahaman Konsep .....	94
Lampiran 10	Perhitungan Analisis Uji Coba Instrumen Kemampuan Memprediksi .....	100
Lampiran 11	Perhitungan Nilai Pretes Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen .....	105
Lampiran 12	Perhitungan Nilai Postes Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen .....	107
Lampiran 13	Perhitungan Nilai Pretes Kemampuan Memprediksi Kelas Eksperimen .....	109
Lampiran 14	Perhitungan Nilai Postes Kemampuan Memprediksi Kelas Eksperimen .....	111
Lampiran 15	Bahan Ajar .....	113
Lampiran 16	Surat Keterangan Dosen Pembimbing Skripsi .....	125
Lampiran 17	Surat Ijin Penelitian .....	126
Lampiran 18	Surat telah Melakukan Penelitian .....	127
Lampiran 19	Dokumentasi Penelitian .....	128
Lampiran 20	Hasil Penilaian Observasi .....	130
Lampiran 21	Hasil Diskusi Siswa .....	139

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kemampuan seseorang untuk mengontrol proses belajar diri sendiri disebut dengan kemampuan metakognisi. Kemampuan metakognisi sangat penting dalam proses pembelajaran, namun berdasarkan beberapa penelitian diketahui bahwa kemampuan metakognisi siswa masih rendah. Penelitian Mariati (2012) mengungkapkan bahwa kemampuan metakognisi siswa masih rendah, ditunjukkan dengan rata-rata tes awal yang hanya 17,43%. Nilai tes awal tersebut masih tergolong sangat kecil dibandingkan nilai kemampuan metakognisi yang diharapkan.

Kemampuan metakognisi terbagi menjadi dua bagian, yaitu pengetahuan dan keterampilan metakognisi. Keterampilan metakognisi masih terbagi lagi menjadi beberapa bagian, salah satu bagian itu adalah kemampuan memprediksi. Kemampuan memprediksi adalah kemampuan seseorang untuk menerka penyelesaian yang paling tepat dari beberapa pilihan penyelesaian. Sebuah masalah memiliki beberapa kemungkinan jalan penyelesaian, sehingga siswa perlu memiliki kemampuan memprediksi untuk mengambil keputusan penyelesaian mana yang paling tepat, efektif dan efisien sehingga kemampuan memprediksi menjadi sangat penting dalam proses penyelesaian.

Salah satu tujuan pembelajaran di sekolah adalah siswa mampu mencari solusi yang paling tepat dari permasalahan yang dihadapi di kelas maupun dalam kehidupan sehari – sehari dengan menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang telah didapatkan di dalam kelas. Pemecahan masalah membutuhkan

kemampuan memprediksi yang cukup untuk memilih kemungkinan pemecahan terbaik dengan menggunakan pengetahuan dan data yang telah diketahui.

Kemampuan memprediksi memiliki peran penting dalam pembelajaran di kelas, namun kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan memprediksi siswa belum mendapat perhatian yang cukup dari para pengajar di sekolah. Kemampuan memprediksi telah tumbuh tanpa direncanakan bersamaan dengan kemampuan-kemampuan metakognisi yang lain seperti, merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi. Agar kemampuan memprediksi siswa dapat tumbuh dengan maksimal maka perlu direncanakan dengan baik diluar kelas. Salah satu perencanaan pembelajaran yang harus dilakukan adalah merumuskan sebuah metode pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan memprediksi siswa.

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2007, tujuan belajar kognitif terdiri atas dua dimensi, yaitu dimensi pengetahuan yang terdiri atas faktual, konseptual, prosedural, dan metakognisi, dan dimensi proses kognitif yang meliputi mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi dan mencipta. Menurut Permendiknas tersebut, metakognisi merupakan salah satu tujuan pembelajaran yang penting dalam proses pembelajaran.

Kasmer dan Kim (2011) berpendapat bahwa guru kelas maupun pengembang kurikulum seharusnya menyusun pembelajaran dengan memasukkan kemampuan prediksi dalam desain pengajaran yang dapat memberikan peluang kepada siswa agar lebih mudah memahami konsep yang dipelajari siswa. Seorang siswa yang memiliki kemampuan memprediksi cukup tinggi dapat lebih mudah

menemukan solusi dari permasalahan yang dihadapi karena ia dapat menimbang dan menentukan solusi yang paling tepat dari beberapa alternatif solusi yang ada. Berdasarkan pernyataan Mariati, Kasmer dan Kim dapat disimpulkan bahwa kemampuan prediksi sangat penting diperhatikan dalam proses pembelajaran sebagai usaha untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pemahaman siswa yang lebih baik.

Fisika merupakan bidang ilmu yang sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari karena cakupannya yang sangat luas, baik materi dalam skala mikro maupun makro. Pembelajaran fisika di sekolah diharapkan mampu meningkatkan kesadaran siswa terhadap lingkungan sekitarnya sehingga siswa mampu menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Penyelesaian masalah fisika, baik soal yang diberikan di dalam kelas maupun permasalahan dalam kehidupan sehari-hari membutuhkan pemahaman yang mendalam terhadap sub materi fisika yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi. Pendalaman materi fisika yang dimaksud adalah pemahaman konsep fisika yang benar dan matang oleh siswa. Herawati (2010) menyatakan bahwa pemahaman konsep perlu ditanamkan kepada peserta didik sejak dini yaitu sejak anak tersebut masih duduk di bangku sekolah dasar karena hal tersebut akan menjadi bekal dalam mempelajari matematika pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi.

Pada masa sekarang ini, media pembelajaran bukanlah hal yang sulit untuk didapat karena siswa dapat mengakses materi pelajaran melalui televisi, internet, dan media lainnya. Meskipun begitu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa kemampuan pemahaman konsep siswa masih cukup rendah. Analisis data awal SMA Negeri 1 Tuntang menunjukkan bahwa siswa yang mampu mencapai nilai



KKM pada pembelajaran Fisika hanya 41,8%. Sakti, *et al.*, (2012) memaparkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan pada salah satu kelas XI SMA Plus Negeri 7 Kota Bengkulu menunjukkan bahwa hanya 50% siswa yang dapat mencapai ketuntasan hasil belajar. Nilai ini masih sangat rendah daripada yang diharapkan. Widodo (2006) menyatakan bahwa untuk menilai kemampuan pemahaman konsep siswa dibutuhkan sebuah evaluasi dengan soal yang sesuai. Namun pada kenyataannya, pertanyaan pemahaman yang diberikan oleh guru hanya sekitar 55%. Berdasarkan analisis data awal dan hasil penelitian Widodo, serta studi pendahuluan Sakti di atas dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep siswa melalui pembelajaran di kelas masih rendah, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Peningkatan pemahaman konsep dan kemampuan memprediksi dapat dilakukan beberapa perubahan dalam proses pembelajaran. Salah satu hal yang dapat dilakukan oleh pengajar adalah mengganti model pembelajaran yang biasa dilakukan dengan model pembelajaran yang sesuai untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan memprediksi siswa. Dalam penelitian ini, diterapkan sebuah kombinasi dua metode pembelajaran. Metode pembelajaran yang digunakan adalah *Problem Based Learning* dengan *Reciprocal Teaching* (PBLRT).

Downing (2010) menyatakan bahwa PBL memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perkembangan metakognisi. Ostovar-Namaghi (2011) menyatakan bahwa dalam metode PKRT, siswa dapat belajar untuk memprediksi, membangkitkan pertanyaan, mengidentifikasi ide pokok dari sebuah paragraf,

menjelaskan kata – kata, phrasa, atau kalimat yang kurang jelas, dan menyimpulkan bacaan mereka. PBL dan Pembelajaran Kooperatif tipe *Reciprocal Teaching* (PKRT) diharapkan mampu meningkatkan kemampuan memprediksi siswa. Berdasarkan pendapat Downing dan Ostovar-Namaghi di atas, peneliti memutuskan menggunakan kombinasi metode *Problem Based Learning* dengan *Reciprocal Teaching* (PBLRT). PBLRT diharapkan mampu meningkatkan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

- (1) Bagaimana karakteristik model pembelajaran PBLRT yang dapat meningkatkan kemampuan prediksi dan pemahaman konsep siswa?
- (2) Apakah model pembelajaran PBLRT mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa?
- (3) Apakah model pembelajaran PBLRT mampu meningkatkan kemampuan prediksi siswa?
- (4) Apakah model PBLRT mampu meningkatkan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa kelompok rendah, sedang, dan tinggi?

## **1.3 Pembatasan Masalah**

Agar penelitian ini dapat dilakukan dengan lebih terarah, maka dibutuhkan pembatasan-pembatasan tertentu. Pembatasan tersebut antara lain:

1. Pembelajaran yang akan diteliti adalah peningkatan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa SMA dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dengan *Reciprocal Teaching*.

2. Materi pokok penelitian dibatasi pada materi Termodinamika.
3. Subyek penelitian adalah siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Tuntang.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik PBLRT yang mampu meningkatkan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa, selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui apakah model pembelajaran PBLRT benar-benar mampu meningkatkan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa. Pada kelas yang normal, terdapat sebagian siswa yang memiliki kemampuan kognitif yang tinggi, sedang, dan rendah. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui peningkatan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep yang signifikan terjadi pada siswa dengan kemampuan kognitif yang tinggi, sedang, atau rendah.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

### **1.5.1 Manfaat Teoritis**

Beberapa manfaat teoritis dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai pengetahuan bagi peneliti mengenai penerapan model pembelajaran PBLRT dalam meningkatkan kemampuan prediksi dan pemahaman konsep siswa. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan pengetahuan bagi siswa, pengajar, dan peneliti lainnya.

### **1.5.2 Manfaat bagi Peneliti**

Bagi peneliti, hasil penelitian ini dapat menjadi sumber pengetahuan dan motivasi untuk dapat menerapkan dan menemukan pengetahuan – pengetahuan baru yang dapat menunjang pembelajaran di kelas sehingga dapat meningkatkan

kualitas pendidikan di Indonesia. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bekal mengajar ketika menjadi guru di masa yang akan datang.

### **1.5.3 Manfaat bagi Guru**

Bagi guru, hasil penelitian dapat menambah pengetahuan mengenai model pembelajaran PBLRT terutama mengenai keunggulan dan kelemahan model PBLRT. Selain itu, hasil penelitian juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan pengetahuan untuk mengembangkan pembelajaran di dalam kelas sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai dengan cara yang lebih efektif dan efisien.

### **1.5.4 Manfaat bagi Siswa**

Bagi siswa, pengetahuan yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan motivasi dan rasa ingin tahu dalam belajar. Siswa juga diharapkan mampu memahami cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep. Selain

### **1.5.5 Manfaat bagi Orang Lain**

Bagi orang lain, hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan untuk melakukan penelitian – penelitian sejenis di masa mendatang. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan bacaan untuk menambah pengetahuan dan motivasi untuk melakukan penelitian sejenis. Pembaca juga dapat mengetahui bagaimana pengaruh model pembelajaran PBL dan PKRT dalam meningkatkan kemampuan memprediksi siswa.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Populasi Sampel dan Teknik Sampling**

##### **3.1.1 Populasi**

Sugiyono (2007) menyatakan bahwa populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan disimpulkan. Pada penelitian ini, populasi yang diteliti adalah seluruh siswa SMA Negeri 1 Tuntang.

##### **3.1.2 Sampel**

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *Probability Sampling* tipe *Simple Random Sampling*. Menurut Sugiyono (2009) *Probability Sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel. Pengambilan sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi itu. Hal ini dilakukan apabila populasi dianggap homogen.

##### **3.1.3 Variabel Penelitian**

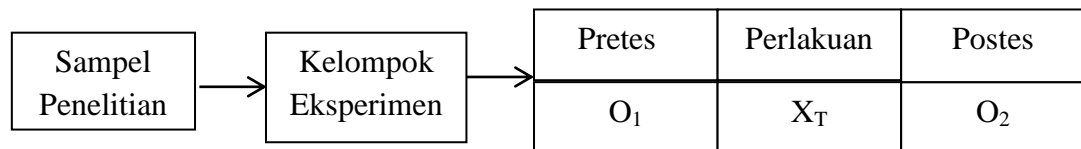
Dalam penelitian eksperimen terdapat 3 variabel yang perlu diperhatikan yaitu, variabel bebas, terikat, dan kontrol. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah metode pembelajaran yang digunakan. Pada penelitian ini terdapat satu perlakuan yaitu perlakuan pada kelas eksperimen berupa penerapan PBLRT. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan memprediksi dan

pemahaman konsep siswa yang diharapkan meningkat karena pengaruh variabel bebas. Variabel terikat yang diteliti membutuhkan instrumen yang dapat mengukur perubahan.

Pada penelitian ini variabel terikat diukur dengan menggunakan metode tes. Metode tes yang digunakan adalah tes tertulis yang berupa soal-soal isian singkat dan uraian. Tes berbentuk uraian dipilih karena tes ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengungkapkan ide yang dimiliki dengan lebih jelas. Tes uraian dirasakan sesuai dengan variabel terikat yang diteliti yaitu kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa. Kemampuan prediksi dapat lebih mudah diamati dengan tes uraian karena siswa lebih bebas mengungkapkan hipotesis dan prediksi melalui kata – katanya sendiri. Tes isian singkat digunakan untuk mengetahui pemahaman konsep siswa.

### **3.2 Desain Penelitian**

Desain penelitian yang digunakan adalah *pre-experimental design* yaitu penelitian yang masih menganggap kemungkinan kehadiran variabel luar yang mempengaruhi variabel terikat. Bentuk *pre-experimental design* yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *One – Group Pretest-Posttest Design*. Tahapan-tahapan yang ditempuh dalam prosedur penelitian *One – Group Pretest-Posttest Design* ini antara lain (1) pelaksanaan pretes (siswa diberikan pretes untuk mengetahui kemampuan siswa dalam kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa, (2) pelaksanaan *treatment*, dan (3) pelaksanaan postes (pelaksanaan tes akhir yang bertujuan untuk mengukur sejauh mana peningkatan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa setelah diberikan perlakuan). Desain penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Desain Penelitian *One – Group Pretest-Posttest Design*

Keterangan :

O<sub>1</sub> = data sampel sebelum diberi perlakuan

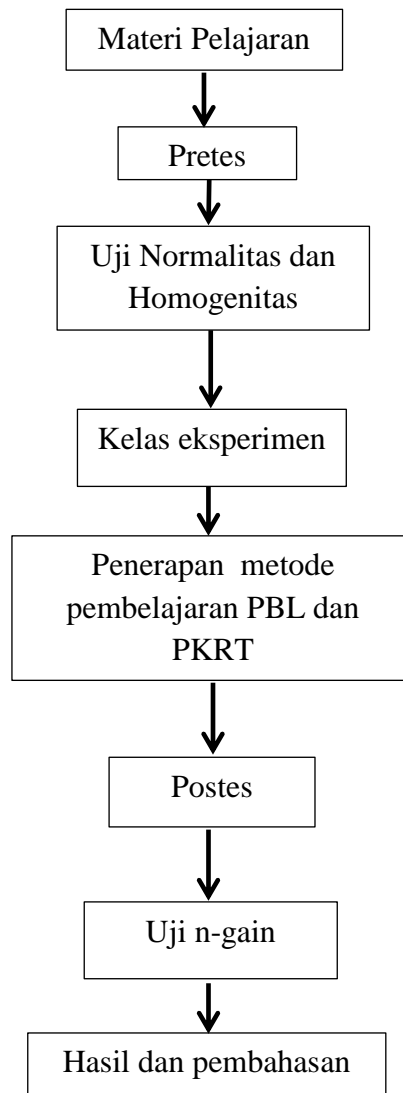
O<sub>2</sub> = data sampel setelah diberi perlakuan

X<sub>T</sub> = penerapan model PBLRT (*treatment*)

Sebelum dilaksanakan penelitian, terlebih dahulu ditentukan populasi dan sampel. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang melibatkan dua kelas sebagai kelas eksperimen, yaitu kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 SMA N 1 Tuntang Kabupaten Semarang. Kedua kelas ini kemudian dites untuk mengetahui kemampuan awal siswa yang dijadikan bahan untuk menganalisis peningkatan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa.

Pada kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa penerapan metode PBL dan PKRT dalam proses pembelajaran. Setelah mendapatkan perlakuan, kedua kelas ini kemudian di uji lagi untuk melihat perkembangan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa.

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.2:



Gambar 3.2 Bagan Langkah-langkah Penelitian

Langkah – langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- (1) Penelitian diawali dengan penentuan populasi dan sampel. Sampel penelitian ditentukan dengan menggunakan teknik *random sampling*. Pada *random sampling* setiap anggota populasi memiliki peluang yang sama untuk menjadi sampel penelitian. Selain penentuan kelas eksperimen, ditentukan pula kelas uji coba diluar sampel penelitian untuk menguji tes yang digunakan pada kelas eksperimen. Setelah diujikan, instrumen tes kemudian dapat digunakan



untuk mengetes kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa pada kelas eksperimen.

- (2) Uji normalitas dan uji homogenitas dilakukan pada kelas eksperimen untuk mengetahui apakah sampel merupakan kelas yang normal dan homogen. Data yang digunakan untuk menguji normalitas dan homogenitas kelas eksperimen adalah nilai ulangan harian semester ganjil kelas XI tahun pelajaran 2015/2016.
- (3) Peneliti menyusun instrumen tes yang diujicobakan pada kelas uji coba. Kelas uji coba yang dipilih adalah kelas yang sebelumnya telah menerima materi pelajaran.
- (4) Hasil tes uji coba kemudian dianalisis untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda dari tes yang diujicobakan.
- (5) Soal – soal yang telah dianalisis kemudian dipilih yang baik dan digunakan sebagai soal tes pada eksperimen untuk menilai kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa.
- (6) Tes kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa diberikan kepada kelas eksperimen.
- (7) Pemberian treatment atau penerapan metode PBLRT pada kelas eksperimen.
- (8) Hasil uji kelas eksperimen kemudian dianalisis.
- (9) Berdasarkan analisis yang dilakukan, peneliti menyusun laporan hasil penelitian.

### 3.3 Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari data awal dan data akhir. Data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Data yang Dibutuhkan

No.	Jenis Data yang Diukur	Teknik Pengumpulan Data	Instrumen Pengumpulan Data	Subjek
1	Kemampuan Memprediksi	Tes tertulis	Lembar soal tes	Siswa
2	Pemahaman Konsep	Tes tertulis	Lembar soal tes	Siswa
3	Kepraktisan Perangkat Pembelajaran	Observasi	Lembar observasi	Observer
4	Kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep awal siswa	Wawancara dan Dokumentasi	Lembar pertanyaan wawancara dan nilai ujian semester ganjil	Guru dan siswa

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur peningkatan kemampuan metakognitif dan pemahaman konsep siswa dengan memberikan perlakuan tertentu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah metode observasi, dokumentasi, tes, dan wawancara.

#### 3.4.1 Metode Observasi

Observasi dilakukan di awal penelitian untuk melihat kondisi belajar dan antusiasme siswa dalam pembelajaran. Selain itu, melalui observasi dapat diketahui bagaimana kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa melalui jawaban spontan siswa terhadap pertanyaan guru mata pelajaran.

### 3.4.2 Metode Dokumentasi

Metode ini digunakan pada saat pengumpulan data untuk mengambil populasi dan sampel pada awal penelitian. Selain itu, metode dokumentasi digunakan untuk mendapatkan nilai ulangan semester ganjil mata pelajaran fisika kelas XI. Nilai ini digunakan sebagai bahan analisis uji normalitas, uji homogenitas, uji kesamaan rata – rata.

### 3.4.3 Metode Tes

Suharsimi (2010) menyatakan bahwa tes adalah serentetan pertanyaan atau latihan serta alat lain yang digunakan untuk mengukur keterampilan, pengetahuan intelegensi, kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok. Penelitian ini bertujuan untuk menguji apakah kombinasi metode PBLRT mampu meningkatkan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa, maka instrumen yang digunakan adalah tes prestasi atau *achievement test*. Suharsimi (2010) menyatakan bahwa tes prestasi adalah tes yang digunakan untuk mengukur pencapaian seseorang setelah mempelajari sesuatu. Sebelum menyusun instrumen tes, terlebih dahulu disusun kisi-kisi instrumen. Kisi-kisi adalah sebuah tabel yang menunjukkan hubungan antara hal-hal yang disebutkan dalam baris dengan hal-hal yang disebutkan dalam kolom. Kisi-kisi dibagi menjadi dua macam, yaitu kisi-kisi umum dan khusus. Kisi-kisi yang perlu disusun pertama kali yaitu kisi-kisi umum.

Setelah kelas eksperimen diberi perlakuan, maka kelas itu dites untuk mengetahui perkembangan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa. Dalam penelitian ini, bentuk tes yang digunakan adalah tes isian singkat dan uraian. Tes uraian diharapkan dapat menghitung kemampuan memprediksi

siswa melalui soal – soal yang memancing munculnya hipotesis maupun prediksi siswa. Tes isian singkat diharapkan dapat menunjukkan seberapa jauh tingkat pemahaman konsep siswa.

#### **3.4.4 Metode Wawancara**

Metode wawancara atau *interview* adalah sebuah dialog yang dilakukan oleh pewawancara (*interviewer*) untuk memperoleh informasi dari terwawancara. Pada penelitian ini digunakan metode wawancara tipe *guided interview*, wawancara dilakukan oleh pewawancara dengan membawa sederetan pertanyaan lengkap dan terperinci seperti yang dimaksud dalam wawancara terstruktur. Sebelum pemberian perlakuan pada sampel penelitian, terlebih dahulu dilakukan wawancara dengan guru mata pelajaran Fisika. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengetahuan guru mengenai kemampuan memprediksi dan apakah kemampuan memprediksi telah dimasukkan dalam rancangan proses pembelajaran. Beberapa siswa juga diwawancara untuk mengetahui apakah siswa memahami pelajaran yang telah diberikan oleh guru mereka dan bagaimana pola pikir mereka terhadap mata pelajaran Fisika.

Beberapa pertanyaan yang dilontarkan kepada guru yaitu; (1) apakah guru mengetahui tentang kemampuan metakognisi, terutama kemampuan memprediksi siswa, (2) apakah guru telah memasukkan kemampuan metakognisi dalam rancangan proses pembelajaran, (3) bagaimanakah kemampuan memprediksi siswa dalam proses pemecahan masalah, (4) bagaimanakah antusiasme siswa dalam proses pembelajaran fisika di dalam kelas, (5) bagaimana pemahaman konsep siswa di dalam kelas, dan (6) apakah guru telah menggunakan metode pembelajaran yang beragam di dalam kelas. Beberapa pertanyaan yang

dilontarkan kepada siswa yaitu; (1) apakah siswa merasa kesulitan dalam memahami konsep fisika yang diajarkan, (2) apakah selama ini siswa telah merasa mampu mengerjakan permasalahan maupun soal yang diberikan guru, (3) bagian mana dari materi pelajaran fisika yang dirasa paling sulit bagi siswa, dan (4) bagaimanakah bentuk pembelajaran yang dirasa lebih memudahkan siswa dalam memahami pelajaran.

### 3.5 Instrumen

Penyusunan instrumen tes membutuhkan indikator yang dapat memberikan informasi mengenai tingkat kemampuan memprediksi siswa dan pemahaman konsep siswa. Dalam penelitian ini terdapat dua variabel terikat yang diteliti, yaitu kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa. Kasmer dan Kim (2011) menyatakan beberapa kode atau indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kemampuan memprediksi siswa. Pernyataan Kasmer dan Kim (2011) ditunjukkan dalam Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Indikator Tingkat Kemampuan Memprediksi Siswa oleh Kasmer dan Kim

Indikator	Deskripsi
Koneksi	Siswa menggunakan pengetahuan sebelumnya untuk diaplikasikan pada situasi tertentu
Visualisasi	Siswa menggambarkan grafik, tabel, ataupun peta konsep dari situasi, atau siswa menggunakan perumpamaan atau perbandingan yang konkrit untuk membuat prediksi
Pelajaran sebelumnya	Siswa mengandalkan informasi dari pelajaran sebelumnya untuk membantu membuat prediksi
Prosedur	Siswa memanfaatkan sebuah prosedur penyelesaian masalah tertentu untuk membuat prediksi
Taksiran	Siswa membuat dugaan, perkiraan, maupun taksiran untuk membuat prediksi

Pemahaman konsep adalah kemampuan membangun makna berdasarkan tujuan pembelajaran, mencakup komunikasi oral, tulisan dan grafis. Kistiono dan Andi Suhandi juga menyatakan beberapa indikator pemahaman konsep. Indikator-indikator tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3 Indikator Pemahaman Konsep

Indikator Pemahaman konsep	Definisi
Interpretasi	Mengubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain
Mencontohkan	Menemukan contoh khusus atau ilustrasi dari suatu konsep atau prinsip
Menggeneralisasi	Pengabstrakan tema-tema umum atau poin-poin umum
Inferensi	Penggambaran kesimpulan logis dari informasi yang disajikan
Membandingkan	Mencari hubungan antara ide, objek, atau hal – hal serupa
Menjelaskan	Mengkonstruksi model sebab akibat dari suatu sistem

### 3.6 Analisis Instrumen

Instrumen tes yang digunakan pada kelas eksperimen terlebih dahulu harus diujicobakan pada kelas uji coba. Kelas uji coba merupakan kelas yang telah mendapatkan materi pelajaran. Tes yang diujicobakan terdiri dari 10 soal uraian. Hasil tes kelas uji coba kemudian dianalisis untuk diketahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda butir soal dari masing – masing soal.

#### 3.6.1 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah instrumen tes yang digunakan reliabel. Suatu instrumen tes dikatakan reliabel apabila instrumen tes tersebut dapat digunakan pada waktu yang berbeda pada sampel yang sama

namun tetap memberikan hasil yang sama. Uji reliabilitas terdapat beberapa macam jenis, pada penelitian ini digunakan uji reliabilitas *Internal Consistency*. Sugiyono (2007) menyatakan bahwa pada uji reliabilitas *Internal Consistency* hanya dilakukan satu kali percobaan instrumen kemudian dianalisis dengan teknik tertentu. Uji reliabilitas untuk jenis data interval/essay digunakan uji reliabilitas *Internal Consistency* tipe Alfa Cronbach.

Rumus :

$$r_i = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum s_j^2}{s_t^2} \right)$$

Keterangan:

$k$  = mean kuadrat antara subjek

$\sum s_j^2$  = mean kuadrat kesalahan

$s_t^2$  = varians total

Rumus untuk varians total dan varians item:

$$s_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n^2}$$

$$s_i^2 = \frac{JK_i}{n} - \frac{JK_s}{n^2}$$

Keterangan:

$JK_i$  = jumlah kuadrat seluruh skor item

$JK_s$  = jumlah kuadrat subyek

### 3.6.2 Validitas

#### 3.6.2.1 Validitas instrumen

Validitas instrumen suatu tes dapat diketahui dengan melihat kesesuaiannya soal tersebut dengan kisi – kisi instrumen yang sebelumnya telah

dibuat. Pengujian validitas instrumen dilakukan dengan mendiskusikan instrumen bersama ahli yang berkompeten.

### 3.6.2.2 Validitas butir

Purwanti (2009) memaparkan validitas butir adalah validitas yang menunjukkan bahwa butir tes dapat menjalankan fungsi pengukuran dengan baik. Validitas butir dicari menggunakan korelasi product momen dengan angka kasar yaitu:

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

$r_{xy}$  = koefisien korelasi antara variabel  $X$  dan  $Y$

$N$  = jumlah siswa

$X$  = skor item

$Y$  = skor total

$\sum XY$  = jumlah perkalian  $X$  dan  $Y$

Hasil  $r_{xy}$  kemudian dibandingkan dengan  $r_{tabel}$  dengan taraf signifikansi 5%. Arikunto dalam Restioningsih (2010) apabila  $r_{xy} > r_{tabel}$  maka butir soal tersebut valid.

### 3.6.3 Taraf Kesukaran

Taraf kesukaran adalah angka yang penunjuk seberapa sulit dan mudah soal bagi sekelompok siswa. Purwanti (2009) menyatakan bahwa rumus yang digunakan untuk menganalisis kesukaran soal:

$$P = \frac{\sum x}{S_m N}$$

Keterangan:

$P$  = taraf kesukaran

$\sum x$  = jumlah seluruh skor

$S_m$  = skor maksimum



$N$  = jumlah siswa

Supranata (2004) dalam Purwanti (2009) memberikan tingkat kesukaran soal yang ditafsirkan berdasarkan kriteria pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.4 Kriteria Tingkat Kesukaran Soal

$P$ (taraf kesukaran)	Kriteria
$P < 0.30$	Sukar
$0.30 \leq P \leq 0.70$	Sedang
$P > 0.70$	Mudah

### 3.7 Analisis Data

#### 3.7.1 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk meyakinkan bahwa sampel penelitian memiliki keadaan awal yang sama. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah kedua sampel memiliki varians yang sama atau tidak. Hipotesis dalam uji homogenitas adalah:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ (sampel homogen)}$$

$$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ (sampel tidak homogen)}$$

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah uji Bartlett. Rumus uji Bartlett adalah:

$$s^2 = \frac{(\sum(n_i - 1)s_i^2)}{\sum(n_i - 1)}$$

Harga satuan B dengan rumus :

$$B = (\log s^2) \sum (n_i - 1)$$

Untuk uji Bartlet digunakan statistik chi-kuadrat.

$$x^2 = (\ln 10) \left\{ B - \sum (n_i - 1) \log s_i^2 \right\}$$

Dengan  $\ln 10 = 2,3026$ , disebut logaritma asli dari bilangan 10.

Dengan taraf nyata  $\alpha$ , kita tolak hipotesis  $H_0$  jika  $x^2 \geq x_{(1-\alpha)(k-1)}^2$ , dimana  $x_{(1-\alpha)(k-1)}^2$  didapat dari daftar distribusi chi-kuadrat dengan peluang  $(1-\alpha)$  dan  $dk = (k-1)$ .

### 3.7.2 Uji Normalitas

Teknik pengujian normalitas data yang digunakan adalah Chi Kuadrat ( $\chi^2$ ). Sugiyono (2007) menyatakan bahwa pengujian normalitas data dengan ( $\chi^2$ ) dilakukan dengan cara membandingkan kurva normal yang terbentuk dari data yang telah terkumpul (B) dengan kurva normal baku/standar (A).

### 3.7.3 Uji n-gain

Uji n-gain untuk mengetahui peningkatan kemampuan siswa setelah diberikan perlakuan. Rumus uji n-gain yaitu:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100\% - \langle S_{pre} \rangle}$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$  = gain ternormalisasi (normal gain)

$\langle S_{post} \rangle$  = skor rata – rata postes (%)

$\langle S_{pre} \rangle$  = skor rata – rata pretes (%)

Kriteria faktor gain menurut Savinainen & Scott (Wiyanto, 2008 :86)

dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Tabel Kriteria Besar Faktor Gain  $\langle g \rangle$ 

Faktor $\langle g \rangle$ skala 0 – 1	Kriteria
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Kemampuan memprediksi menjadi penting dalam proses pembelajaran karena sangat berperan dalam proses pemecahan masalah, baik masalah yang diberikan oleh guru maupun masalah yang ditemukan siswa di lingkungan sekitar. Model PBLRT sebagai sebuah model kombinasi PBL dan *Reciprocal Teaching* diketahui mampu meningkatkan kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa. Berdasarkan analisis data yang dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. PBLRT merupakan model pembelajaran yang menekankan pada kemampuan memprediksi siswa dalam proses pemecahan masalah.
2. Model PBLRT mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa. Peningkatan pemahaman konsep diketahui melalui analisis nilai gain  $\langle g \rangle = 0,32$ .
3. Model PBLRT mampu meningkatkan kemampuan memprediksi siswa. Peningkatan terjadi dalam tingkatan sedang dengan nilai gain  $\langle g \rangle = 0,31$ .
4. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa peningkatan pemahaman konsep kelompok rendah, sedang dan tinggi berturut-turut adalah 42,03%, 34,1%, dan 29,%, sedangkan peningkatan kemampuan memprediksi berturut-turut pula 33,33%, 30,63%, dan 36,04%.

## **5.2. Saran**

Proses penerapan model PBLRT harus memperhatikan pengaruhnya pada setiap bagian-bagian, agar semua bagian-bagian kemampuan memprediksi dan pemahaman konsep siswa meningkat. Penerapan model ini harus dilakukan berulang-ulang agar siswa terbiasa dengan pola pemecahan masalah yang harus dilakukannya.

## Daftar Pustaka

- Aziz, Ruslan Abdul. 2008. Pengaruh Penerepan Metode HILDA TABA terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Pokok Bhasan Zat dan Wujudnya di Kelas VII MTs Negeri Prambanan Sleman Yogyakarta. *Skripsi*. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Cahyono, E., Sri M. E. S., Rochmad, Sudarmin, & Sutikno. 2014. Buku Panduan Penulisan Proposal, Tugas Akhir, Skripsi, dan Artikel Ilmiah. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Downing, K. 2010. Investigate of the effect of instruction of metacognitive knowledge on academic stress. *Asian Journal on Education and Learning*, 1(2): 75-96.
- Efendi, N. 2013. Pendekatan Pengajaran Reciprocal Teaching Berpotensi Meningkatkan Ketuntasan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA. *Pedagogia*, 2(1): 84-97.
- Fleming, Stephen M dan Raymond J. Dolan. 2012. *The neural basis of metacognitive ability. The Royal Society*. 367: 1338–1349.
- Herawati, Oktiana Dwi Putra, Rusdy Siroj dan H.M. Djahir Basir. 2010. Pengaruh Pembelajaran Problem Posing terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 6 Palembang. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 4(1).
- Karim, Asrul. 2011. Penerapan Metode Penemuan Terbimbing dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. Seminar Nasional Matematika dan Terapan 2011. Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) FKIP Universitas Almuslim.
- Kasmer, L.A. & Kim, O. 2011. The nature of student predictions and learning opportunities in middle school algebra. *Springer*. 79: 175 – 191.
- Kilroy, D.A. 2003. Review Problem Based Learning. *British Medical Journal*. 326(7384): 328–330.
- Masbur. 2012. Remedial Teaching sebagai Suatu: Suatu Analisis Teoretis. *Jurnal Ilmiah Didaktika*. 12(2): 348-367.
- Mariati, P.S. 2012. Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Solving untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognisi dan Pemahaman Konsep Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 8: 152 – 160.

- Oczkus, L. 2013. Reciprocal Teaching: Powerful Hands-on Comprehension Strategy. *The Utah Journal of Literacy*. 16(1): 34 – 38.
- Ostovar-Namaghi, S.A. 2011. On the Effect of Reciprocal Teaching Strategy on EFL Learners' Reading Proficiency. *Journal of Language Teaching and Research*. 2(6): 1238 – 1243.
- Palinscar, A.S. dan Brown A.L. 1984. Reciprocal Teaching of Comprehension-Fostering and Comprehension-Monitoring Activities. *Cognition and Instruction*. 1 (2): 117-175.
- Permana, Yanto dan Utari Sumarmo. 2007. Mengembangkan Kemampuan Penalaran dan Koneksi Matematik Siswa SMA Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah. *Educationist*. 1(2): 116-123.
- Restioningsih, W. 2010. Keefektifan Model Pembelajaran Reciprocal Teaching terhadap Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Pokok Segitiga Peserta Didik Kelas VII SMP N 1 Sragi. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Risnanosanti. 2008. Melatih Kemampuan Metakognisi Siswa dalam Pembelajaran Fisika. *Semnas Matematika dan Pendidikan Matematika*. Bengkulu: FKIP Universitas Muhammadiyah Bengkulu.
- Riyadi, I. 2012. Strategi Belajar Metakognisi untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa pada Mata Pelajaran IPS. *Magistra*. 82: 28 – 36.
- Sakti, Indra, Yuniar Mega Puspasari, dan Eko Risdianto. 2012. Pengaruh Model Pembelajaran Langsung (*Direct Instruction*) Melalui Media Animasi Berbasis *Macromedia* Flash terhadap Minat Belajar dan Pemahaman Konsep Fisika Siswa di SMA PLUS Negeri 7 Kota Bengkulu. *Exacta*. 10(1): 1-10.
- Sastrawati, E., Rusdi, M., & Syamsurizal. 2011. Problem Based Learning, Strategi Metakognisi, dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *Tekno Pedagogi*. 1(2): 1 – 14.
- Slavin, R.E. 2005. *Cooperative Learning: Teori, Riset dan Praktek*. Bandung: Nusa Media.
- Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Warsono & Hariyanto. 2013. *Pembelajaran Aktif*. Bandung : Remaja Rosdakarya.

- Wicaksono, B., Akhdinirwanto, R.W., & Ashari. Nd. Peningkatan Kemampuan Metakognitif Fisika Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada SMK Pancasila 1 Kutoarjo. *Radiasi*. 3(2).
- Wood, Diana F., 2003. ABC of Learning and Teaching in Medicine: Problem Based Learning. *BMJ*. 326: 328 – 330.
- Young, Andria and Jane D. Fry. 2008. *Metacognitive awareness and Academic Achievement in College Students*. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*. 8(2): 1-10.



## Lampiran 1

### Kisi-kisi Umum Instrumen

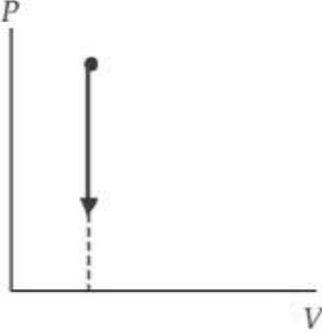
Variabel Penelitian	Sumber Data	Metode	Instrumen
Kualitas kemampuan memprediksi siswa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa sebagai pelaku</li> <li>- Kegiatan pembelajaran</li> </ul>	Tes tertulis	Soal tes
Tingkat pemahaman konsep siswa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa sebagai pelaku</li> <li>- Kegiatan pembelajaran</li> </ul>	Tes tertulis	Soal tes
Pengetahuan terhadap kemampuan memprediksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru sebagai pelaku</li> </ul>	Wawancara	Pedoman wawancara

## Lampiran 2

### Instrumen Tes Kisi-kisi khusus instrumen

Variabel Penelitian	Indikator	Deskripsi	Nomor Pertanyaan
Kemampuan memprediksi siswa	Koneksi	Menggunakan pengetahuan sebelumnya untuk diaplikasikan pada situasi tertentu	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Seperti dalam mekanika, dalam termodinamika dikenal istilah usaha. Apakah yang dimaksud dengan usaha dalam termodinamika? Apakah perbedaannya dengan usaha pada mekanika?</li><li>2. Hukum I Termodinamika merupakan salah satu contoh hukum Kekekalan Energi. Jelaskan maksud dari pernyataan tersebut!</li></ol>
	visualisasi	Menggambarkan grafik, tabel, ataupun peta konsep dari situasi, atau siswa menggunakan perumpamaan atau perbandingan yang konkrit untuk membuat prediksi	<ol style="list-style-type: none"><li>3. Proses isobarik merupakan proses pada tekanan tetap. Gambarkan diagram <i>PV</i> pada proses Isobarik!</li><li>4. Sebuah proses usahanya bernilai 0, gambarkan diagram <i>PV</i> untuk proses ini!</li></ol>
	Pelajaran sebelumnya	Mengandalkan informasi dari pelajaran sebelumnya untuk membantu membuat	<ol style="list-style-type: none"><li>5. Apakah terdapat hubungan antara Hukum Gay-Lussac dengan proses Isobarik? Jika ada, jelaskan!</li><li>6. Apakah terdapat hubungan antara Hukum Boyle</li></ol>

		prediksi	dengan proses Isothermal? Jika ada, jelaskan!
	Prosedur	Memfaatkan sebuah prosedur penyelesaian masalah tertentu untuk membuat prediksi	<p>7. Diketahui energi dalam untuk gas diatomik pada suhu sedang <math>\Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T</math> , buktikan bahwa tetapan Laplacenya 1,4!</p> <p>8. Proses isokhorik terjadi pada sebuah sistem gas monoatomik, suhu awal sistem tersebut adalah 273,5 K dan suhu akhir sistemnya 287 K berapakah perubahan energi dalam yang terjadi pada sistem tersebut?</p>
	Taksiran	Membuat dugaan, perkiraan, maupun taksiran untuk membuat prediksi	<p>9. Menurut pendapat kamu, mungkinkah energi gas diatomik suhu tinggi lebih rendah daripada energi gas diatomik suhu sedang? Mengapa?</p> <p>10. Menurut pendapat kamu, mungkinkah sebuah sistem yang dipanaskan tidak melakukan usaha pada sistem ataupun mendapat usaha dari lingkungan?</p>
Pemahaman konsep siswa	Interpretasi	Mengubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain	<p>1. Jika kita melakukan usaha pada sistem maka kita sedang memindahkan ... dari lingkungan ke dalam sistem.</p> <p>2. Perpindahan energi pada kalor disebabkan oleh .....</p> <p>3. Termodinamika merupakan salah satu cabang ilmu fisika yang memusatkan perhatian pada energi ....</p>
	Mencontohkan	Menemukan contoh	4. Termodinamika mempelajari perubahan energi

		<p>khusus atau ilustrasi dari suatu konsep atau prinsip</p>	<p>sebagai kalor dan usaha antara ... dan ....</p> <p>5. Lingkungan dalam termodinamika diartikan sebagai ....</p> <p>6. Sebuah botol berisi es dipanaskan, sistem pada peristiwa ini adalah ....</p> <p>7. K</p>  <p>Gambar diatas ini merupakan diagram <math>PV</math> untuk proses .....</p>
	<p>Menggeneralisasi</p>	<p>Pengabstrakan tema-tema umum atau poin-poin umum</p>	<p>8. Air panas yang ada di dalam sebuah termos merupakan salah satu contoh sistem ....</p> <p>9. Es yang ditempatkan di dalam kotak makan yang tertutup merupakan salah satu contoh sistem ....</p> <p>10. Air panas yang ada di dalam gelas merupakan salah satu contoh sistem ....</p>

			11. Ibu sedang memasak sup di dapur, sistem pada peristiwa ini adalah ....
	Inferensi	Penggambaran kesimpulan logis dari informasi yang disajikan	12. Proses isokhorik merupakan salah satu proses termodinamika dimana .... 13. Sebuah proses terjadi dengan sangat cepat sehingga kalor yang mengalir dengan lambat tidak memiliki waktu untuk mengalir masuk atau keluar sistem, proses yang terjadi yaitu .... 14. Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu sebesar 1 K disebut dengan ....
	Membandingkan	Mencari hubungan antara ide, objek, atau hal – hal serupa	15. Sebuah botol yang tertutup dipanaskan, hingga air didalam botol ikut menjadi panas, maka perubahan energi dalam $\Delta U$ adalah .... 16. Sebuah botol yang tertutup diletakkan didalam lemari es, hingga air didalam botol ikut menjadi dingin, maka perubahan energi dalam $\Delta U$ adalah .... 17. Sebuah plastik berisi es diletakkan di bawah sinar matahari, lama kelamaan es tersebut akan mencair, maka perubahan energi dalam $\Delta U$ adalah ....
	Menjelaskan	Mengkonstruksi model sebab akibat dari suatu	18. Terdapat dua buah sistem yang dinjau, suhu awal kedua sistem sama yaitu 237 K. Pada sistem pertama

		sistem	<p>suhu menjadi 267 K, sedangkan pada sistem kedua menjadi 246 K. Perbandingan antara <math>Q_1</math> dan <math>Q_2</math> adalah ....</p> <p>19. Terdapat dua buah sistem yang dinjau, suhu awal kedua sistem sama yaitu 237 K. Pada sistem pertama suhu menjadi 244 K, sedangkan pada sistem kedua menjadi 258 K. Perbandingan antara <math>Q_1</math> dan <math>Q_2</math> adalah ....</p> <p>20. Perbandingan energi dalam pada sistem pertama dan kedua jika sistem pertama merupakan sistem diatomik pada suhu sedang dengan <math>\Delta T = 12</math> K dan sistem kedua merupakan sistem monoatomik dengan <math>\Delta T = 8</math> K adalah ....</p>
--	--	--------	--

### Lampiran 3

#### Kunci Jawaban Instrumen Uji Coba

##### Soal Isian Singkat

1. Tenaga, energi panas atau kalor
2. Perbedaan suhu
3. panas atau kalor
4. Sistem dan lingkungan
5. segala sesuatu di luar sistem yang dapat memengaruhi keadaan sistem secara langsung
6. es yang berada di dalam botol
7. isovolume atau isokhorik
8. terisolasi
9. tertutup
10. terbuka
11. sup
12. volume pada sistem tetap
13. adiabatik
14. kapasitas kalor
15.  $Q = \Delta U - W$
16.  $-Q = -\Delta U + W$  atau  $\Delta U = W - Q$
17.  $Q = \Delta U - W$
18. Perbandingan kalor kedua sistem

$$\Delta T_1 = 267\text{K} - 237\text{K} = 30\text{K}$$

$$\Delta T_2 = 246\text{K} - 237\text{K} = 9\text{K}$$

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

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

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{30\text{K}}{9\text{K}}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{10}{3}$$

19. Perbandingan kalor kedua sistem

$$\Delta T_1 = 244\text{K} - 237\text{K} = 7\text{K}$$

$$\Delta T_2 = 258\text{K} - 237\text{K} = 21\text{K}$$

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

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

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{7K}{21K}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1}{3}$$

20. Perbandingan energi dalam kedua sistem

Sistem diatomik pada suhu sedang

$$\Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T$$

Sistem monoatomik

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{\frac{5}{2}nR\Delta T}{\frac{3}{2}nR\Delta T}$$

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{\frac{5}{2}n\Delta T_1}{\frac{3}{2}n\Delta T_2}$$

Diketahui:

$$\Delta T_1 = 12K$$

$$\Delta T_2 = 8K$$

Maka perbandingan energi dalam kedua sistem

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{\frac{5}{2}(2)(12K)}{\frac{3}{2}(1)(8K)}$$

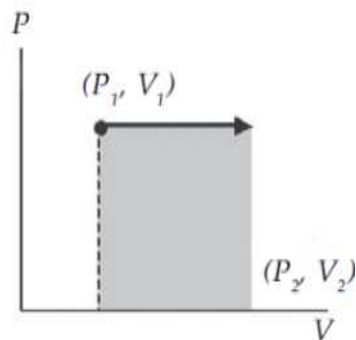
$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{60}{12}$$

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = \frac{5}{1}$$

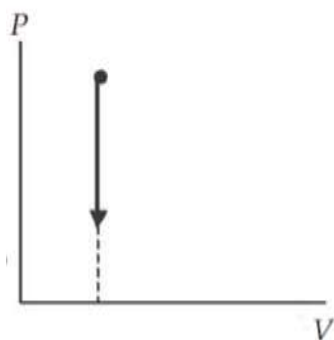


### Jawaban Soal Uraian

1. Usaha dalam termodinamika adalah perpindahan energi dari sistem ke lingkungan maupun sebaliknya.
2. Hukum pertama termodinamika sebenarnya adalah kekekalan energi yang menghubungkan antara usaha yang dilakukan pada sistem, panas yang ditambahkan atau dikurangkan, dan energi dalam sistem. Energi hanya dapat berubah dari bentuk satu ke bentuk lainnya. Hukum I termodinamika menyatakan bahwa untuk setiap proses apabila kalor ( $Q$ ) diberikan kepada sistem dan sistem melakukan usaha ( $W$ ), maka akan terjadi perubahan energi dalam ( $\Delta U$ ).
3. Diagram PV pada proses isobarik



4. Diagram proses isokhorik



5. Menurut Guy Lussac, pada gas yang tekanannya tetap maka volumenya akan sebanding dengan suhunya. Jika ada gas dalam ruang tertutup dengan  $P =$  tetap dipanaskan maka volumenya akan berubah. Proses pada hukum Gay-Lussac sama dengan proses isobarik dimana tekanan pada proses ini dibuat tetap sehingga

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

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

6. Boyle mengalami keadaan gas yang suhunya tetap. Pada saat gas ditekan ternyata volumenya mengecil dan saat volumenya diperbesar tekanannya kecil. Keadaan di atas menjelaskan bahwa pada suhu yang tetap tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya.

$$PV = \text{tetap}$$

Hal ini sama dengan proses isothermal yaitu proses termodinamika yang terjadi dengan suhu konstan. Persamaan keadaan pada proses isothermal adalah:

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

Karena suhu bernilai tetap, maka

$$PV = \text{konstan}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

7. Pada Suhu Sedang ( $160\text{K} < T < 5.000\text{K}$ )

$$\Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T$$

$$C_V = \frac{\frac{5}{2}nR\Delta T}{\Delta T}$$

$$C_V = \frac{5}{2}nR$$

$$C_P = C_V + nR$$

$$C_P = \frac{5}{2}nR + nR$$

$$C_P = \frac{7}{2}nR$$

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

$$\gamma = \frac{\frac{7}{2}nR}{\frac{5}{2}nR}$$

$$\gamma = \frac{7}{5} = 1,4 \text{ (Tetapan Laplace)}$$

8. Diketahui:

$$n = 1$$

$$R = 8,31 \text{ J/mol. K}$$

$$\Delta T = (287 - 237,5)K$$

$$\Delta T = 49,5K$$

Pada proses isokhorik

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}(1 \text{ mol})(8,31 \text{ J/mol. K})(49,5K)$$

$$\Delta U = 617,02J$$

9. Tidak mungkin hal ini disebabkan pada suhu sedang terdapat energi kinetik rotasi, sedangkan pada suhu tinggi terdapat energi kinetik rotasi dan vibrasi (getaran gas). Semakin tinggi suhu, maka gerakan partikel-partikel akan semakin cepat, sehingga energi kinetik pada sistem tersebut juga akan semakin besar.
10. Mungkin, usaha pada termodinamika merupakan perubahan volume oleh tekanan. Apabila volume pada proses tersebut dibuat tetap, meskipun terjadi perubahan suhu pada sistem, usaha sistem dianggap sama dengan nol. Hal ini terjadi pada proses isokhorik.

**Lampiran 4**

**Rubrik Penilaian**

**Soal Uraian untuk Mengetahui Kemampuan Memprediksi Siswa**

No.	Penilaian/Indikator	Nomor Soal	Kriteria			
			4	3	2	1
1	Koneksi	1	Jika siswa mampu menjelaskan pengertian usaha dalam termodinamika beserta perbedaannya dengan pengertian dalam mekanika secara lengkap.	Jika siswa mampu menjelaskan pengertian usaha dalam termodinamika dan usaha dalam mekanika	Jika siswa mampu menjelaskan pengertian usaha dalam termodinamika	Jika siswa mampu menjelaskan pengertian usaha secara umum
		2	Jika siswa mampu menjelaskan isi Hukum pertama Termodinamika	Jika siswa mampu menjelaskan hukum Termodinamika pertama dan hukum	Jika siswa mampu menjelaskan isi hukum Termodinamika	Jika siswa mampu menjelaskan hukum kekekalan energi.

			dan hubungannya dengan hukum kekekalan energi.	Kekekalan Energi secara terpisah, siswa belum menemukan hubungan antara kedua hukum tersebut.	pertama secara lengkap.	
2	visualisasi	3	Jika siswa mampu menggambarkan diagram proses isobarik secara lengkap.	Jika siswa mampu menggambarkan diagram proses isobarik secara garis besar tanpa disertai keterangan $(P_1, P_2, V_1, V_2)$	Jika siswa mampu menggambarkan proses isobarik secara garis besar tanpa disertai keterangan sumbu $x$ dan $y$	Jika siswa mampu menggambarkan diagram kartesius diagram proses termodinamika secara umum.
		4	Jika siswa mampu menggambarkan diagram proses isobarik secara lengkap.	Jika siswa mampu menggambarkan diagram proses isokhorik secara garis besar tanpa disertai keterangan $(P_1, P_2, V_1, V_2)$	Jika siswa mampu menggambarkan proses isokhorik secara garis besar tanpa disertai keterangan sumbu $x$ dan $y$	Jika siswa mampu menggambarkan diagram kartesius diagram proses termodinamika secara umum.
3	Pelajaran	5	Jika siswa	Jika siswa	Jika siswa	Jika siswa menyatakan

	sebelumnya		menyatakan bahwa hukum Gay Lussac dan proses isobarik memiliki kaitan dan mampu menjelaskan hukum Guy Lussac serta kaitannya dengan proses isobarik.	menyatakan bahwa hukum Gay Lussac dan proses isobarik memiliki kaitan dan mampu menjelaskan hukum Guy Lussac dan proses isobarik. Namun belum menjelaskan hubungannya dengan proses isobarik.	menyatakan bahwa hukum Gay Lussac dan proses isobarik memiliki kaitan dan hanya menjelaskan hukum Guy Lussac atau proses isobarik saja.	bahwa hukum Gay Lussac dan proses isobarik memiliki kaitan.
		6	Jika siswa menyatakan bahwa hukum Boyle dan proses isothermal memiliki kaitan dan mampu menjelaskan hukum Boyle serta kaitannya dengan proses isothermal.	Jika siswa menyatakan bahwa hukum Boyle dan proses isothermal memiliki kaitan dan mampu menjelaskan hukum Boyle dan proses isothermal. Namun belum menjelaskan hubungannya dengan proses isothermal.	Jika siswa menyatakan bahwa hukum Boyle dan proses isothermal memiliki kaitan dan hanya menjelaskan hukum Boyle atau proses isothermal saja.	Jika siswa menyatakan bahwa hukum Boyle dan proses isothermal memiliki kaitan tanpa memberikan alasan sama sekali.

4	Prosedur	7	Jika siswa mampu memaparkan pembuktian tetapan Laplace secara lengkap hingga menemukan nilainya sebesar 1,4	Jika siswa memaparkan pembuktian tetapan Laplace namun hasil tidak sama dengan 1,4	Jika siswa memaparkan pembuktian tetapan Laplace hingga menemukan kapasitas kalor pada volume tetap dan kapasitas kalor pada tekanan tetap	Jika siswa mampu memaparkan pembuktian tetapan Laplace hingga menemukan kapasitas kalor pada volume tetap atau kapasitas kalor pada tekanan tetap saja.
		8	Jika siswa mampu menemukan nilai energi dalam yang benar	Jika siswa mampu menerapkan rumus namun belum mendapat nilai energi dalam yang benar	Jika siswa mampu menuliskan keterangan yang didapat dari soal dan rumus yang benar	Jika siswa mampu menuliskan keterangan yang didapat dari soal
5	Taksiran	9	Jika siswa mampu menjelaskan hubungan energi kinetik rotasi dan vibrasi pada suhu tinggi	Jika siswa dapat memberikan alasan yang berhubungan dengan energi kinetik pada suhu sedang dan tinggi	Jika siswa dapat memberikan alasan yang berhubungan dengan energi	Jika siswa mampu menjawab tidak mungkin tanpa memberikan alasan
		10	Jika siswa mampu	Jika siswa mampu	Jika siswa mampu	Jika siswa menjawab

			menjelaskan mengenai pengaruh volume dan suhu pada usaha, serta keterangan pada peristiwa apa hal tersebut mungkin terjadi.	menjelaskan hubungan usaha dengan perubahan volume dan suhu	menjelaskan perihal usaha dalam termodinamika	hal tersebut mungkin terjadi tanpa memberikan alasan
--	--	--	---	---	---	--



## Lampiran 5

### RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

( RPP )

#### Kelas Eksperimen

**Sekolah** : SMA Negeri 1 Tuntang  
**Kelas / Semester** : XI (Sebelas) / Semester I  
**Mata Pelajaran** : Fisika  
**Alokasi Waktu** : 3x2jp

#### Standar Kompetensi

3. Menerapkan konsep termodinamika dalam mesin kalor

#### Kompetensi Dasar

3.2 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika

#### Indikator Pencapaian Kompetensi

- Mendeskripsikan usaha, kalor, dan energi dalam berdasarkan hukum utama termodinamika
- Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume (P-V)

#### A. Tujuan Pembelajaran

Peserta didik dapat:

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

#### B. Karakter siswa yang diharapkan :

1. Taqwa, Disiplin, Peduli, Kerja keras, Mandiri, Demokratis, Rasa ingin tahu, Komunikatif, Tanggung Jawab.
2. Percaya diri, Berorientasi tugas dan hasil.

### C. Materi Pembelajaran

Termodinamika : Hukum utama termodinamika  
 Proses isobarik, isoteremis, isokhorik, dan adiabatik  
 Kapasitas Kalor pada gas monoatomik dan diatomik

### D. Metode Pembelajaran

1. Model :  
*Problem Based Learning* dengan *Reciprocal Teaching* (PBLRT)
2. Metode :  
 Diskusi kelompok

### E. Langkah-langkah Kegiatan

#### Pertemuan Pertama

Rincian Kegiatan	Metode	Waktu
Pendahuluan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berdoa (nilai yang ditanamkan: <b>taqwa</b>).</li> <li>• Mengecek kehadiran siswa (nilai yang ditanamkan: <b>disiplin</b>).</li> <li>• Menanyakan kabar siswa dengan fokus pada mereka yang tidak datang dan/atau yang pada pertemuan sebelumnya tidak datang (nilai yang ditanamkan: <b>peduli</b>).</li> <li>• Motivasi               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Apakah kalian memiliki lemari es di rumah kalian?</li> <li>b. Apakah kalian mengetahui bagaimana lemari es bisa memiliki suhu yang sangat rendah?</li> </ol> </li> </ul> Prasyarat pengetahuan: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Apakah yang dimaksud dengan gas ideal?</li> <li>b. Apakah yang kalian ketahui tentang energi?</li> </ol>	Ceramah	10 menit
Kegiatan Inti <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang diperlukan.</li> <li>• Guru memberikan penjelasan secara singkat mengenai usaha, kalor, dan energi dalam</li> </ul>	PBLRT	60 menit

Rincian Kegiatan	Metode	Waktu
<p>termodinamika serta menjelaskan model PBLRT yang akan digunakan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa diberi waktu 20 menit untuk mencari materi tentang Termodinamika lewat buku pegangan siswa maupun membaca di perpustakaan</li> <li>• Guru memberikan soal pretes kepada para siswa.</li> <li>• Setelah pretes selesai, Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa.</li> <li>• Guru mengajukan fenomena atau demonstrasi atau cerita untuk memunculkan masalah, memotivasi siswa untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah.</li> <li>• Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan, melaksanakan eksperimen dan penyelidikan untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.</li> <li>• Siswa menyimpulkan fakta dan data dari sumber bacaan yang dapat membantu penyelesaian soal atau permasalahan tersebut</li> <li>• Siswa menuliskan semua kemungkinan-kemungkinan pemecahan masalah dan mendiskusikan dengan kelompoknya</li> <li>• Siswa memilih kemungkinan yang paling efektif dan efisien untuk memecahkan masalah tersebut</li> <li>• Perwakilan siswa menyampaikan pendapat kelompoknya</li> <li>• Kelompok yang mendengarkan dapat bertanya dan menyanggah pendapat kelompok yang sedang melakukan presentasi</li> <li>• Guru meminta kelompok untuk meninjau kembali pemecahan masalah yang dipilihnya setelah mendengar masukan maupun pendapat kelompok lain</li> </ul>		

Rincian Kegiatan	Metode	Waktu
<p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bersama-sama dengan peserta didik membuat rangkuman/simpulan pelajaran;</li> <li>• Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran;</li> <li>• Guru merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta didik.</li> </ul>	Penugasan	10 menit

### Pertemuan Kedua

Rincian Kegiatan	Metode	Waktu
<p>Pendahuluan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berdoa (nilai yang ditanamkan: <b>taqwa</b>).</li> <li>• Mengecek kehadiran siswa (nilai yang ditanamkan: <b>disiplin</b>).</li> <li>• Menanyakan kabar siswa dengan fokus pada mereka yang tidak datang dan/atau yang pada pertemuan sebelumnya tidak datang (nilai yang ditanamkan: <b>peduli</b>).</li> <li>• Motivasi <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mengapa air di dalam panci yang dipanaskan akan lebih mudah mendidih jika panci ditutup?</li> </ul> </li> </ul> <p>Prasyarat pengetahuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>c. Apakah yang dimaksud dengan sistem dan lingkungan?</li> <li>d. Apakah yang kalian mengetahui tentang gas monoatomik dan diatomik?</li> </ul>	Ceramah	10 menit
<p>Kegiatan Inti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang diperlukan.</li> <li>• Guru memberikan penjelasan secara singkat mengenai hukum pertama termodinamika dan proses-proses dalam termodinamika.</li> </ul>	PBLRT	60 menit

Rincian Kegiatan	Metode	Waktu
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa diberi waktu 20 menit untuk mencari materi tentang Termodinamika lewat buku pegangan siswa maupun membaca di perpustakaan</li> <li>• Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa.</li> <li>• Siswa mengerjakan LDS yang diberikan oleh guru.</li> <li>• Siswa menuliskan semua kemungkinan-kemungkinan pemecahan masalah dan mendiskusikan dengan kelompoknya</li> <li>• Siswa memilih kemungkinan yang paling efektif dan efisien untuk memecahkan masalah tersebut</li> <li>• Perwakilan siswa menyampaikan pendapat kelompoknya</li> <li>• Kelompok yang mendengarkan dapat bertanya dan menyanggah pendapat kelompok yang sedang melakukan presentasi</li> <li>• Guru meminta kelompok untuk meninjau kembali pemecahan masalah yang dipilihnya setelah mendengar masukan maupun pendapat kelompok lain.</li> </ul>		
<p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bersama-sama dengan peserta didik membuat rangkuman/simpulan pelajaran;</li> <li>• Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran;</li> <li>• Guru merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta didik.</li> </ul>	Penugasan	10 menit

### Pertemuan Ketiga

Rincian Kegiatan	Metode	Waktu
<p>Pendahuluan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berdoa (nilai yang ditanamkan: <b>taqwa</b>).</li> <li>• Mengecek kehadiran siswa (nilai yang ditanamkan: <b>disiplin</b>).</li> <li>• Menanyakan kabar siswa dengan fokus pada mereka yang tidak datang dan/atau yang pada pertemuan sebelumnya tidak datang (nilai yang ditanamkan: <b>peduli</b>).</li> <li>• Motivasi <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mengapa termos yang tertutup, lama kelamaan air panas didalamnya tetap akan menjadi dingin?</li> </ul> </li> </ul> <p>Prasyarat pengetahuan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Apakah yang dimaksud dengan proses isotermik, isothermal, isobarik dan adiabatik?</li> <li>b. Apakah kalian dapat menyebutkan penerapan proses termodinamika?</li> </ul>	Ceramah	10 menit
<p>Kegiatan Inti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang diperlukan.</li> <li>• Guru memberikan penjelasan secara singkat mengenai kapasitas kalor pada sistem diatomik dan monoatomik.</li> <li>• Siswa diberi waktu 20 menit untuk mencari materi tentang Termodinamika lewat buku pegangan siswa maupun membaca di perpustakaan</li> <li>• Guru membagi siswa ke dalam kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa.</li> <li>• Guru memberikan LDS kedua kepada siswa.</li> <li>• Siswa menuliskan semua kemungkinan-kemungkinan pemecahan masalah dan mendiskusikan dengan kelompoknya</li> <li>• Siswa memilih kemungkinan yang paling efektif dan efisien untuk memecahkan masalah tersebut</li> </ul>	PBLRT	60 menit

Rincian Kegiatan	Metode	Waktu
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perwakilan siswa menyampaikan pendapat kelompoknya</li> <li>• Kelompok yang mendengarkan dapat bertanya dan menyanggah pendapat kelompok yang sedang melakukan presentasi</li> <li>• Guru meminta kelompok untuk meninjau kembali pemecahan masalah yang dipilihnya setelah mendengar masukan maupun pendapat kelompok lain.</li> </ul>		
<p>Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bersama-sama dengan peserta didik membuat rangkuman/simpulan pelajaran;</li> <li>• Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran;</li> <li>• Guru merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok sesuai dengan hasil belajar peserta didik.</li> </ul>	Penugasan	10 menit

**F. Sumber Belajar**

1. Buku Fisika SMA dan MA Jl. 2b
2. Buku referensi yang relevan

**G. Penilaian Hasil Belajar**

1. Teknik Penilaian
  - Tes tertulis
  - Observasi
2. Bentuk Instrumen:
  - Isian singkat untuk mengetahui pemahaman konsep siswa
  - Uraian untuk mengetahui kemampuan memprediksi siswa

**Semarang, 27 Maret 2015**

**Mengetahui**

**Guru Mata Pelajaran Fisika kelas XI**

**Peneliti**

.....

**NIP/NIK.**

**Diah Setyorini**

**NIM 4201411001**



## Lampiran 6

### LEMBAR DISKUSI SISWA

Nama Kelompok :

Anggota Kelompok : .....

.....

.....

.....

.....

.....

#### Standar Kompetensi

- 3 Menerapkan konsep termodinamika dalam mesin kalor

#### Kompetensi Dasar

- 3.2 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika

#### Indikator Pencapaian Kompetensi

- Mendeskripsikan usaha, kalor, dan energi dalam berdasarkan hukum utama termodinamika
- Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume (P-V)

#### Petunjuk:

1. Bentuklah kelompok yang terdiri dari 4-5 orang.
2. Berdiskusilah bersama kelompok kalian mengenai beberapa pertanyaan di bawah ini.
3. Tuliskan jawaban kalian pada tempat yang telah disediakan.
4. Presentasikan jawaban kalian di depan kelas.

**Pertanyaan:**

1. Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan kemarau. Daerah Eropa memiliki 4 musim, yaitu musim panas, semi, gugur dan dingin. Pada saat di Eropa mengalami musim dingin, di daerah Timur Tengah tetap terasa panas. Menurut pendapat kalian, mengapa terdapat perbedaan suhu di permukaan bumi?

1.



2. Mengapa mengipas membuat kita tidak kepanasan?

2.

**3. Apakah kalian pernah melihat *Pressure Cooker*, bagaimana alat tersebut dapat membuat tulang yang keras menjadi lunak? Bagaimana cara kerja alat tersebut jika dihubungkan dengan materi termodinamika yang telah kalian pelajari?**

**3.**

**4. Suatu hari seorang anak bernama Geraldo sedang berjalan-jalan di taman. Pada hari itu matahari bersinar sangat terik, Geraldo merasa panas dan bertanya-tanya. Ia kemudian ingin membuat alat yang dapat membuatnya tidak merasa panas lagi. Apakah kalian dapat membantu Geraldo? Menurut pendapat kalian, apa saja yang dapat dilakukan Geraldo untuk menurunkan suhu?**

**4.**

\*\*\*\*\*Selamat Mengerjakan\*\*\*\*\*

Lampiran 7

**LEMBAR OBSERVASI**

**PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Berilah tanda  $\surd$  pada salah satu pilihan jawaban yang tersedia dan melingkari angka pada kolom skor sesuai perolehan skor pada aspek yang dinilai!

No	Aspek yang dinilai	Jawaban		Skor				Keterangan
		Ya	Tidak	1	2	3	4	
<b>I</b>	<b>KEGIATAN AWAL</b>							
1.	Memeriksa kesiapan siswa			1	2	3	4	
2.	Membangkitkan perhatian dan memotivasi siswa			1	2	3	4	
3.	Melakukan kegiatan apersepsi			1	2	3	4	
4.	Menjelaskan relevansi/ kegunaan materi pembelajaran bagi kehidupan			1	2	3	4	
5.	Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai			1	2	3	4	
<b>II</b>	<b>KEGIATAN INTI</b>							
<b>A</b>	<b>Penguasaan materi pembelajaran</b>							
6.	Materi disajikan dalam urutan yang jelas dan sistematis, serta disajikan dengan lancar			1	2	3	4	
7.	Menunjukkan penguasaan materi pembelajaran			1	2	3	4	
8.	Mengaitkan materi dengan pengetahuan yang relevan			1	2	3	4	
9.	Menyampaikan materi dengan jelas, sesuai dengan hierarki belajar dan karakteristik siswa			1	2	3	4	
10.	Mengaitkan materi dengan realitas kehidupan			1	2	3	4	
<b>B</b>	<b>Pendekatan/ strategi pembelajaran</b>							
11.	Melaksanakan pembelajaran sesuai dengan kompetensi (tujuan) yang akan dicapai dari karakteristik siswa			1	2	3	4	
12.	Menggunakan metode yang sesuai dengan tujuan, materi, dan jumlah siswa			1	2	3	4	
13.	Melaksanakan pembelajaran secara runtut			1	2	3	4	
14.	Menguasai kelas			1	2	3	4	
15.	Melaksanakan pembelajaran yang			1	2	3	4	

		bersifat kontekstual							
	16.	Memberikan kesempatan bagi siswa untuk berkreasi			1	2	3	4	
	17.	Melaksanakan pembelajaran sesuai dengan alokasi waktu yang direncanakan			1	2	3	4	
<b>C</b>	<b>Pemanfaatan sumber belajar/ media pembelajaran</b>								
	18.	Menggunakan media secara efektif dan efisien			1	2	3	4	
	19.	Menghasilkan pesan yang menarik			1	2	3	4	
	20.	Melibatkan siswa dalam pemanfaatan media			1	2	3	4	
<b>D</b>	<b>Pembelajaran yang memicu dan memelihara keterlibatan siswa</b>								
	21.	Menumbuhkan partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran			1	2	3	4	
	22.	Menunjukkan sikap terbuka terhadap respon siswa			1	2	3	4	
	23.	Menumbuhkan keceriaan dan antusias siswa dalam belajar			1	2	3	4	
<b>E</b>	<b>Penilaian proses dan hasil belajar</b>								
	24.	Memantau kemajuan belajar selama proses			1	2	3	4	
	25.	Melakukan penilaian akhir sesuai dengan kompetensi (tujuan)			1	2	3	4	
<b>F</b>	<b>Penggunaan bahasa</b>								
	26.	Menggunakan bahasa lisan dan tulis secara jelas, baik dan benar			1	2	3	4	
	27.	Menyampaikan pesan dengan gaya yang sesuai			1	2	3	4	
<b>III</b>	<b>KEGIATAN AKHIR</b>								
	28.	Melakukan refleksi atau membuat rangkuman dengan melibatkan siswa			1	2	3	4	
	29.	Melaksanakan tindak lanjut dengan memberikan arahan, atau kegiatan, atau tugas sebagai bagian remidi/ pengayaan			1	2	3	4	
<b>IV</b>	<b>KESAN UMUM PEMBELAJARAN</b>								
	30.	Antusiasme dan aktivitas belajar siswa			1	2	3	4	
	31.	Penampilan guru dalam pembelajaran			1	2	3	4	
	32.	Komunikasi dan interaksi guru-siswa dan siswa-siswa			1	2	3	4	
	33.	Konsistensi/ kesesuaian pelaksanaan dengan RPP			1	2	3	4	

$\frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Jumlah Komponen}} = \text{-----}$							
--	--	--	--	--	--	--	--

**Keterangan:**

- 4: Sangat baik (lengkap)
- 3: Baik (melaksanakan sebagian besar)
- 2: cukup (melaksanakan setengah)
- 1: Kurang (melaksanakan sebagian kecil)

**Kesimpulan:**

.....

.....

.....

.....

**Saran:**

.....

.....

.....

.....

Semarang,

.....

Observer

.....

**Lampiran 8**

**Analisis Data Awal  
Nilai Ulangan Harian Kelas Eksperimen**

No.	Kode	Nilai	No.	Kode	Nilai						
1	UA-1	87,5	27	UA-27	60						
2	UA-2	75	28	UA-28	82,5						
3	UA-3	52,5	29	UA-29	52,5						
4	UA-4	77,5	30	UA-30	87,5						
5	UA-5	62,5	31	UA-31	62,5						
6	UA-6	85	32	UA-32	62						
7	UA-7	87,5	33	UA-33	57						
8	UA-8	70	34	UA-34	92						
9	UA-9	60	35	UA-35	82,5						
10	UA-10	63	36	UA-36	35						
11	UA-11	57,5	37	UA-37	70						
12	UA-12	100	38	UA-38	60						
13	UA-13	53	39	UA-39	92,5						
14	UA-14	75	40	UA-40	37,5						
15	UA-15	72,5	41	UA-41	62,5						
16	UA-16	50	42	UA-42	82,5						
17	UA-17	40	43	UA-43	92,5						
18	UA-18	70	Interval	$f_o$	$f_h$	$(f_o-f_h)$	$(f_o-f_h)^2$	$(f_o-f_h)^2/f_h$			
19	UA-19	50	35-45	1,161	4	2,839	8,059921	2,01498			
20	UA-20	50	46-56	5,8179	6	0,1821	0,03316	0,005527			
21	UA-21	40	57-67	14,749	10	-4,749	22,553	2,2553			
22	UA-22	77,5	68-79	14,749	10	-4,749	22,553	2,2553			
23	UA-23	75	80-90	5,8179	7	1,1821	1,39736	0,199623			
24	UA-24	72,5	91-101	1,161	5	3,839	14,73792	2,947584			
25	UA-25	92	Nilai Chi Kuadrat Hitung								9,678314
26	UA-26	85	Nilai Chi Kuadrat Tabel								11,07

**Lampiran 9**

**Analisis Data Hasil Uji Coba Instrumen  
Pemahaman Konsep  
(Soal Isian Singkat)**

No.	Kode	Nomor Soal																				Y
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	UC-1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	9
2	UC-2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	9
3	UC-3	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	10
4	UC-4	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	8
5	UC-5	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	9
6	UC-6	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	7
7	UC-7	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	9
8	UC-8	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	10
9	UC-9	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	10
10	UC-10	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	8
11	UC-11	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	8
12	UC-12	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	10
13	UC-13	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7
14	UC-14	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	11
15	UC-15	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	7
16	UC-16	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	10
17	UC-17	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	13
18	UC-18	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	8
19	UC-19	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	7
20	UC-20	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	16
21	UC-21	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15
22	UC-22	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	14
23	UC-23	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15
24	UC-24	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15
25	UC-25	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	11
26	UC-26	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15
27	UC-27	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	14
28	UC-28	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	13
29	UC-29	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	12
30	UC-30	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	13
31	UC-31	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	13
32	UC-32	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	12
33	UC-33	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15
34	UC-34	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15
35	UC-35	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15
36	UC-36	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	15



37	UC-37	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	16	
38	UC-38	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	15	
39	UC-39	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	12
40	UC-40	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	14	
41	UC-41	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	16	
42	UC-42	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	12	
43	UC-43	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	8	
	jumlah	34	35	31	37	4	19	35	37	24	40	1	22	21	38	29	21	10	19	42	2	501

**Analisis Data Hasil Uji Coba Instrumen  
Pemahaman Konsep  
(Soal Isian Singkat)**

No.	Kode	Y	Y <sup>2</sup>	XY																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	UC-1	9	81	0	9	9	9	0	0	9	9	0	9	0	0	0	9	0	0	0	9	9	0
2	UC-2	9	81	9	9	9	9	0	0	9	0	0	9	0	0	0	9	0	0	0	9	9	0
3	UC-3	10	100	10	10	0	10	0	0	10	10	0	10	0	0	0	10	10	0	0	10	10	0
4	UC-4	8	64	8	8	8	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8	8	0
5	UC-5	9	81	9	9	0	9	0	0	9	9	0	9	0	0	0	9	0	0	0	9	9	0
6	UC-6	7	49	0	7	0	7	0	0	0	7	0	7	0	0	0	7	0	0	0	7	7	0
7	UC-7	9	81	9	9	9	0	0	0	0	9	0	9	0	0	0	9	9	0	0	9	9	0
8	UC-8	10	100	10	10	10	10	0	0	10	10	0	10	0	0	0	10	0	0	0	10	10	0
9	UC-9	10	100	10	10	10	10	0	0	10	10	0	10	0	0	0	10	0	0	0	10	10	0
10	UC-10	8	64	8	0	0	8	0	0	8	8	0	8	0	0	0	8	0	0	0	8	8	0
11	UC-11	8	64	0	8	0	8	0	0	0	8	0	8	0	0	0	8	8	0	0	8	8	0
12	UC-12	10	100	10	10	10	10	0	0	10	10	0	10	0	0	0	10	0	0	0	10	10	0
13	UC-13	7	49	0	7	7	7	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0

14	UC-14	11	121	11	11	11	11	0	0	11	11	0	11	0	0	0	0	11	0	11	11	11	0	
15	UC-15	7	49	0	7	0	0	0	0	7	7	0	7	0	0	0	7	7	0	0	0	7	0	
16	UC-16	10	100	10	10	0	10	10	0	0	10	0	10	0	0	0	10	0	0	10	10	10	0	
17	UC-17	13	169	13	13	13	13	13	0	13	13	0	13	0	0	0	0	13	0	13	13	13	13	
18	UC-18	8	64	0	8	0	0	0	0	8	8	0	8	0	0	0	0	8	0	8	8	8	0	
19	UC-19	7	49	0	7	0	0	0	0	7	0	7	7	0	0	0	7	0	0	0	7	7	0	
20	UC-20	16	256	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	16	16	0	16	0
21	UC-21	15	225	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	15	0	0	15	0
22	UC-22	14	196	14	14	14	14	0	14	14	14	14	14	0	0	14	14	14	14	14	0	0	14	0
23	UC-23	15	225	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	15	0	0	15	0
24	UC-24	15	225	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	15	0	0	15	0
25	UC-25	11	121	11	0	11	0	0	11	11	0	11	0	0	11	11	11	11	11	11	0	0	11	0
26	UC-26	15	225	15	15	15	0	15	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	15	0	0	15	0
27	UC-27	14	196	14	14	0	14	14	14	0	14	14	14	0	14	14	14	14	14	0	14	0	14	0
28	UC-28	13	169	13	13	13	13	0	0	13	13	13	13	0	13	0	13	13	13	13	0	0	13	0
29	UC-29	12	144	12	12	0	12	0	0	0	12	12	12	0	12	12	12	12	12	12	0	0	12	0
30	UC-30	13	169	13	0	13	13	0	0	13	13	13	13	0	13	13	13	13	13	13	0	0	13	0
31	UC-31	13	169	13	0	13	13	0	13	13	0	13	13	0	13	13	13	13	13	13	0	0	13	0

32	UC-32	12	144	12	0	12	12	0	0	12	12	12	12	0	12	0	12	12	12	12	0	0	0
33	UC-33	15	225	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	0	15	0
34	UC-34	15	225	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	0	15	0
35	UC-35	15	225	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	0	15	0
36	UC-36	15	225	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	0	15	0
37	UC-37	16	256	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	0	0	16	0
38	UC-38	15	225	15	0	15	15	0	15	15	15	15	15	0	15	15	15	15	15	0	0	15	0
39	UC-39	12	144	12	12	0	12	0	12	0	12	12	12	0	12	12	12	0	0	12	0	12	0
40	UC-40	14	196	14	0	14	14	0	14	14	14	14	14	0	14	14	14	14	14	0	0	14	0
41	UC-41	16	256	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	0	16	16	16	16	16	0	0	16	16
42	UC-42	12	144	0	0	12	12	0	12	12	0	12	12	0	12	12	12	12	12	0	0	12	0
43	UC-43	8	64	0	8	8	8	0	0	8	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8	8	0
	jumlah	501	6215	428	403	389	444	52	273	422	441	330	474	8	309	298	454	377	297	127	171	489	29
	$m_p$		12,6	11,51	12,5	12	13	14,4	12,1	11,9	13,8	12	8	14	14,2	11,9	13	14,1	12,7	9	11,6	14,5	
	$m_t$		11,7	11,65	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	12	11,7	12	11,7	11,7	11,65	11,7	11,7	12	11,7	11,65	
	P		0,79	0,814	0,72	0,86	0,09	0,44	0,81	0,86	0,56	0,9	0,02	0,5	0,49	0,88	0,674	0,49	0,23	0,4	0,98	0,047	
	Q		0,21	0,186	0,28	0,14	0,91	0,56	0,19	0,14	0,44	0,1	0,98	0,5	0,51	0,12	0,326	0,51	0,77	0,6	0,02	0,953	
	$s_t$		8,79	8,785	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,79	8,8	8,79	8,8	8,79	8,79	8,785	8,79	8,79	8,8	8,79	8,785	
			2,96	2,964	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	3	2,96	3	2,96	2,96	2,964	2,96	2,96	3	2,96	2,964	
	$r_{pbis}$		0,32	-0,05	0,3	0,12	0,46	0,92	0,14	0,09	0,71	0,1	-1,2	0,8	0,86	0,1	0,455	0,84	0,35	-0,9	-0	0,961	

No. Soal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
validitas	valid	tidak	valid	tidak	valid	valid	tidak	tidak	valid	tidak	Tidak	valid	valid	tidak	valid	valid	valid	tidak	tidak	valid
Reliabilitas	1,052631579																			
	0,44638328																			
	0,469877137																			
indeks	0,79	0,814	0,72	0,86	0,09	0,44	0,81	0,86	0,56	0,9	0,02	0,5	0,49	0,88	0,674	0,49	0,23	0,4	0,98	0,047
kesukaran	A	A	A	A	C	B	A	A	B	A	C	B	B	A	B	B	C	B	A	C

### Keterangan Indeks Kesukaran

A : mudah

B : sedang

C : sukar

**Lampiran 10**

**Analisis Data Hasil Uji Coba Instrumen  
Kemampuan Memprediksi**

No.	Kode	Nomor Soal										X <sup>2</sup>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	UC-1	1	2	4	4	0	0	4	3	0	0	1	4	16	16	0	0	16	9	0	0
2	UC-2	1	2	4	4	0	0	4	3	3	0	1	4	16	16	0	0	16	9	9	0
3	UC-3	0	4	4	4	4	0	0	3	0	0	0	16	16	16	16	0	0	9	0	0
4	UC-4	1	2	4	4	0	0	4	3	0	0	1	4	16	16	0	0	16	9	0	0
5	UC-5	1	2	4	4	0	0	4	3	3	0	1	4	16	16	0	0	16	9	9	0
6	UC-6	1	4	4	4	0	0	3	3	0	0	1	16	16	16	0	0	9	9	0	0
7	UC-7	1	4	4	4	0	0	4	3	0	0	1	16	16	16	0	0	16	9	0	0
8	UC-8	1	2	4	4	0	0	4	3	3	0	1	4	16	16	0	0	16	9	9	0
9	UC-9	1	2	4	4	0	0	4	3	3	0	1	4	16	16	0	0	16	9	9	0
10	UC-10	1	2	4	4	0	0	4	3	2	0	1	4	16	16	0	0	16	9	4	0
11	UC-11	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	16	16	16	0	0	0	0	0	0
12	UC-12	1	2	4	4	0	0	4	3	3	0	1	4	16	16	0	0	16	9	9	0
13	UC-13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	UC-14	1	2	2	4	0	0	4	0	0	0	1	4	4	16	0	0	16	0	0	0
15	UC-15	0	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	16	16	9	0	0	0	0	0	0
16	UC-16	2	1	4	4	0	0	0	0	0	0	4	1	16	16	0	0	0	0	0	0
17	UC-17	2	1	2	4	0	0	4	0	0	0	4	1	4	16	0	0	16	0	0	0
18	UC-18	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	1	4	16	0	0	0	0	0	0
19	UC-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20	UC-20	0	4	4	4	2	4	4	0	1	4	0	16	16	16	4	16	16	0	1	16
21	UC-21	4	2	1	4	2	4	4	0	1	4	16	4	1	16	4	16	16	0	1	16
22	UC-22	0	2	1	1	1	4	4	0	1	0	0	4	1	1	1	16	16	0	1	0
23	UC-23	2	4	4	4	2	4	4	0	2	4	4	16	16	16	4	16	16	0	4	16
24	UC-24	3	4	1	1	2	4	4	0	0	0	9	16	1	1	4	16	16	0	0	0
25	UC-25	2	4	4	4	2	4	4	0	0	4	4	16	16	16	4	16	16	0	0	16
26	UC-26	2	4	4	4	2	4	4	0	0	4	4	16	16	16	4	16	16	0	0	16
27	UC-27	4	1	1	0	2	4	4	0	0	4	16	1	1	0	4	16	16	0	0	16
28	UC-28	0	4	4	4	2	4	0	0	0	0	0	16	16	16	4	16	0	0	0	0
29	UC-29	2	4	1	1	2	4	4	0	0	4	4	16	1	1	4	16	16	0	0	16
30	UC-30	2	1	4	4	2	4	4	0	0	4	4	1	16	16	4	16	16	0	0	16
31	UC-31	2	4	4	4	2	4	4	0	0	4	4	16	16	16	4	16	16	0	0	16
32	UC-32	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	16	16	16	0	0	0	0	0	0
33	UC-33	2	4	4	4	0	4	4	0	0	0	4	16	16	16	0	16	16	0	0	0
34	UC-34	3	4	4	4	0	4	4	0	0	4	9	16	16	16	0	16	16	0	0	16
35	UC-35	3	4	1	1	2	4	4	0	0	0	9	16	1	1	4	16	16	0	0	0
36	UC-36	1	4	1	1	0	4	4	0	4	0	1	16	1	1	0	16	16	0	16	0
37	UC-37	3	4	4	4	0	4	4	0	0	4	9	16	16	16	0	16	16	0	0	16
38	UC-38	2	4	4	4	2	4	4	0	0	4	4	16	16	16	4	16	16	0	0	16
39	UC-39	2	4	4	4	2	4	4	0	0	4	4	16	16	16	4	16	16	0	0	16
40	UC-40	3	4	4	4	0	4	4	0	0	4	9	16	16	16	0	16	16	0	0	16
41	UC-41	3	4	1	1	0	4	4	0	0	4	9	16	1	1	0	16	16	0	0	16
42	UC-42	3	4	4	4	4	4	4	0	0	4	9	16	16	16	16	16	16	0	0	16
43	UC-43	0	4	4	2	4	0	0	0	0	0	0	16	16	4	16	0	0	0	0	0
	jumlah	63	128	134	139	41	88	131	33	26	64	151	450	500	531	105	352	521	99	72	256

No.	Kode	Y	Y <sup>2</sup>	XY									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	UC-1	18	324	18	36	72	72	0	0	72	54	0	0
2	UC-2	21	441	21	42	84	84	0	0	84	63	63	0
3	UC-3	19	361	0	76	76	76	76	0	0	57	0	0
4	UC-4	18	324	18	36	72	72	0	0	72	54	0	0
5	UC-5	21	441	21	42	84	84	0	0	84	63	63	0
6	UC-6	19	361	19	76	76	76	0	0	57	57	0	0
7	UC-7	20	400	20	80	80	80	0	0	80	60	0	0
8	UC-8	21	441	21	42	84	84	0	0	84	63	63	0
9	UC-9	21	441	21	42	84	84	0	0	84	63	63	0
10	UC-10	20	400	20	40	80	80	0	0	80	60	40	0
11	UC-11	12	144	0	48	48	48	0	0	0	0	0	0
12	UC-12	21	441	21	42	84	84	0	0	84	63	63	0
13	UC-13	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	UC-14	13	169	13	26	26	52	0	0	52	0	0	0
15	UC-15	11	121	0	44	44	33	0	0	0	0	0	0
16	UC-16	11	121	22	11	44	44	0	0	0	0	0	0
17	UC-17	13	169	26	13	26	52	0	0	52	0	0	0
18	UC-18	7	49	0	7	14	28	0	0	0	0	0	0
19	UC-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	UC-20	27	729	0	108	108	108	54	108	108	0	27	108
21	UC-21	26	676	104	52	26	104	52	104	104	0	26	104
22	UC-22	14	196	0	28	14	14	14	56	56	0	14	0
23	UC-23	30	900	60	120	120	120	60	120	120	0	60	120
24	UC-24	19	361	57	76	19	19	38	76	76	0	0	0
25	UC-25	28	784	56	112	112	112	56	112	112	0	0	112
26	UC-26	28	784	56	112	112	112	56	112	112	0	0	112



27	UC-27	20	400	80	20	20	0	40	80	80	0	0	80
28	UC-28	18	324	0	72	72	72	36	72	0	0	0	0
29	UC-29	22	484	44	88	22	22	44	88	88	0	0	88
30	UC-30	25	625	50	25	100	100	50	100	100	0	0	100
31	UC-31	28	784	56	112	112	112	56	112	112	0	0	112
32	UC-32	12	144	0	48	48	48	0	0	0	0	0	0
33	UC-33	22	484	44	88	88	88	0	88	88	0	0	0
34	UC-34	27	729	81	108	108	108	0	108	108	0	0	108
35	UC-35	19	361	57	76	19	19	38	76	76	0	0	0
36	UC-36	19	361	19	76	19	19	0	76	76	0	76	0
37	UC-37	27	729	81	108	108	108	0	108	108	0	0	108
38	UC-38	28	784	56	112	112	112	56	112	112	0	0	112
39	UC-39	28	784	56	112	112	112	56	112	112	0	0	112
40	UC-40	27	729	81	108	108	108	0	108	108	0	0	108
41	UC-41	21	441	63	84	21	21	0	84	84	0	0	84
42	UC-42	31	961	93	124	124	124	124	124	124	0	0	124
43	UC-43	14	196	0	56	56	28	56	0	0	0	0	0
jumlah		847	18899	1455	2729	2838	2923	962	2136	2949	657	558	1692
		$N(\sum XY_n)$		62565	1E+05	122034	125689	41366	91848	126807	28251	23994	72756
		$(\sum X)(\sum Y)$		53361	1E+05	113498	117733	34727	74536	110957	27951	22022	54208
		$\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}$		50,24	54,46	59,532	59,262	53,235	85,977	72,4017	56,28	49,19	83,138
		$\sqrt{\frac{\sum X^2}{n} - \frac{(\sum X)^2}{n^2}}$		308,6	308,6	308,62	308,62	308,62	308,62	308,623	308,6	308,6	308,62
		$r_{xy}$		0,594	0,531	0,4646	0,435	0,4041	0,6524	0,70934	0,017	0,13	0,7229
				<b>valid</b>	<b>valid</b>	<b>valid</b>	<b>valid</b>	<b>valid</b>	<b>valid</b>	<b>valid</b>	<b>tidak</b>	<b>Tidak</b>	<b>valid</b>
		Varians		1,398	1,642	1,9623	1,9446	1,5692	4,093	2,90255	1,754	1,34	3,8272

Varians Item	22,43300111									
var total	52,73975637									
$r_{11}$	0,63849693									
	<b>Reliabel</b>									
Tingkat kesukaran	0,366	0,744	0,7791	0,8081	0,2384	0,5116	0,76163	0,192	0,151	0,3721
	<b>Sedang</b>	<b>Mudah</b>	<b>Mudah</b>	<b>Mudah</b>	<b>Sukar</b>	<b>Sedang</b>	<b>Mudah</b>	<b>Sukar</b>	<b>Sukar</b>	<b>Sedang</b>

## Lampiran 11

### Perhitungan Nilai Pretes Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen

No.	Kode	Nomor Soal										X	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	UPK1-1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5	20
2	UPK1-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
3	UPK1-3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4	16
4	UPK1-4	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4	16
5	UPK1-5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	8
6	UPK1-6	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6	24
7	UPK1-7	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	20
8	UPK1-8	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5	20
9	UPK1-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	UPK1-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	UPK1-11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
12	UPK1-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	UPK1-13	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	12
14	UPK1-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	UPK1-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	UPK1-16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
17	UPK1-17	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	12
18	UPK1-18	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	12
19	UPK1-19	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	8
20	UPK1-20	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	8

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$(f_o - f_h)^2 / f_h$
3=6	1,161	6	-4,839	23,41592	3,902654
7=10	5,8179	7	-1,1821	1,39736	0,199623
11=14	14,749	12	2,749	7,557001	0,62975
15=18	14,749	9	5,749	33,051	3,672333
19=22	5,8179	5	0,8179	0,66896	0,133792
23=26	1,161	1	0,161	0,025921	0,025921
Nilai Chi Kuadrat					8,564073
Nilai Chi Kuadrat Tabel					11,07
Nilai Rata-rata					11,34884

21	UPK1-21	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
22	UPK1-22	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	12
23	UPK1-23	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	12
24	UPK1-24	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	12
25	UPK1-25	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	12
26	UPK1-26	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4	16
27	UPK1-27	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	12
28	UPK1-28	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4	16
29	UPK1-29	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	12
30	UPK1-30	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	8
31	UPK1-31	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	8
32	UPK1-32	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	8
33	UPK1-33	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5	20
34	UPK1-34	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	8
35	UPK1-35	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	12
36	UPK1-36	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	16
37	UPK1-37	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	16
38	UPK1-38	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	16
39	UPK1-39	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	12
40	UPK1-40	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	12
41	UPK1-41	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5	20
42	UPK1-42	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	16
43	UPK1-43	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4	16
	jumlah	29	10	10	14	31	28	0	0	0	0	122	488

## Lampiran 12

### Perhitungan Nilai Postes Pemahaman Konsep Kelas Eksperimen

No.	Kode	Nomor Soal										X	Nilai
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	UPK2-1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3	12
2	UPK2-2	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	6	24
3	UPK2-3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4	16
4	UPK2-4	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4	16
5	UPK2-5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8	32
6	UPK2-6	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3	12
7	UPK2-7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6	24
8	UPK2-8	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6	24
9	UPK2-9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	8
10	UPK2-10	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	12
11	UPK2-11	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	8	32
12	UPK2-12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
13	UPK2-13	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6	24
14	UPK2-14	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5	20
15	UPK2-15	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	5	20
16	UPK2-16	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	5	20
17	UPK2-17	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	5	20
18	UPK2-18	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	5	20
19	UPK2-19	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	36
20	UPK2-20	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	4	16

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$(f_o - f_h)^2 / f_h$
3=8	1,08	4	2,92	8,5264	2,1316
9=14	5,412	6	0,588	0,345744	0,057624
15=20	13,72	13	-0,72	0,5184	0,039877
21=26	13,72	9	-4,72	22,2784	2,475378
27=32	5,412	5	-0,412	0,169744	0,033949
33=39	1,08	3	1,92	3,6864	1,2288
Nilai Chi Kuadrat					5,967228
Nilai Chi Kuadrat Tabel					11,07
Nilai Rata-rata Postes					39,80488
Nilai Rata-rata Pretes					11,34884
$\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle$					28,45604
100% - $\langle S_{pre} \rangle$					88,65116
$\langle g \rangle$					0,320989

21	UPK2-21	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	6	24
22	UPK2-22	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6	24
23	UPK2-23	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	6	24
24	UPK2-24	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	4	16
25	UPK2-25	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	20
26	UPK2-26	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6	24
27	UPK2-27	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	12
28	UPK2-28	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8	32
29	UPK2-29	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5	20
30	UPK2-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
31	UPK2-31	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	12
32	UPK2-32	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	8
33	UPK2-33	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	6	24
34	UPK2-34	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	12
35	UPK2-35	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	36
36	UPK2-36	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	7	28
37	UPK2-37	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	4	16
38	UPK2-38	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	5	20
39	UPK2-39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	36
40	UPK2-40	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8	32
Jumlah		36	27	16	30	31	23	11	17	10	3	204	816

### Lampiran 13

#### Perhitungan Nilai Pretes Kemampuan Memprediksi Kelas Eksperimen

No.	Kode	Nomor Soal					X	Nilai
		1	2	3	4	5		
1	UKM1-1	0	0	0	0	0	0	0
2	UKM1-2	0	4	2	0	0	6	18
3	UKM1-3	0	3	2	0	0	5	15
4	UKM1-4	0	0	0	0	0	0	0
5	UKM1-5	0	4	2	0	1	7	21
6	UKM1-6	1	4	4	1	0	10	30
7	UKM1-7	1	4	3	0	1	9	27
8	UKM1-8	0	4	2	0	1	7	21
9	UKM1-9	0	0	0	0	0	0	0
10	UKM1-10	2	2	2	0	0	6	18
11	UKM1-11	2	3	2	1	0	8	24
12	UKM1-12	0	2	0	0	0	2	6
13	UKM1-13	0	0	0	0	0	0	0
14	UKM1-14	0	3	4	0	0	7	21
15	UKM1-15	0	0	4	2	1	7	21
16	UKM1-16	4	0	3	2	0	9	27
17	UKM1-17	0	3	0	0	0	3	9
18	UKM1-18	0	3	0	0	0	3	9
19	UKM1-19	0	1	2	1	2	6	18
20	UKM1-20	0	0	4	2	1	7	21

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$(f_o - f_h)^2 / f_h$
0=7	1,161	7	5,839	34,09392	4,87056
8=15	5,8179	8	-2,1821	4,76156	0,595195
16=23	14,749	11	-3,749	14,055	1,277727
24=31	14,749	10	-4,749	22,553	2,2553
32=39	5,8179	6	0,1821	0,03316	0,005527
40=48	1,161	1	-0,161	0,025921	0,025921
Nilai Chi Kuadrat					9,03023
Nilai Chi Kuadrat Tabel					11,07
Nilai Rata-rata					19,32558

21	UKM1-21	4	2	2	0	0	8	24
22	UKM1-22	4	3	4	0	0	11	33
23	UKM1-23	4	3	4	0	0	11	33
24	UKM1-24	2	3	4	0	0	9	27
25	UKM1-25	2	0	4	0	0	6	18
26	UKM1-26	2	0	0	2	0	4	12
27	UKM1-27	3	4	0	0	0	7	21
28	UKM1-28	4	3	3	0	0	10	30
29	UKM1-29	2	3	4	0	0	9	27
30	UKM1-30	0	4	0	0	0	4	12
31	UKM1-31	2	4	0	0	0	6	18
32	UKM1-32	0	4	3	4	0	11	33
33	UKM1-33	0	0	3	0	0	3	9
34	UKM1-34	0	4	4	4	0	12	36
35	UKM1-35	0	0	0	0	0	0	0
36	UKM1-36	0	4	0	0	0	4	12
37	UKM1-37	0	4	0	0	0	4	12
38	UKM1-38	0	4	4	4	0	12	36
39	UKM1-39	4	4	4	4	0	16	48
40	UKM1-40	1	4	4	4	0	13	39
41	UKM1-41	1	4	4	0	0	9	27
42	UKM1-42	0	4	2	0	0	6	18
43	UKM1-43	0	0	0	0	0	0	0
jumlah		45	105	89	31	7	277	831



## Lampiran 14

## Perhitungan Nilai Postes Kemampuan Memprediksi Kelas Eksperimen

No.	Kode	Nomor Soal					X	Nilai
		1	2	3	4	5		
1	UKM2-1	3	3	0	4	4	14	42
2	UKM2-2	3	4	3	2	2	14	42
3	UKM2-3	4	3	2	3	2	14	42
4	UKM2-4	2	3	3	3	0	11	33
5	UKM2-5	3	4	3	4	1	15	45
6	UKM2-6	2	4	4	1	0	11	33
7	UKM2-7	4	4	3	4	1	16	48
8	UKM2-8	4	4	2	3	1	14	42
9	UKM2-9	2	3	4	2	0	11	33
10	UKM2-10	2	3	4	4	1	14	42
11	UKM2-11	4	4	3	3	0	14	42
12	UKM2-12	2	2	4	4	1	13	39
13	UKM2-13	4	1	4	2	2	13	39
14	UKM2-14	1	3	4	4	3	15	45
15	UKM2-15	3	4	4	1	2	14	42
16	UKM2-16	3	4	3	3	4	17	51
17	UKM2-17	4	3	4	4	4	19	57
18	UKM2-18	2	3	3	2	4	14	42

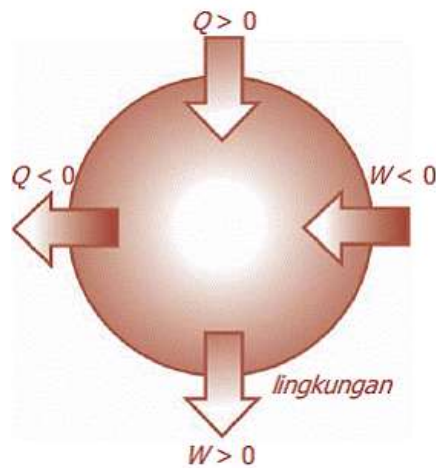
Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$
33=36	1,161	4	2,839	8,059921
37=40	5,8179	7	1,1821	1,39736
41=44	14,749	10	-4,749	22,553
45=48	14,749	11	-3,749	14,055
49=52	5,8179	5	-0,8179	0,66896
53=57	1,161	6	4,839	23,41592
Nilai Chi Kuadrat				
Nilai Chi Kuadrat Tabel				
Nilai Rata-rata Postes				
Nilai Rata-rata Pretes				
$\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle$				
100% - $\langle S_{pre} \rangle$				
$\langle g \rangle$				

19	UKM2-19	3	1	4	2	3	13	39
20	UKM2-20	4	0	4	2	1	11	33
21	UKM2-21	4	3	2	3	2	14	42
22	UKM2-22	4	3	4	4	4	19	57
23	UKM2-23	4	3	4	3	4	18	54
24	UKM2-24	3	3	4	2	1	13	39
25	UKM2-25	3	4	4	0	2	13	39
26	UKM2-26	4	3	4	3	2	16	48
27	UKM2-27	3	4	3	2	3	15	45
28	UKM2-28	4	3	3	3	4	17	51
29	UKM2-29	2	3	4	2	4	15	45
30	UKM2-30	4	4	0	4	4	16	48
31	UKM2-31	2	4	3	2	4	15	45
32	UKM2-32	4	4	3	4	2	17	51
33	UKM2-33	3	4	3	4	4	18	54
34	UKM2-34	3	4	4	4	4	19	57
35	UKM2-35	2	4	4	3	4	17	51
36	UKM2-36	2	4	4	4	0	14	42
37	UKM2-37	4	4	4	4	0	16	48
38	UKM2-38	3	4	4	4	3	18	54
39	UKM2-39	1	4	4	3	3	15	45
40	UKM2-40	2	4	2	2	3	13	39
Jumlah		120	133	132	117	93	595	1785

## Lampiran 15

### Bahan Ajar

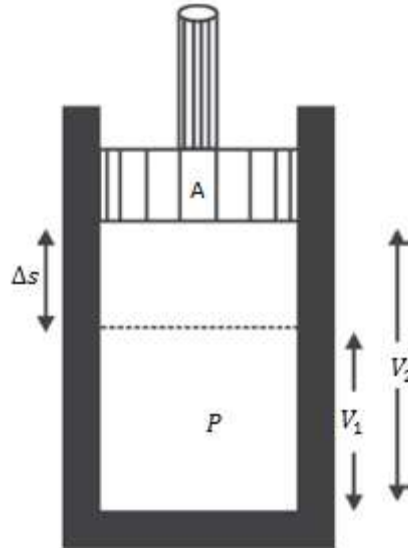
#### Termodinamika



Termodinamika adalah cabang dari ilmu fisika yang mempelajari tentang proses perpindahan energi sebagai kalor dan usaha antara sistem dan lingkungan. Sistem adalah suatu benda atau keadaan yang menjadi pusat perhatian. Sedangkan lingkungan merupakan benda-benda diluar sistem yang mempengaruhi sistem. Sistem terbuka adalah sistem dimana antara sistem dan lingkungan memungkinkan terjadinya pertukaran materi dan energi. Apabila hanya terjadi pertukaran energi tanpa pertukaran materi, sistem disebut sistem tertutup. Adapun sistem terisolasi adalah jika antara sistem dan lingkungan tidak terjadi pertukaran materi dan energi. Sistem dan lingkungan dinamakan semesta. Kalor didefinisikan sebagai perpindahan energi yang disebabkan oleh perbedaan suhu, sedangkan usaha merupakan perubahan energi melalui cara-cara mekanis yang tidak disebabkan oleh perubahan suhu.

## Usaha dalam Termodinamika

Apabila melakukan usaha pada suatu sistem, maka kita memindahkan tenaga kita ke sistem. Sekarang kita akan membahas usaha pada gas.



Gambar 1 Sebuah tabung yang diisi gas. Luas piston atau penghisap adalah  $A$ . Piston dapat bergeser sebesar  $\Delta s$ .  $\Delta s$  bisa ke atas atau ke bawah. Tekanan dalam tabung dapat menggerakkan piston.

Gambar 1 diatas memperlihatkan penampang gas silinder yang didalamnya terdapat piston (penghisap). Piston ini dapat bergerak bebas naik turun. Jika luas piston  $A$  dan tekanan gas  $p$ , maka gas akan mendorong piston dengan gaya  $F = P \times A$ . Oleh karena itu, usaha yang dilakukan gas adalah sebagai berikut.

$$W = F \times \Delta s$$

Jika  $F = P \times A$ , maka

$$W = P \times A \times \Delta s$$

Jika  $\Delta s = \frac{\Delta V}{A}$ , maka

$$W = P \times \Delta V$$

Atau

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

Keterangan:

$W$  : usaha (J)  
 $P$  : tekanan tetap ( $\text{N/m}^2$ )  
 $V_1$  : volume awal ( $\text{m}^3$ )

$V_2$  : volume akhir ( $\text{m}^3$ )

Gas dalam ruang tertutup dapat mengalami beberapa proses yaitu proses isobarik, proses isotermaal, proses isokori, dan proses adiabatik.

### Usaha pada Tekanan Tetap

Bila kita mengatur agar  $P$  konstan maka proses yang terjadi kita namakan proses isobarik. Tinjau tabung di atas (Gambar 1), jika  $P$  konstan kemudian suhu kita ubah, maka akan terjadi perubahan volume. Persamaan keadaan pada proses isobarik adalah:

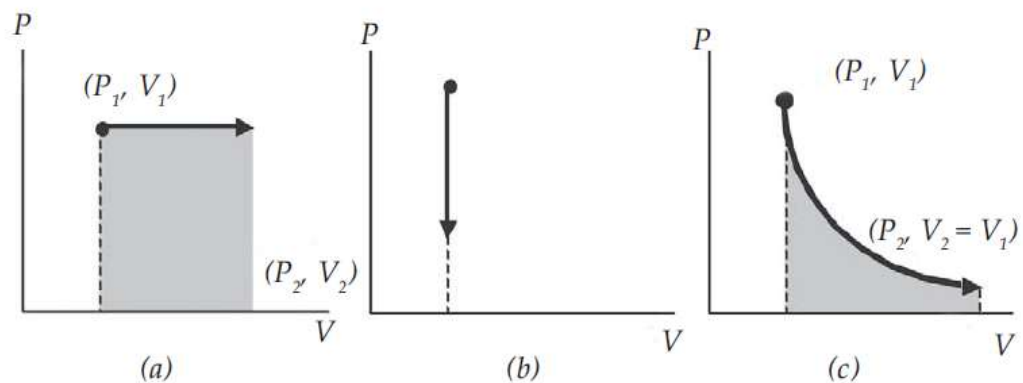
$$\frac{PV}{T} = \text{konstan}$$

Karena tekanan pada proses isobarik tetap, maka

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

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

Diagram  $PV$  pada proses isobarik ditunjukkan Gambar 2 dibawah ini.



(a) Diagram  $PV$  pada proses isobarik,  $W$  adalah luasan yang diarsir. (b) Diagram  $PV$  pada proses isokhorik,  $W = 0$ . (c) Diagram  $PV$  pada proses isotermaal  $W$  adalah luasan yang diarsir

Besarnya usaha yang dilakukan gas adalah:

$$W = P\Delta V$$

$W$  adalah luasan yang diarsir pada Gambar 2a. Jika selama proses volumenya membesar maka usahanya positif, artinya gas melakukan usaha. Jika selama proses volume gas mengecil maka usaha dilakukan pada gas.

### Usaha pada Suhu Tetap

Proses dengan suhu konstan disebut proses isotermal. Persamaan keadaan pada proses isotermal adalah:

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

Karena suhu bernilai tetap, maka

$$PV = \text{konstan}$$

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

Kaitan antara  $P$  dan  $V$  adalah

$$P = \frac{nRT}{V}$$

Tinjaulah tabung pada Gambar 1. Jika semula tutup kita tekan, atau kita beri gaya sehingga memiliki tekanan  $P_1$ , volume  $V_1$  kemudian suhunya kita perbesar lalu kita jaga agar suhunya tetap. Bila gaya kita lepaskan, tutup akan bergeser sehingga volumenya berubah menjadi  $V_2$ , atau gas melakukan usaha. Tekanannya juga berubah menjadi  $P_2$ . Usaha yang dilakukan gas adalah luas daerah di bawah kurva  $PV$  atau kita dapat menghitungnya.

$$W = \int PdV = \int \frac{nRT}{V} dV$$

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

Gambar diagram  $PV$  dan usaha yang dilakukan gas ditunjukkan pada Gambar 2c

#### 1. Proses dengan Volume Tetap

Proses dengan volume tetap dinamakan proses isokorik. Persamaan keadaan pada proses ini:

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

Karena volume tetap, maka

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

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

Diagram PV dan usaha yang dilakukan ditunjukkan oleh Gambar 2c Pada proses isokorik volume konstan. Jadi tidak ada kerja yang dilakukan oleh gas. Jika suhu ditambah dengan pemanasan, maka tekanan akan bertambah, gaya yang bekerja pada dinding bertambah tetapi karena volume tetap maka usaha yang dilakukan adalah nol.

## 2. Proses Adiabatik

Proses selain isotermik, isobarik, dan isokorik terdapat proses adiabatik. Pada proses adiabatik adalah suatu proses perubahan keadaan gas tanpa ada tenaga yang masuk atau tenaga yang keluar. Bentuk tenaga yang kita pakai adalah kalor, sehingga kita bisa mengatakan pada proses adiabatik tidak ada kalor yang mengalir keluar ataupun mengalir masuk.

Perhatikan tabung pada Gambar 1 bila sejumlah gas berada pada tabung tersebut, pada volume tertentu kemudian dipanaskan agar memiliki suhu tertentu. Setelah itu tabung diisolasi sehingga tidak ada tenaga yang keluar. Gas akan memuai secara adiabatik. Volume akan mengembang dan suhu akan berubah. Diagram  $PV$  untuk proses adiabatik agak mirip dengan proses isotermik tetapi terpotong karena ada perubahan suhu.

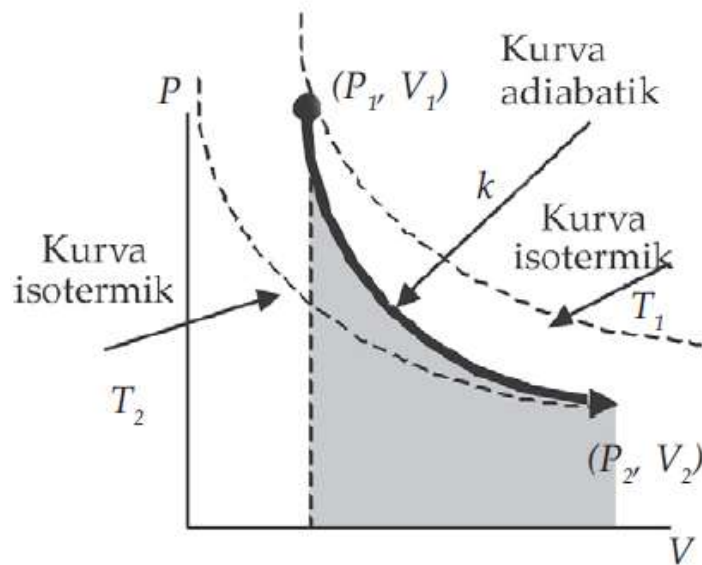
Persamaan yang menyatakan grafik pada diagram  $PV$  proses adiabatik dari keadaan awal  $P_1, V_1$  menjadi keadaan akhir  $P_2, V_2$  adalah

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

Atau

$$P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma$$

$\gamma$  adalah perbandingan antara kapasitas panas pada tekanan konstan dengan kapasitas panas pada volume konstan. Berikut ini kita akan mempelajari lebih lanjut tentang kapasitas panas.



Gambar 2.3  
Diagram PV proses adiabatik  
Usaha yang dilakukan adalah luasan yang diarsir

Untuk gas ideal berlaku persamaan  $P = \frac{nRT}{V}$  sehingga persamaannya menjadi

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

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

### Hukum Pertama Termodinamika

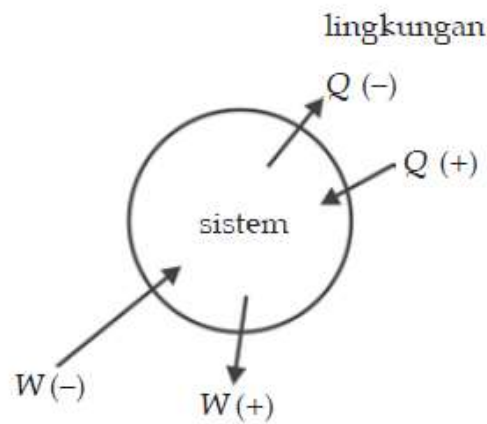
Hukum pertama termodinamika sebenarnya adalah kekekalan energi yang menghubungkan antara usaha yang dilakukan pada sistem, panas yang ditambahkan atau dikurangkan, dan energi dalam sistem. Energi hanya dapat berubah dari bentuk satu ke bentuk lainnya. Hukum I termodinamika menyatakan bahwa untuk setiap proses apabila kalor ( $Q$ ) diberikan kepada sistem dan sistem melakukan usaha ( $W$ ), maka akan terjadi perubahan energi dalam ( $\Delta U$ ). Pernyataan ini dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut.

$$\Delta U = Q - W$$



$$Q = \Delta U + W$$

Untuk memahami persamaan tersebut, perhatikan tanda positif dan negatif pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2.4  
Hukum Pertama Termodinamika

Peraturan tanda positif dan negatif adalah sebagai berikut:

- $Q$  dianggap positif (+) apabila kalor memasuki sistem.
- $W$  dianggap positif (+) apabila usaha dilakukan oleh sistem.
- $\Delta U$  dianggap positif (+) apabila energi dalam sistem bertambah.
- $Q$  dianggap negatif (-) apabila kalor keluar dari sistem.
- $W$  dianggap negatif (-) apabila lingkungan melakukan usaha pada sistem.
- $\Delta U$  dianggap negatif (-) apabila energi dalam sistem berkurang.

Berdasarkan teori kinetik gas energi dalam ( $U$ ) merupakan energi total molekul-molekul gas yang besarnya tergantung pada jumlah molekul ( $N$ ) dan suhu mutlak gas ( $T$ ).

$$U = NE_k$$

$$U = Nf \left( \frac{1}{2} kT \right)$$

Dengan  $f$  sebagai derajat kebebasan.

Gas monoatomik mempunyai derajat kebebasan  $f = 3$ . Energi dalam gas monoatomik sebesar  $U = Nf \left( \frac{1}{2} kT \right)$ . Oleh karena itu, energi dalam gas

monoatomik  $U = \frac{3}{2}NkT$ . Perubahan energi dalam gas monoatomik dapat ditentukan dengan persamaan

$$\begin{aligned}\Delta U &= U_2 - U_1 \\ \Delta U &= \frac{3}{2}Nk(T_2 - T_1) \\ \Delta U &= \frac{3}{2}Nk\Delta T\end{aligned}$$

Anda akan menerapkan hukum I termodinamika pada keempat proses termodinamika, yaitu proses isothermal, isobarik, isokorik, dan adiabatik. Perlu ditekankan bahwa konsep tentang perubahan energi dalam ( $\Delta U$ ) dan usaha ( $W$ ) pada berbagai proses yang telah dibahas sebelumnya akan digunakan langsung pada aplikasi hukum I termodinamika. Tabel keadaan beberapa proses termodinamika dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4  
Tabel Keadaan beberapa Proses Termodinamika

Proses	Usaha	Perubahan Energi Dalam	Hukum I Termodinamika	Keterangan
Isobarik	$W = p\Delta V$	$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$	$Q_p = Q + \Delta U$	$\Delta P = 0$
Isokhorik	$W = 0$	$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$	$Q_v = \Delta U$	$\Delta V = 0$
Isothermal	$W = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$	$\Delta U = 0$	$Q = W$	$\Delta T = 0$
Adiabatik	$W = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_2)$	$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$	$\Delta U = -W$	$\Delta Q = 0$

### Kapasitas Kalor

Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu sebesar 1 kelvin. Secara matematis dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$Q = C \times \Delta T$$

Keterangan:

$Q$  : kalor yang diserap ( $J$ )

$C$  : kapasitas kalor ( $J/K$ )

$\Delta T$  : perubahan suhu ( $K$ )

Persamaan ini berlaku untuk gas. Kalor yang diberikan kepada gas untuk menaikkan suhunya dapat dilakukan pada tekanan tetap (proses isobarik) atau pada volume tetap (proses isokorik). Oleh karena itu, pada gas ada dua jenis kapasitas kalor, yaitu kapasitas kalor pada tekanan tetap ( $C_p$ ) dan kapasitas kalor pada volume tetap ( $C_v$ ). Secara matematis dapat ditulis seperti berikut.

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

$$C_v = \frac{Q_v}{\Delta T}$$

Keterangan:

$C_v$  : kalor yang diberikan pada volume tetap

$C_p$  : kalor yang diberikan pada tekanan tetap

Hukum I Termodinamika pada proses isobaris  $Q_p = \Delta U + W$  sedangkan untuk proses isokorik  $Q_v = \Delta U$ . Bila kedua persamaan digabungkan, diperoleh:

$$Q_p = Q_v + W$$

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

$$(C_p - C_v) \Delta T = P \Delta V$$

$$C_p - C_v = \frac{P \Delta V}{\Delta T}$$

Berdasarkan persamaan gas ideal  $PV = nRT$ , maka  $P \frac{\Delta V}{\Delta T} = nR$ . Oleh karena itu persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut.

$$C_p - C_v = nR$$

### 1. Untuk Gas Monoatomik

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T$$

$$C_V = \frac{\frac{3}{2}nR\Delta T}{\Delta T}$$

$$C_V = \frac{3}{2}nR$$

$$C_P = C_V + nR$$

$$C_P = \frac{3}{2}nR + nR$$

$$C_P = \frac{5}{2}nR$$

## 2. Untuk Gas Diatomik

Pada suhu sedang maupun tinggi, energi dalam gas diatomik bertambah besar. Hal ini disebabkan pada suhu sedang terdapat energi kinetik rotasi sedangkan pada suhu tinggi terdapat energi kinetik rotasi dan vibrasi (getaran gas).

a. Pada Suhu Rendah ( $T < 160K$ )

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

$$C_V = \frac{\frac{3}{2}nR\Delta T}{\Delta T}$$

$$C_V = \frac{3}{2}nR$$

$$C_P = C_V + nR$$

$$C_P = \frac{3}{2}nR + nR$$

$$C_P = \frac{5}{2}nR$$

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

$$\gamma = \frac{\frac{5}{2}nR}{\frac{3}{2}nR}$$

$$\gamma = \frac{5}{3} = 1,67 \text{ (tetapan Laplace)}$$

b. Pada Suhu Sedang ( $160\text{K} < T < 5.000\text{ K}$ )

$$\Delta U = \frac{5}{2} nR\Delta T$$

$$C_V = \frac{\frac{5}{2} nR\Delta T}{\Delta T}$$

$$C_V = \frac{5}{2} nR$$

$$C_P = C_V + nR$$

$$C_P = \frac{5}{2} nR + nR$$

$$C_P = \frac{7}{2} nR$$

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

$$\gamma = \frac{\frac{7}{2} nR}{\frac{5}{2} nR}$$

$$\gamma = \frac{7}{5} = 1,4 \text{ (Tetapan Laplace)}$$

c. Pada Suhu Tinggi ( $T > 5.000\text{ K}$ )

$$\Delta U = \frac{7}{2} nR\Delta T$$

$$C_V = \frac{\frac{7}{2} nR\Delta T}{\Delta T}$$

$$C_V = \frac{7}{2} nR$$

$$C_P = C_V + nR$$

$$C_P = \frac{7}{2} nR + nR$$

$$C_P = \frac{9}{2} nR$$

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

$$\gamma = \frac{\frac{9}{2}nR}{\frac{7}{2}nR}$$

$$\gamma = \frac{9}{7} = 1,28 \text{ (Tetapan Laplace)}$$

## Lampiran 16

## Surat Keputusan Dosen Pembimbing Skripsi



**KEPUTUSAN**  
**DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**  
 Nomor: *413/P/2015*  
 Tentang  
**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER**  
**GASAL/GENAP**  
**TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

Menimbang : Bahwa untuk memper lancar 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 21 Januari 2015.

Menetapkan :  
**MEMUTUSKAN**

PERTAMA :  
 Menunjuk dan menugaskan kepada:  
 1. Nama : Dr Sunyoto Eko Nugroho, M.Si  
 NIP : 196501071989011001  
 Pangkat/Golongan : IV/A  
 Jabatan Akademik : Lektor Kepala  
 Sebagai Pembimbing I  
 2. Nama : Drs. Ngurah Made Dama Putra, M.Si., Ph.D.  
 NIP : 196702171992031002  
 Pangkat/Golongan : III/D  
 Jabatan Akademik : Lektor  
 Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :  
 Nama : DIAH SETYORINI  
 NIM : 4201411001  
 Jurusan/Prodi : Fisika/Pend. Fisika  
 Topik : Keefektifan Model Problem Based Learning dan Pembelajaran Kooperatif Tipe Reciprocal Teaching untuk Meningkatkan Kemampuan Memprediksi dan Pemahaman Konsep Siswa

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG  
 TANGGAL : 27 Januari 2015

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

  
 Dr. Wiyanto, M.Si.  
 NIP. 196310121988031001



UNNES  
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

4201411001  
 FM-03-AKD-24/Rev. 00

## Lampiran 17

## Surat Ijin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D5 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang - 50229  
Telp. +62248508112/+62248508005 Fax. +62248508005  
Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: [mipa@unnes.ac.id](mailto:mipa@unnes.ac.id)

No : 4349 /UN37.1.4/LT/2015  
Lamp : -  
Hal : Ijin Penelitian

Kepada

Yth. Kepala SMA Negeri 1 Tuntang  
di Kabupaten Semarang

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/tugas akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Diah Setyorini  
NIM : 4201411001  
Prodi : Pendidikan Fisika, S1  
Judul : Penerapan Model Problem Based Learning dengan Reciprocal Teaching  
untuk Meningkatkan Kemampuan Memprediksi dan Pemahaman Kosep  
Siswa  
Tempat : SMA Negeri 1 Tuntang  
Waktu : 20 April – 20 Mei 2015

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Semarang, 14 April 2015

Dekan,



Prof. Dr. Wiyanto, M.Si

NIP. 19631012 198803 1 001



## Lampiran 18

### Surat Keterangan telah Melakukan Penelitian



**PEMERINTAH KABUPATEN SEMARANG  
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
SMA NEGERI 1 TUNTANG**

Jalan Raya TUNTANG BRINGIN KM 1 Desa Delik Kec. Tuntang Kab. Semarang 50773  
Telp. (0298) 7100851, 3421833 email : smantuntang@gmail.com

### SURAT KETERANGAN

Nomor : 800 / 221.C/ 2015

Kepala SMA Negeri 1 Tuntang Kabupaten Semarang, menerangkan bahwa :

Nama : Diah Setyorini  
NIM : 4201411001  
Alamat : Jl. Pakunegara Gg. Mentawa Rt.14, Kelurahan Raja, Pangkalan  
Bun, Kalimantan Tengah  
Jabatan : Mahasiswa FMIPA UNNES  
Program Studi : Pendidikan Fisika  
Tanggal Pelaksanaan: 23 April s.d. 1 Juni 2015

benar-benar telah melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Tuntang Kabupaten Semarang, dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul **"PENERAPAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING DENGAN RECIPROCAL TEACHING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN MEMPREDIKSI DAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA"**.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tuntang, 22 Mei 2015

Kepala Sekolah



**Drs. Kaswanto, M.Pd**

NIP 19660428 199702 1 001

## Lampiran 21

### Dokumentasi Penelitian



Foto 1 pretes



Foto 2 awal pembelajaran  
(penyampaian tujuan pembelajaran)



Foto 3 tanya jawab



Foto 4 diskusi kelompok



Foto 5 diskusi kelompok



Foto 6 diskusi kelompok



Foto 7 postes



Foto 8 postes

## Lampiran 20

## Surat Tugas Panitia Ujian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
Gedung D7 Lt 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229  
Telepon: 0248508034  
Laman: , surel:

No. : 7534/KIN/3714/G/2015  
Lamp.  
Hal : Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana

Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk jurusan Fisika adalah sebagai berikut:

- I. Susunan Panitia Ujian:
- |                          |  |
|--------------------------|--|
| a. Ketua                 | : Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.                   |
| b. Sekretaris            | : Dr. Khumaedi, M.Si.                        |
| c. Pembimbing Utama      | : Dr Sunyoto Eko Nugroho, M.Si               |
| d. Pembimbing Pendamping | : Drs. Ngurah Made Darna Putra, M.Si., Ph.D. |
| e. Penguji               | : Dr. Suharto Linuwih, M.Si.                 |
- II. Calon yang diuji:
- |                           |   |
|---------------------------|---|
| Nama                      | : DIAH SETYORINI  |
| NIM/Jurusan/Program Studi | : 4201411001/Fisika<br>/Pendidikan Fisika, S1   |
| Judul Skripsi             | : Penerapan Model Problem Based Learning dengan Reciprocal Teaching untuk Meningkatkan Kemampuan Memprediksi dan Pemahaman Konsep Siswa |
- II. Waktu dan Tempat Ujian:
- |              |                            |
|--------------|----------------------------|
| Hari/Tanggal | : Senin / 7 September 2015 |
| Jam          | : 13:00:00                 |
| Tempat       | : D7 L 3                   |
| Pakaian      | : .....                    |

Tembusan  
1. Ketua Jurusan Fisika  
2. Calon yang diuji



4201411001