



**IMPLEMENTASI STRATEGI PEMBELAJARAN
FISIKA BERBASIS *HYPOTHETICAL LEARNING
TRAJECTORY* (HLT) UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR ILMIAH SISWA**

Skripsi

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

oleh

Hasri Arlin Wuriyudani

4201411142

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

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi yang berjudul

Implementasi Strategi Pembelajaran Fisika Berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Ilmiah Siswa.

disusun oleh


Hasri Arlin Wuriyudani

4201411142

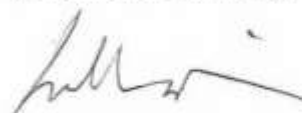
Telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi pada tanggal 16 Juni 2015.

Mengetahui,

Pembimbing Utama


Prof. Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19610810 198601 1 001

Pembimbing Pendamping


Dr. Sulhadi, M.Si.
NIP. 19710816 199802 1 001

PERNYATAAN

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

Semarang, 25 Juni 2015



Hasti Anis Wuryudani

4201411142

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Implementasi Strategi Pembelajaran Fisika Berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Ilmiah Siswa.

disusun oleh

Hasri Arlin Wuriyudani

4201411142

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada

tanggal 25 Juni 2015.



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

Sekretaris

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

Ketua Penguji

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

Anggota Penguji/
Pembimbing Utama

Prof. Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19610810 198601 1 001

Anggota Penguji/
Pembimbing Pendamping

Dr. Sulhadi, M.Si.
NIP. 19710816 199802 1 001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- *Tujuan dari terciptanya kita sebagai umat manusia adalah untuk beribadah kepada-Nya, dan dapat memberikan manfaat bagi orang lain.*
- *Masalah adalah sahabat terbaikmu. Dia menjadikanmu lebih kuat dan lebih mengerti tentang jalan kehidupan.*

Persembahan:

- *Untuk kedua orang tua terbaikku, Ibu (Sumijah) dan Bapak (Mujiono).*
- *Seluruh keluarga besar tercintaku.*
- *Ibu Bapak dosen jurusan Fisika UNNES, terima kasih atas segala ilmu yang telah diberikan.*
- *To All My Friends in PGMIPABI Physics Education 2011 UNNES, who listen when I'm mad, and laugh with me whenever possible. Thanks for being such wonderful friends.*
- *Teman-teman jurusan Fisika angkatan 2011, kakak dan adik kelas seperjuangan, serta teman-teman di Kos Nur Asri, terimakasih atas bantuan dan persahabatan selama ini.*
- *Teman-teman PPL SMAN 1 Batang, KKN Ds. Tanjungsari Kab. Batang.*

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya yang senantiasa tercurah sehingga tersusunlah skripsi berjudul “Implementasi Strategi Pembelajaran Fisika Berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Ilmiah Siswa”.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak berupa saran, bimbingan, maupun petunjuk dan bantuan dalam bentuk lain, maka penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
3. Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
4. Prof. Dr. Hartono, M.Pd., dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Dr. Sulhadi, M.Si., dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
6. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., dosen wali yang telah memberikan nasehat dan perhatian selama masa perkuliahan.
7. Dr. Khumaedi, M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan kepada penyusunan skripsi penulis.
8. Bapak dan Ibu dosen jurusan Fisika yang telah memberikan bekal ilmu dan pengetahuan selama kuliah.
9. Bapak kepala SMAN 1 Pati, Bapak dan Ibu guru serta seluruh staf di SMAN 1 Pati yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian.
10. Seluruh siswa kelas X MIA 6 dan MIA 8 angkatan 2014 SMAN 1 Pati yang telah patuh dan taat selama penelitian.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu baik material maupun spiritual.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya, dan bagi lembaga, masyarakat, serta pembaca pada umumnya.

Semarang, 25 Juni 2015

Penulis

ABSTRAK

Wuriyudani, Hasri Arlin. 2015. *Implementasi Strategi Pembelajaran berbasis Hypothetical Learning Trajectory (HLT) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Ilmiah Siswa*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Prof. Dr. Hartono, M.Pd. dan Pembimbing Pendamping Dr. Sulhadi, M.Si.

Kata Kunci: *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT), Keterampilan Berpikir Ilmiah, Suhu dan Kalor.

Keterampilan berpikir ilmiah merupakan keterampilan berpikir yang dapat ditingkatkan melalui pembelajaran. Peningkatan keterampilan berpikir ilmiah meliputi aspek bahasa, matematika, dan statistika. Peningkatan keterampilan berpikir ilmiah dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan informasi verbal, merumuskan strategi kognitif dalam pemecahan masalah, dan mampu meningkatkan keterampilan motoris dalam suatu kegiatan. Implementasi strategi pembelajaran berdasarkan alur belajar hipotetik diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah siswa. Alur belajar hipotetik atau *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) merupakan suatu rute atau lintasan belajar yang dilalui siswa dalam memecahkan suatu permasalahan. Kegiatan pembelajaran berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) terdiri dari tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, hipotesis alur belajar siswa, dan klarifikasi oleh guru. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir ilmiah yang dialami oleh siswa setelah implementasi strategi pembelajaran fisika berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). Peningkatan berpikir ilmiah meliputi peningkatan hasil tes dan peningkatan proses berpikir siswa dalam memecahkan suatu permasalahan. Peningkatan hasil tes berpikir ilmiah mencakup aspek statistika yang mengalami kenaikan sebesar 56,25 poin; aspek matematika naik 52,92 poin; dan aspek bahasa naik 34,40 poin. Peningkatan keterampilan berpikir ilmiah siswa juga ditandai dengan peningkatan proses berpikir siswa. Pola siswa dalam memecahkan masalah setelah implementasi strategi pembelajaran fisika berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) adalah semakin memahami inti permasalahan, membuat rencana untuk memecahkan masalah, melaksanakan rencana pemecahan masalah yang telah dibuat, serta memeriksa kembali hasil penyelesaian masalah.

ABSTRACT

Wuriyudani, Hasri Arlin. 2015. *Implementation of Learning Strategy based on Hypothetical Learning Trajectory (HLT) to Increase Scientific Thinking Skill Students*. Essay, Physics Department Mathematics and Natural Sciences Faculty Semarang State University. First Supervisor Prof. Dr. Hartono, M.Pd. and Second Supervisor Dr. Sulhadi, M.Si.

Keyword: *Hypothetical Learning Trajectory (HLT)*, Scientific Thinking Skill, Temperature and Heat.

Scientific thinking skill is the thinking skill that can be improved in learning activity. The increased scientific thinking skill depend on language aspect, mathematics, and statistics. The increased of scientific thinking skill can be used to enhance the ability of verbal information, formulate cognitive strategies when solve a problem, and to improve the motoric skill in some activities. The implementation of learning strategy based on hypothetical learning trajectory can be expect to improve the scientific thinking skill of the students. Hypothetical Learning Trajectory (HLT) is the learning route or path of the students when they are solve a problem. The activities of Hypothetical Learning Trajectory (HLT) consists of learning goals, learning activities, hypothetical learning process, and teachers clarification. The result of research showed that the scientific thinking skill of the students can be increase after implementation physics learning strategy based on Hypothetical Learning Trajectory (HLT). The increase of scientific thinking included by result of the test and student thinking process at solve a problem. The increased of scientific thinking test includes by statistics aspect rise 56.25 points; mathematics aspect rise 52.92 points; and language aspect rise 34.40 points. The increased of scientific thinking skills be marked by students thinking process too. The students pattern at solve a problem after implementation physics learning strategy base on Hypothetical Learning Trajectory (HLT) are understand the core of problem, make a plan to solve the problem, do the problem solving plan that have been made, and re-examine the results of the problem.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Penegasan Istilah	6

2. LANDASAN TEORI	8
2.1 Hakekat Belajar	8
2.2 <i>Hypothetical Learning Trajectory</i> (HLT)	9
2.3 Berpikir Ilmiah	16
2.4 Suhu dan Kalor	22
2.5 Kerangka Berpikir	27
2.6 Kriteria Aspek Berpikir Ilmiah	29
3. METODE PENELITIAN	31
3.1 Desain Penelitian	31
3.2 Subjek dan Lokasi Penelitian	35
3.3 Variabel Penelitian	36
3.4 Metode Pengambilan Data	36
3.5 Instrumen Penelitian	40
3.6 Teknik Analisis Instrumen	43
3.7 Metode Analisis Data	45
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasi Penelitian	53
4.2 Pembahasan	57
5. PENUTUP	92
5.1 Simpulan	92
5.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	95

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan Chuang dan Simon tentang Alur Belajar	12
Tabel 2.2 Komponen Bahasa dan Kemampuan Bahasa Berdasarkan Pendekatan Diskret	19
Tabel 3.1 Kisi-Kisi Lembar Observasi Keterlaksanaan Strategi Pembelajaran Fisika Berbasis HLT	40
Tabel 3.2 Kisi-Kisi Lembar Observasi Aktivitas Siswa	41
Tabel 3.3 Kisi-kisi Pengukuran Aspek Berpikir Ilmiah	42
Tabel 3.4 Kriteria Validitas Butir Soal	43
Tabel 3.5 Kriteria Reliabilitas Butir Soal	44
Tabel 3.6 Kategori Rentang Skor	45
Tabel 3.7 Hasil Uji Normalitas Skor <i>Pretest-Posttest</i>	49
Tabel 4.1 Hasil Lembar Keterlaksanaan Strategi Pembelajaran	54
Tabel 4.2 Hasil Lembar Aktivitas Siswa	54
Tabel 4.3 Respon Siswa terhadap Implementasi Strategi Pembelajaran Fisika berbasis Hypothetical Learning Trajectory (HLT)	55
Tabel 4.4 Pola Berpikir Siswa Sebelum dan Sesudah Implementasi Strategi Pembelajaran berbasis <i>Hypothetical Learning Trajectory</i> (HLT)	8.4

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Pendekatan Analisis Sistem Kegiatan Belajar	9
Gambar 2.2 Ilustrasi Alur Belajar	13
Gambar 2.3 Proses perubahan wujud zat	25
Gambar 2.4 Grafik suhu-kalor dari fase padat menjadi fase gas.....	26
Gambar 2.5 Skema Kerangka Berpikir Penelitian	28
Gambar 2.6 Skema Ilmu dan Sarana Berpikir Ilmiah	29
Gambar 2.7 Skema Metode Berpikir Ilmiah	30
Gambar 3.1 <i>One-Group Pretest-Posttest Design</i>	32
Gambar 3.2 Desain Penelitian	34
Gambar 3.3 Kurva Normal Baku	47
Gambar 4.1 Peningkatan nilai rata-rata <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> aspek berpikir ilmiah	56
Gambar 4.2 Hasil penilaian lembar keterlaksanaan strategi pembelajaran HLT	61
Gambar 4.3 Perolehan skor lembar aktivitas siswa	66
Gambar 4.4 Hasil angket respon siswa terhadap implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT	69
Gambar 4.5 Persentase siswa menjawab tepat soal 16 <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	71
Gambar 4.6 Persentase siswa menjawab tepat soal 16 saat <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Daftar Nama dan Nilai Rapor Siswa Semester Gasal Kelas X MIA 6	96
Lampiran 2 Daftar Nama dan Nilai Rapor Siswa Semester Gasal Kelas X MIA 8	97
Lampiran 3 Daftar Pengelompokan Kelas X MIA 6	98
Lampiran 4 Daftar Pengelompokan Kelas X MIA 8	99
Lampiran 5 Daftar Kelompok Praktikum X MIA 6 dan X MIA 8	100
Lampiran 6 Daftar Nilai <i>Pretest</i> Keterampilan Berpikir Ilmiah	102
Lampiran 7 Daftar Nilai <i>Pretest</i> Kelompok Eksperimen	105
Lampiran 8 Uji Normalitas Skor <i>Pretest</i> Keterampilan Berpikir Ilmiah ..	106
Lampiran 9 Daftar Nilai <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Ilmiah	107
Lampiran 10 Daftar Nilai <i>Posttest</i> Kelompok Eksperimen	110
Lampiran 11 Uji Normalitas Skor <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Ilmiah	111
Lampiran 12 Analisis Uji t Skor <i>Pretest-Posttest</i> Keterampilan Berpikir Ilmiah	112
Lampiran 13 Penskoran Metode Observasi	113
Lampiran 14 Silabus Materi Suhu dan Kalor	116
Lampiran 15 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	118
Lampiran 16 Angket Respon Siswa terhadap Implementasi Strategi Pembelajaran Fisika berbasis HLT	138
Lampiran 17 Lembar Diskusi Siswa	140
Lampiran 18 Kunci Jawaban Lembar Diskusi Siswa	141

Lampiran 19 Lembar Praktikum Fisika Suhu dan Kalor	143
Lampiran 20 Rekapitulasi Validitas Soal Uji Coba	145
Lampiran 21 Soal Uji Coba <i>Pretest-Posttest</i> Suhu dan Kalor	146
Lampiran 22 Skor Validitas dan Reliabilitas Soal Uji Coba <i>Pretest- Posttest</i>	149
Lampiran 23 Lembar Keterlaksanaan Strategi Pembelajaran	153
Lampiran 24 Lembar Aktivitas Siswa	154
Lampiran 25 Soal <i>Pretest-Posttest</i> Suhu dan Kalor	155
Lampiran 26 Kunci Jawaban <i>Pretest-Posttest</i> Suhu dan Kalor	157
Lampiran 27 Penskoran <i>Pretest-Posttest</i> Suhu dan Kalor	162
Lampiran 28 Analisis Jawaban <i>Pretest-Posttest</i> Setiap Kelompok (Pola Berpikir Siswa)	172
Lampiran 29 Alur Belajar Hipotetik (<i>Hypothetical Learning Trajectory</i>)	209
Lampiran 30 Cuplikan Wawancara	229
Lampiran 31 Dokumentasi Penelitian	232

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ilmu merupakan bangunan pengetahuan yang tersusun secara sistematis dan diperoleh melalui penalaran ilmiah (Rachmat, 2011:248). Penalaran ilmiah merupakan suatu proses berpikir ilmiah dalam menarik suatu simpulan berupa pengetahuan. Ketika seorang individu ingin melakukan kegiatan berpikir ilmiah dengan baik, maka diperlukan sarana berpikir berupa bahasa, matematika dan statistika (Suriasumantri, 1988:167).

Bahasa merupakan alat komunikasi verbal yang dipakai dalam seluruh proses berpikir ilmiah untuk menyampaikan jalan pikiran kepada orang lain. Matematika mempunyai peran yang penting dalam berpikir deduktif (pengambilan kesimpulan berdasarkan premis yang kebenarannya telah ditentukan). Sedangkan statistika mempunyai peran penting dalam berpikir induktif (hasil kegiatan indrawi mengenai sesuatu bersifat khusus ke arah kesimpulan yang berlaku umum)

Proses perolehan ilmu berkaitan dengan kegiatan pembelajaran dan berlaku untuk setiap tingkatan individu tanpa terkecuali siswa. Salah satu karakteristik pembelajaran efektif adalah pembelajaran yang *memudahkan* siswa untuk belajar sesuatu yang bermanfaat seperti fakta, keterampilan, nilai, konsep, dan bagaimana hidup serasi dengan sesama (Dunney & Wragg, 1996:6).

Kata memudahkan tentu dapat memiliki arti berbeda bagi setiap pendidik yang dalam hal ini adalah guru. Guru bertindak sebagai pemimpin kegiatan pembelajaran, dan setiap guru memiliki karakter berbeda-beda dalam mengorganisasikan kelas. Pokok permasalahan yang sering dialami guru dalam menciptakan pembelajaran efektif adalah kegiatan pembelajaran yang tidak berfokus pada kemampuan berpikir setiap siswa dalam memecahkan suatu masalah. Proses pembelajaran dengan fokus memperhitungkan tingkat kemampuan berpikir siswa hanya sedikit diaplikasikan oleh guru. Sebagai contoh penanganan siswa yang memiliki kemampuan berpikir lebih tinggi dan kurang tinggi oleh beberapa guru dibuat sama. Padahal melalui observasi atau *pretest*, guru dapat dengan mudah mengetahui setiap tingkat kemampuan berpikir siswa.

Dengan mengetahui tingkat kemampuan berpikir siswa maka dapat diketahui proses pemecahan masalah yang dilalui siswa. Hal tersebut dapat membantu guru dalam mengetahui siswa mana saja yang harus didahulukan selama proses pembelajaran sehingga pembelajaran efektif di kelas dapat terwujud. Diperlukan terobosan baru dalam merancang strategi pembelajaran untuk menganalisis alur pemecahan masalah setiap siswa.

Hypothetical Learning Trajectory (HLT) merupakan suatu rute atau lintasan belajar yang didasari pada pemikiran untuk memilih disain pembelajaran khusus, sehingga hasil belajar terbaik akan tercapai. Pentingnya HLT dapat dianalogikan dengan perencanaan rute perjalanan. Jika seorang individu memahami rute menuju tujuan perjalanan, maka individu tersebut dapat dengan mudah mengatasi permasalahan yang hadapi selama perjalanan.

Penelitian tentang implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT telah banyak dilakukan sebelumnya, mulai dari jenjang pendidikan dasar yaitu Sekolah Dasar (SD), sampai jenjang pendidikan menengah yaitu Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan Sekolah Menengah Atas (SMA). Untuk jenjang pendidikan menengah, penelitian mengenai implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT baru menasar pada peningkatan aktivitas belajar, motivasi belajar, dan pemahaman konsep siswa, sedangkan untuk keterampilan berpikir ilmiah belum pernah dilakukan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka dalam penelitian ini penulis ingin menyelidiki ada tidaknya peningkatan keterampilan berpikir ilmiah siswa pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) setelah diimplementasikan strategi pembelajaran fisika berbasis HLT. Harapan dari keberhasilan penelitian ini akan diperoleh rangkaian pola berpikir siswa yang dapat digunakan oleh guru dalam memberikan materi pembelajaran sesuai alur belajar siswa sesungguhnya sehingga kegiatan pembelajaran dapat berjalan lebih baik dan lebih efektif.

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan masalah pada latar belakang, maka batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pokok bahasan adalah materi Suhu dan Kalor untuk SMA kelas X semester II. Materi ini dipilih karena selama proses pembelajaran, siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah seperti: aspek bahasa dalam menyampaikan konsep atau gagasan, keterampilan matematis dalam

mengolah angka, dan statistika dalam menginterpretasikan suatu data hasil percobaan atau pengukuran.

2. Implementasi strategi pembelajaran fisika berbasis HLT ditekankan pada upaya meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah siswa.
3. Komponen yang akan dikembangkan dan dideskripsikan dalam upaya meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah siswa adalah komponen sarana berpikir ilmiah berupa bahasa, matematika, dan statistika.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah yang telah dipaparkan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi strategi pembelajaran fisika berbasis HLT untuk meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah bagi siswa?
2. Bagaimana proses peningkatan keterampilan berpikir ilmiah siswa dalam strategi pembelajaran fisika berbasis HLT?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Mendeskripsikan implementasi strategi pembelajaran fisika berbasis HLT dalam meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah bagi siswa.
2. Mendeskripsikan proses peningkatan keterampilan berpikir ilmiah melalui strategi pembelajaran fisika berbasis HLT bagi siswa.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan bahwa strategi pembelajaran fisika berbasis HLT dapat meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah bagi siswa. Selain bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah, melalui implementasi strategi pembelajaran ini diharapkan gambaran mengenai proses berpikir, metode penyelesaian masalah, ataupun tingkatan-tingkatan berpikir yang dimiliki siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan dapat diperoleh, sehingga dapat dimanfaatkan guru dalam merencanakan kegiatan pembelajaran sesuai pola berpikir siswa.

1.5.2 Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Manfaat lain juga dikhususkan bagi guru, dosen, dan mahasiswa program studi kependidikan, serta bagi penelitian selanjutnya. Berikut adalah manfaat yang diharapkan dari pencapaian hasil penelitian.

- a. Bagi penulis diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pengalaman dalam merancang suatu kegiatan pembelajaran yang berlandaskan pada alur pemikiran setiap siswa, sehingga pembelajaran efektif dapat terwujud dan mengarah sesuai kebutuhan siswa.
- b. Bagi guru, dosen, dan mahasiswa program studi kependidikan, untuk memberikan sarana ide baru dalam pola pembelajaran dengan tidak hanya berfokus pada penyampaian materi namun juga berfokus pada kebutuhan setiap peserta didik itu sendiri.

- c. Bagi penelitian selanjutnya, dapat menjadi informasi awal untuk menindaklanjuti hal yang masih perlu diperdalam dan dikembangkan, baik dari sisi metodologi maupun implikasi penerapan strategi pembelajaran berbasis HLT dalam dunia kependidikan.

1.6 Penegasan Istilah

1.6.1 Berpikir Ilmiah

Berpikir ilmiah adalah pola penalaran berdasarkan sarana tertentu berupa bahasa, matematika (logika deduktif), dan statistika (logika induktif) secara teratur dan cermat. Sarana berpikir ilmiah ini dapat dikatakan sebagai faktor yang mempengaruhi tingkat keterampilan berpikir ilmiah setiap individu. (Suriasumantri, 1988:167).

1.6.2 *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)

Hypothetical Learning Trajectory (HLT) adalah sebuah alur belajar atau alur berpikir dari siswa yang memberikan petunjuk bagi guru untuk mencapai tujuan pembelajaran berdasarkan alur berpikir siswa dalam memecahkan suatu masalah. Alur belajar hipotetik terdiri atas tiga komponen utama yaitu: tujuan belajar untuk pembelajaran bermakna, sekumpulan tugas atau permasalahan untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, dan hipotesis tentang pola berpikir siswa. Karakteristik pembelajaran berbasis HLT adalah:

1. Sebelum pelaksanaan pembelajaran, guru terlebih dahulu menyusun:
 - Tujuan pembelajaran.
 - Tugas atau permasalahan untuk setiap tujuan pembelajaran.

- Dugaan-dugaan (hipotesis) alur berpikir siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan.
 - Pemberian bantuan oleh guru untuk setiap hipotesis siswa.
2. Pembelajaran berpusat pada siswa, dengan guru hanya sebagai pemberi materi awal, pemberi permasalahan, dan pengklarifikasi.
 3. Lebih menekankan pada pemberian masalah untuk dianalisis siswa baik secara individu maupun kelompok, dengan guru sebagai pemberi bantuan.
 4. Guru menganggap kemampuan siswa berbeda, sehingga siswa dengan tingkat kemampuan relatif rendah akan didahulukan selama proses pembelajaran.

1.6.3 Strategi Pembelajaran Fisika berbasis HLT untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Ilmiah Siswa

Strategi pembelajaran merupakan perpaduan dari urutan kegiatan, cara mengorganisasikan materi pelajaran, peralatan dan bahan, serta alokasi waktu yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan (Suparman, 1997:157). Definisi HLT sendiri sudah mencakup dalam konsep strategi pembelajaran, hal ini karena HLT terdiri dari serangkaian kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran, namun lebih berfokus pada alur berpikir siswa.

Berdasarkan uraian tersebut maka strategi pembelajaran berbasis HLT untuk meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah siswa merupakan suatu rangkaian kegiatan pembelajaran dengan menerapkan pola atau alur berpikir siswa sebagai proses berlangsungnya pembelajaran untuk meningkatkan aspek bahasa, matematika, dan statistika.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Hakekat Belajar

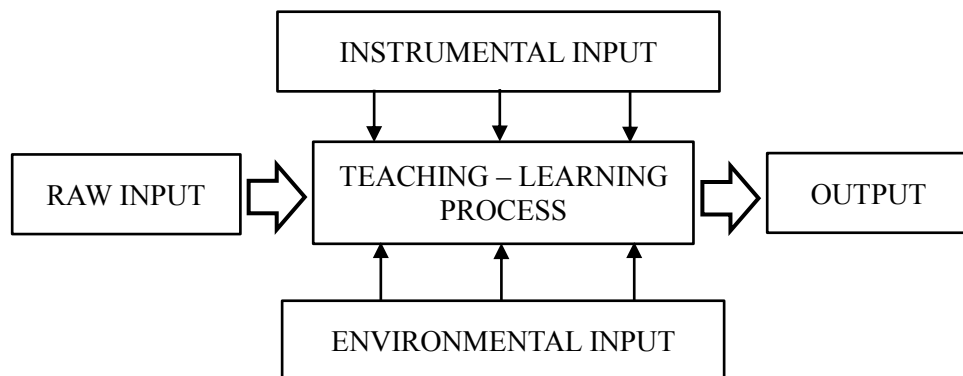
2.1.1 Definisi Belajar

Menurut Morgan, belajar adalah setiap perubahan yang relatif menetap dalam tingkah laku yang terjadi sebagai suatu hasil dari latihan atau pengalaman. Sedangkan menurut Witherington, belajar adalah suatu perubahan di dalam kepribadian yang menyatakan diri sebagai suatu pola baru dari reaksi yang berupa kecakapan, sikap, kebiasaan, kepandaian, atau suatu pengertian (Purwanto, 2010:84).

2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Proses dan Hasil Belajar

Untuk memahami kegiatan yang disebut “belajar”, perlu dilakukan analisis dalam menemukan persoalan-persoalan apa yang terlibat di dalam kegiatan belajar itu. Belajar merupakan suatu proses, dan sebagai suatu proses maka harus ada yang diproses dan hasil dari pemrosesan sehingga kegiatan belajar dalam hal ini dapat dianalisis dengan pendekatan analisis sistem seperti dalam Gambar 2.1.

Di dalam proses belajar mengajar di sekolah, maka yang dimaksud *raw input* atau masukan mentah adalah siswa yang memiliki karakteristik tertentu baik fisiologis (kondisi fisik, panca indera) maupun psikologis (minat, tingkat kecerdasan, bakat, motivasi, kemampuan kognitif).



Gambar 2.1 Pendekatan Analisis Sistem Kegiatan Belajar

Sedangkan *instrumental input* atau faktor yang sengaja dirancang dan dimanipulasikan adalah kurikulum atau bahan pelajaran, guru yang memberikan pengajaran, sarana dan fasilitas, serta manajemen yang berlaku di sekolah. Di dalam keseluruhan siswa maka *instrumental input* merupakan faktor yang sangat penting dan paling menentukan bagaimana proses belajar mengajar itu akan terjadi di dalam diri si pelajar (Purwanto, 2010: 84-107).

2.2 *Hypothetical Learning Trajectory (HLT)*

2.2.1 *Pengertian Hypothetical Learning Trajectory (HLT)*

Menurut David sebagaimana dikutip Sejaya (2008:126), dalam proses pembelajaran terdapat arti strategi pembelajaran. Strategi pembelajaran sebagai perencanaan yang berisi tentang rangkaian kegiatan yang didisain untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu. Sedangkan berdasarkan fungsinya istilah strategi mengajar (pembelajaran) merupakan “taktik” yang digunakan guru dalam melaksanakan proses belajar mengajar agar dapat mempengaruhi para siswa

(peserta didik) untuk mencapai tujuan pembelajaran secara lebih efektif dan efisien (Sudjana, 1988: 60).

Teori Piaget telah banyak berpengaruh terhadap desain pembelajaran. Pembelajaran yang berorientasi pada guru berubah menjadi berorientasi pada siswa. Hal ini berarti bahwa faktor siswa menjadi hal yang utama dan harus diperhatikan dalam membuat suatu desain pembelajaran. Sebagai contoh alur pembelajaran harus dirancang sesuai dengan alur belajar siswa (*learning trajectory*).

Istilah alur belajar adalah pertama kali digunakan oleh Simon yaitu *hypothetical learning trajectory* (HLT). Menurut Simon (1995:136) dalam Jurnal Internasional “*Reconstructing Mathematics Pedagogy From A Constructivist Perspective*” :

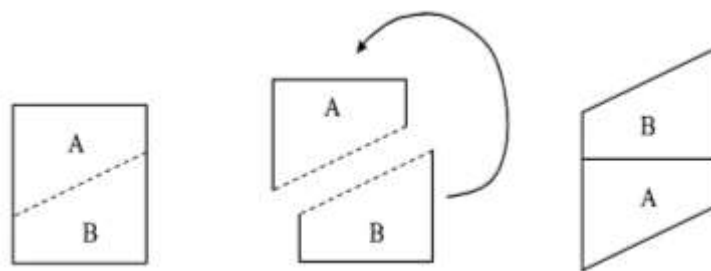
“The hypothetical learning trajectory is made up of three components: the learning goal that defines the direction, the learning activities, and the hypothetical learning process a prediction of how the students' thinking and understanding will evolve in the context of the learning activities”

Menurut Simon alur belajar yang bersifat hipotetik atau alur belajar hipotetik terdiri atas tiga komponen utama yaitu: *tujuan belajar* untuk pembelajaran bermakna, *sekumpulan tugas* untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, dan *hipotesis* tentang bagaimana peserta didik belajar dan bagaimana peserta didik berpikir. Tujuan belajar yang dimaksudkan di sini dapat berupa memahami suatu konsep atau memecahkan suatu permasalahan. Simon pertama kali menggunakan alur belajar hipotetik untuk mendesain suatu pembelajaran singkat yang meliputi satu atau dua kali pertemuan. Sedangkan menurut Chuang-Yih Chen dalam “A

Hypothetical Learning Trajectory of Arguing Statements About Geometric Figures”:

“The learning trajectory is made up of three components: the learning goals, the learning activities, and the hypothetical learning process“.

Menurut Chuang-Yih Chen alur belajar terdiri atas tiga komponen yaitu tujuan-tujuan belajar (*the learning goals*), aktivitas belajar (*the learning activities*) dan proses belajar hipotetik (*hypothetical learning process*). Chuang-, menerapkan alur belajar dalam pemecahan masalah dan lebih melihat alur belajar sebagai barisan aktivitas atau proses. Masalah yang diangkat oleh Chuang-Yih Chen adalah sebagai berikut:



Gambar paling kiri adalah persegi. Potong sepanjang garis putus-putus dan tempatkan B di atas A seperti pada gambar paling kanan.

Barbara memperhatikan gambar paling kanan dan mengatakan bahwa panjang dari keempat sisi dari segiempat tersebut adalah sama, jadi bangun tersebut adalah belah ketupat. (Kemudian responden diminta untuk memberikan komentar terhadap pernyataan Barbara)

Penelitian yang dilakukan Chuang mengambil subjek pada siswa kelas sembilan. Para responden diminta untuk memberikan komentar atau penilaian terhadap pernyataan Barbara beserta alasannya. Penelitian tersebut menggunakan data kuantitatif, dan ditemukan beberapa alur belajar berupa proses belajar yang

bersifat hipotetik tentang bagaimana responden mengomentari pernyataan tersebut lengkap dengan alasannya (Chuang- Yih Chen, 2002). Komponen-komponen definisi yang dikemukakan oleh Simon dan definisi yang dikemukakan oleh Chuang- Yih Chen dapat dibandingkan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Perbandingan Chuang dan Simon tentang Alur Belajar

No	Komponen definisi menurut Martin A. Simon	Komponen definisi menurut Chuang- Yih Chen
1.	Tujuan-tujuan belajar (<i>goals for meaningful learning</i>)	Tujuan-tujuan belajar (<i>the learning goals</i>)
2.	Sekumpulan tugas untuk mencapai tujuan. (<i>a set of tasks</i>)	Aktivitas belajar (<i>the learning activities</i>)
3.	Suatu hipotesis tentang bagaimana anak belajar dan bagaimana anak berpikir. (<i>a hypothesis about students' thinking and learning</i>)	Proses belajar yang bersifat Hipotesis (<i>the hypothetical learning process</i>)

Menurut Hadi dalam artikel *Adapting European Curriculum Material For Indonesian Schools*, alur belajar hipotetik adalah dugaan seorang desainer mengenai kemungkinan alur belajar yang terjadi di kelas pada saat merancang pembelajaran. Karena bersifat hipotetik tentu tidak selalu benar. Pada kenyataannya memang banyak salah karena apa yang terjadi di kelas sering tak terduga. Setelah desainer melakukan uji coba, diperoleh alur pembelajaran yang sebenarnya, itulah yang disebut dengan alur belajar. Pada siklus pembelajaran berikutnya alur belajar tadi dapat dijadikan sebagai sebuah alur belajar hipotetik yang baru.

Selanjutnya, Soedjadi memberikan sebuah ilustrasi menarik tentang alur belajar (*learning trajectory*) seperti pada Gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.2 Ilustrasi Alur Belajar

Secara umum perkembangan kemampuan kognitif anak mulai dengan hal yang konkrit secara bertahap mengarah ke hal yang abstrak. Bagi setiap anak perjalanan dari konkrit ke abstrak dapat saja berbeda, ada yang cepat dan ada yang lamban sekali. Bagi yang cepat mungkin tidak memerlukan banyak tahapan, tetapi bagi yang tidak cepat, tidak mustahil perlu melalui banyak tahapan. Dengan demikian bagi setiap anak mungkin saja memerlukan *learning trajectory* atau alur belajar yang berbeda (Soedjadi, 2007:31).

Alur belajar hipotetik adalah suatu dugaan tentang rangkaian aktivitas yang dilalui anak dalam memecahkan suatu masalah atau memahami suatu konsep. Sedangkan alur belajar adalah suatu rangkaian aktivitas yang secara aktual dilalui anak dalam memecahkan suatu masalah atau memahami suatu konsep. Dalam mengungkap alur belajar maka terlebih dahulu dirumuskan alur belajar hipotesis.

Ketika pelaksanaan atau uji coba alur belajar hipotetik mungkin mengalami beberapa perubahan atau perbaikan. Alur yang diperoleh berdasarkan beberapa revisi tersebut itulah yang disebut dengan alur belajar. Jadi alur belajar merupakan hasil revisi terhadap alur belajar hipotetik berdasarkan peristiwa-peristiwa yang terjadi pada saat pembelajaran berlangsung (Nurdin, 2011:4-5).

2.2.2 Manfaat Alur Belajar (*Learning Trajectory*)

Sebelum menentukan langkah-langkah yang akan ditempuh dalam pembelajaran atau pemecahan masalah, guru seharusnya memiliki terlebih dahulu informasi tentang pengetahuan prasyarat, strategi berpikir yang digunakan anak, level berpikir yang mereka tunjukkan dan bagaimana variasi aktivitas yang dapat menolong mereka mengembangkan pemikiran yang dibutuhkan untuk tujuannya tersebut. Semuanya termuat dalam alur belajar hipotetik.

Informasi-informasi itu dapat diperoleh melalui observasi, *pretest*, atau penilaian lain. Berdasarkan observasi, penilaian, dan informasi lain yang telah dikumpulkan, guru dapat mengetahui alur belajar ataupun tingkat berpikir yang dimiliki anak saat itu. Dengan mengetahui level dan alur pikir yang dimiliki anak, maka guru dapat mengetahui siswa mana yang harus didahulukan dalam proses pembelajaran.

Sebuah alur belajar memberikan petunjuk bagi guru untuk menentukan dan merumuskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Selanjutnya guru dapat membuat keputusan-keputusan tentang langkah-langkah strategi yang akan digunakan untuk merencanakan kegiatan pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Memformulasikan suatu alur belajar hipotetik dapat didasarkan pada salah satu jenis sumber seperti: konjektur tanpa data empirik, eksperimen atau pengalaman mengajar, *pretest* dan *posttest*, *interview* atau protokol tertulis dari beberapa pertanyaan, analisis tugas terstruktur dan seterusnya. Dalam proses memformulasikan alur belajar hipotetik, tujuan belajar (*learning goals*) dapat

diuraikan dalam sub-sub tujuan (*subgoals*), sedangkan proses belajar disusun berdasarkan data empirik. Jika tujuan belajar (*learning goals*) dapat dikorelasikan dengan proses belajar akan mempermudah seorang guru dalam menyusun kerangka kerja untuk mendesain pembelajaran dan penilaian.

Simon memberikan ilustrasi bahwa pada awalnya seorang individu mungkin merencanakan pelayaran atau perjalanan dari suatu tempat ke tempat lain. Mungkin keseluruhan atau hanya sebagian saja. Dalam rencana pelayaran, individu tersebut harus secara konstan melakukan penyesuaian terhadap kondisi-kondisi yang ditemui. Oleh karena itu individu tersebut harus terus menerus berusaha untuk memperoleh pengetahuan tentang pelayaran, tentang kondisi-kondisi yang ada, dan tentang wilayah-wilayah yang ingin dikunjungi. Berdasarkan hal tersebut dapat dimungkinkan jika individu tersebut mengubah rencana berkenaan dengan tujuan-tujuan perjalanan.

Individu tersebut memodifikasi rute perjalanan sebagai hasil interaksi dengan orang-orang yang ditemui sepanjang perjalanan. Mungkin menambahkan tujuan-tujuan baru yang sebelum perjalanan tidak dikenal. Alur yang secara aktual dilalui individu tersebutlah yang disebut dengan alur perjalanan. Alur yang dirubah seorang individu pada titik tertentu dalam perjalanan itulah yang disebut disebut alur yang hipotetik.

Berdasarkan ilustrasi yang digambarkan oleh Simon, maka alur belajar memberikan gambaran secara utuh tentang apa yang terjadi atau yang seseorang temui, daerah yang disinggahi sepanjang perjalanan. Dengan demikian dalam pemecahan masalah sebuah alur belajar akan memberikan gambaran tentang

pengetahuan prasyarat yang telah dimiliki peserta didik (sebagai titik *start*) dan setiap langkah dari satu titik ke titik berikutnya menggambarkan proses berpikir yang peserta didik gunakan, metode yang dipakai, ataupun tingkatan berpikir.

2.3 Berpikir Ilmiah

2.3.1 Pengertian Berpikir Ilmiah

Pengetahuan mampu dikembangkan manusia disebabkan dua hal utama. Pertama, manusia mempunyai bahasa yang mampu mengkomunikasikan informasi dan jalan pikiran yang melatarbelakangi informasi tersebut. Kedua, kemampuan berpikir menurut suatu alur kerangka berpikir tertentu. Secara garis besar cara berpikir seperti ini disebut penalaran (Suriasumantri, 1988: 40-42).

Penalaran merupakan operasi intelek ketiga. Dalam operasi ketiga ini, intelek tidak hanya berhenti pada konsep, proporsi, dan penilaian atau keputusan, melainkan juga menghasilkan pengetahuan baru berdasarkan atas pengetahuan yang telah dicapai. Dengan kata lain, penalaran adalah proses berpikir untuk menarik kesimpulan berupa pengetahuan baru (Rachmat, 2011:248).

Penalaran berkaitan erat dengan proses berpikir. Hal ini karena berpikir adalah pola dari suatu penalaran. Berpikir ilmiah dapat dikelompokkan sebagai hasil belajar melalui pengembangan sarana berpikir seperti bahasa, matematika, dan statistika. Berdasarkan uraian tersebut maka pengertian berpikir ilmiah adalah pola penalaran berdasarkan sarana tertentu berupa bahasa, matematika (logika deduktif), dan statistika (logika induktif) secara teratur dan cermat (Suriasumantri, 1988:167).

2.3.2 Manfaat Berpikir Ilmiah

Berpikir ilmiah merupakan suatu pemikiran atau tindakan seorang manusia yang menggunakan dasar-dasar dan ilmu tertentu. Sehingga ide tersebut dapat diterima orang lain. Berpikir ilmiah juga harus melalui proses yang panjang dan benar karena akan menyangkut kebenaran.

Sebagai manusia yang ingin selalu menjadi terbaik, seorang individu harus selalu menggunakan pemikiran ilmiah dalam setiap menyampaikan pendapat kepada orang sekitar sehingga pendapat tersebut tidak berupa omong kosong belaka. Seorang individu yang mampu menerapkan konsep berpikir ilmiah akan mampu meningkatkan kemampuan informasi verbal berupa keterampilan mengungkapkan gagasan melalui menulis (*written*) atau lisan (*oral*), meningkatkan keterampilan intelektual, merumuskan strategi kognitif dalam pemecahan masalah, dan mampu meningkatkan keterampilan motoris dalam suatu kegiatan, misalnya praktikum. Manfaat lain dari berpikir ilmiah adalah:

- a. Tidak mudah percaya terhadap sesuatu hal yang belum jelas kebenarannya.
- b. Pendapat yang diberikan akan dapat dipercaya dan diterima orang lain.
- c. Dalam proses pemecahan masalah tidak dengan emosi.

2.3.4 Sarana Berpikir Ilmiah

Agar kegiatan berpikir ilmiah dapat dilakukan dengan baik maka diperlukan sarana berupa bahasa, matematika, dan statistika. (Suriasumantri, 1988:167).

a. Bahasa

Bahasa berfungsi sebagai alat komunikasi untuk menyampaikan jalan pikiran seluruh proses berpikir ilmiah. Yang dimaksud bahasa disini adalah bahasa ilmiah yang merupakan sarana komunikasi ilmiah yang ditujukan untuk menyampaikan informasi yang berupa pengetahuan. Bahasa ilmiah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Lugas dan eksak karena menghindari kesamaran dan ketaksaan;
2. Memberikan definisi yang cermat tentang nama, sifat dan kategori yang diselidikinya untuk menghindari kesimpangsiuran;
3. Cenderung membakukan makna kata-katanya, ungkapannya dan gaya paparannya berdasarkan konvensi.
4. Bercorak hemat, hanya kata yang diperlukan yang dipakai;
5. Bentuk, makna dan fungsinya lebih mantap dan stabil daripada yang dimiliki kata biasa (Moeliono, 1998: 8-9).

Manusia dapat berpikir dengan baik karena dia mempunyai bahasa. Tanpa bahasa maka manusia tidak dapat berpikir secara rumit dan abstrak seperti apa yang dilakukan dalam kegiatan ilmiah. Demikian juga tanpa bahasa maka manusia tidak dapat mengkomunikasikan pengetahuan kepada orang lain.

Dalam melakukan penilaian kemampuan berbahasa terdapat beberapa aspek penilaian seperti aspek menyimak, berbicara, membaca, dan menulis. Namun dalam proses penilaian sarana berpikir ilmiah, lebih ditekankan pada aspek menulis. Hal ini karena untuk pengambilan data dari setiap peserta didik diperlukan tingkat ketelitian yang tinggi sehingga tidak memungkinkan bila

semua aspek ikut dalam penilaian kemampuan berbahasa. Sedangkan penilaian berbahasa aspek menulis ini menggunakan pendekatan diskret sesuai Tabel 2.2.

Pendekatan diskret dalam tes bahasa didasarkan atas paham linguistik struktural yang menganggap bahasa sebagai sesuatu yang terdiri dari bagian-bagian yang tertata menurut struktur tertentu. Tes dengan pendekatan diskret ditujukan untuk mengukur satu kemampuan dari komponen bahasa yang dalam penelitian ini adalah kemampuan menulis (Djiwandono, 2008: 17-30).

Tabel 2.2 Komponen Bahasa dan Kemampuan Bahasa Berdasarkan Pendekatan Diskret

Komponen Bahasa	Kemampuan Bahasa			
	Menyimak	Berbicara	Membaca	Menulis
Bunyi Bahasa	+	+	+	-
Struktur Bahasa	+	+	+	+
Kosakata	+	+	+	+
Kelancaran Berbahasa	+	+	+	+

Keterangan:

(+) : digunakan

(-) : tidak digunakan

b. Matematika dan Logika Deduktif

Matematika mempunyai peranan penting dalam berpikir deduktif sehingga mudah diikuti dan dilacak kembali kebenarannya. Cara berpikir deduktif adalah cara berpikir di mana dari pernyataan yang bersifat umum ditarik kesimpulan yang bersifat khusus. Penarikan kesimpulan secara deduktif biasanya mempergunakan pola berpikir yang dinamakan silogismus. Silogismus disusun dari dua buah pernyataan dan sebuah kesimpulan (Suriasumantri, 1988: 48-49).

Matematika adalah bahasa yang melambangkan serangkaian makna dari pernyataan yang ingin disampaikan. Lambang-lambang matematika bersifat

“artifisial” yang baru mempunyai arti setelah sebuah makna diberikan padanya. Matematika mengembangkan bahasa numerik yang memungkinkan seseorang untuk melakukan pengukuran secara kuantitatif. Sifat kuantitatif dari matematika ini meningkatkan daya prediktif dan kontrol ilmu. Ilmu memberikan jawaban yang lebih bersifat eksak yang memungkinkan pemecahan secara lebih tepat dan cermat (Suriasumantri 1998: 46-193).

Peranan matematika sebagai penunjang sarana berfikir ilmiah terdiri dari 10 kemampuan, yaitu: dalam menggunakan algoritma, melakukan manipulasi secara matematika, mengorganisasikan data, memanfaatkan simbol, tabel dan grafik; mengenal dan menemukan pola, menarik kesimpulan, membuat kalimat atau model matematika, memahami pengukuran dan satuannya, serta menggunakan alat hitung dan alat bantu matematika seperti kalkulator (Suherman, 1995: 56).

Dari 10 alat peranan matematika sebagai sarana berpikir ilmiah yang telah dijabarkan, maka proses penilaian berpikir ilmiah komponen matematika-logika deduktif didasarkan pada pemecahan masalah. Tes kemampuan pemecahan masalah matematis menuntut siswa untuk memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian, melaksanakan penyelesaian dan mengecek kembali yang meliputi pembuktian jawaban itu benar dan menyimpulkan hasil jawaban. Penilaian untuk setiap butir soal tes kemampuan pemecahan masalah matematis mengacu pada penilaian atau penskoran holistik yaitu mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, menerapkan strategi untuk menyelesaikan masalah, menjelaskan dan menginterpretasikan hasil (Fauzan, 2011:15).

c. Statistika dan Logika Induktif

Statistika mempunyai peranan penting dalam berpikir induktif untuk mencari konsep-konsep yang berlaku umum. Induksi merupakan cara berpikir di mana ditarik suatu kesimpulan yang bersifat umum dari berbagai kasus yang bersifat individual. Penalaran secara induktif dimulai dengan mengemukakan pernyataan-pernyataan yang mempunyai ruang lingkup yang khas dan terbatas dalam menyusun argumentasi yang diakhiri dengan pernyataan yang bersifat umum (Suriasumantri, 1988: 48).

Dalam arti sempit statistika dapat diartikan sebagai data, tetapi dalam arti luas statistika dapat diartikan sebagai alat. Alat untuk analisis, dan alat untuk membuat keputusan. Statistik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu statistik deskriptif dan statistik inferensial (Sugiyono, 2010: 21). Statistik deskriptif adalah statistik yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya. Terdapat beberapa cara penyajian data dalam statistik deskriptif, yaitu tabel, grafik, diagram, dan *pictogram*.

Berdasarkan prinsip penyajian data dalam statistik deskriptif, maka dalam proses penilaian sarana berpikir ilmiah komponen statistika-logika induktif diperoleh beberapa indikator penilaian. Berikut adalah indikator komponen statistika dalam pengukuran keterampilan berpikir ilmiah:

1. Mengidentifikasi nilai yang ditampilkan pada tabel, grafik atau diagram.
2. Menyiapkan data dalam bentuk grafik.

2.4 Suhu dan Kalor

2.4.1 Suhu

Suhu didefinisikan sebagai suatu besaran fisika yang dimiliki bersama antara dua benda atau lebih yang berada dalam kesetimbangan termal. Bila sebuah benda dipanaskan atau didinginkan, sebagian dari sifat fisis benda berubah. Sifat fisis yang berubah terhadap temperatur dinamakan sifat termometrik. Contoh sifat termometrik adalah sebagian besar dari padatan atau cairan akan memuai bila dipanaskan. Sifat termometrik inilah yang dapat digunakan untuk menetapkan skala temperatur dan membentuk sebuah termometer.

2.4.2 Pemuaiian (Ekspansi Termal)

Bila suhu benda naik, maka sebagian besar benda akan mengalami pemuaiian. Bila temperatur berubah dengan ΔT , perubahan panjang ΔL akan sebanding dengan ΔT dan panjang mula-mula L :

$$\Delta L = \alpha L \Delta T \quad (2.1)$$

dengan α adalah koefisien muai linear. Koefisien muai untuk padatan dan cairan biasanya tidak banyak berubah dengan tekanan tetapi dapat berubah dengan temperatur. Koefisien muai volume β didefinisikan sebagai rasio fraksi perubahan volume terhadap perubahan suhu (pada tekanan konstan). Besarnya nilai koefisien volume adalah 3 kali koefisien muai linear. Seperti α, β untuk padatan atau cairan biasanya tidak berubah terhadap tekanan tetapi berubah terhadap suhu.

2.4.3 Kalor

Kalor adalah energi yang berpindah dari benda dengan suhu yang lebih tinggi ke benda dengan suhu yang lebih rendah ketika kedua benda disentuh. Istilah “kalor” selalu mengacu pada energi yang berpindah dari satu benda ke benda lainnya. Begitu proses perpindahan energi ini berhenti, maka istilah kalor tidak lagi memiliki arti. Jumlah energi yang dipindahkan dari sistem ke lingkungan akibat perbedaan suhu ini diberi simbol Q . Perpindahan kalor masuk ke dalam sistem atau dalam hal ini sistem menyerap kalor, maka nilai Q diberi tanda *positif*. Sedangkan perpindahan kalor keluar sistem atau dikatakan sistem melepas kalor, maka nilai Q diberi tanda *negatif*.

1. Kapasitas Kalor dan Panas Jenis

Ketika energi panas ditambahkan pada suatu zat, maka suhu zat itu tentu akan naik (kecuali pada saat perubahan fasa, misalnya bila air membeku atau menguap). Banyaknya kalor (Q) yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat adalah sebanding dengan perubahan temperatur (ΔT) dan massa zat tersebut

$$Q = C \cdot \Delta T = mc \Delta T \quad (2.2)$$

dengan C merupakan kapasitas kalor zat yang didefinisikan sebagai energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur suatu zat dengan satu derajat panas jenis c adalah kapasitas panas per satuan massa.

$$c = \frac{C}{m} \quad (2.3)$$

Berdasarkan persamaan tersebut, maka satuan kalor jenis suatu zat adalah joule/kg K (J/kg K).

2. Kalor Laten

Ketika sejumlah kalor ditambahkan pada suatu zat maka akan menyebabkan kenaikan suhu pada zat tersebut. Perubahan suhu ini diakibatkan oleh jumlah kalor pada zat yang berbeda. Selama perubahan wujud zat, kalor yang diterima atau dilepas oleh zat tidak digunakan untuk menaikkan suhu tetapi digunakan untuk mengubah wujud. Kalor yang digunakan untuk mengubah wujud ini seakan-akan tersembunyi, karena itu kalor ini disebut kalor laten (tersembunyi). Besarnya kalor yang diperlukan pada perubahan wujud dinyatakan oleh persamaan berikut.

$$Q = m \cdot L \quad (2.4)$$

dengan L merupakan kalor laten satuan J/kg , m adalah massa zat satuan kg , dan Q adalah jumlah kalor satuan joule.

3. Azas Black

Jika air panas dicampur dengan air dingin, maka diperoleh air dengan kondisi hangat. Dalam pencampuran ini tentulah air panas melepaskan energi sehingga suhunya turun, sebaliknya air dingin menerima kalor sehingga suhunya naik. Jika pertukaran kalor hanya terjadi antara air panas dan air dingin maka hal ini sesuai dengan Hukum kekekalan Energi atau dikenal dengan Azas Black. Azas Black adalah suatu prinsip dalam termodinamika yang dikemukakan oleh Joseph Black. Azas ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Jika dua benda yang mempunyai suhu berbeda didekatkan sehingga terjadi kontak termis, maka zat yang suhunya lebih tinggi akan melepaskan kalor sama

banyaknya dengan kalor yang diserap oleh zat yang suhunya lebih rendah sehingga suhu akhir kedua benda setelah kesetimbangan termis adalah sama.

2. Jumlah kalor yang diterima benda bersuhu lebih rendah, sama dengan jumlah kalor yang diberikan benda bersuhu lebih tinggi

Bunyi Azas Black adalah sebagai berikut:

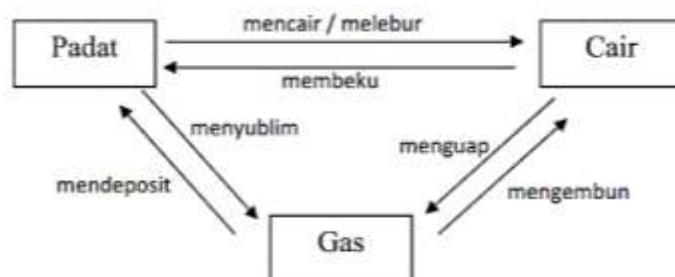
“Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat bersuhu tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang bersuhu rendah”

Secara umum rumus Azas Black adalah:

$$Q_{\text{terima}} = Q_{\text{lepas}} \quad (2.5)$$

2.4.4 Perubahan Wujud Zat

Setiap benda atau zat dapat berubah dari satu wujud (padat, cair, dan gas) ke wujud lain akibat adanya kalor. Perubahan fisika adalah perubahan zat yang bersifat sementara, seperti perubahan wujud, bentuk atau ukuran. Yang dimaksud perubahan sementara adalah, bahwa zat tersebut akan kembali ke wujudnya semula dan tidak menghasilkan zat baru. Proses perubahan wujud pada suatu benda sesuai Gambar 2.3 berikut.

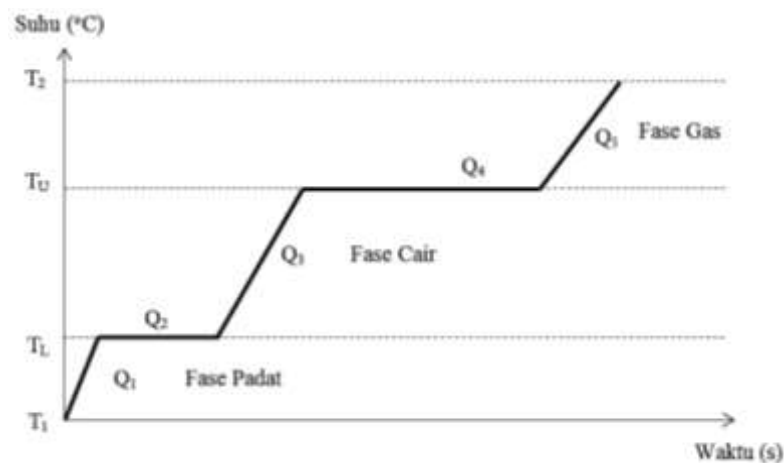


Gambar 2.3 Proses perubahan wujud zat

Pada proses mencair (melebur), menguap, dan menyublim, zat membutuhkan sejumlah kalor, yang artinya ada perpindahan kalor dari lingkungan kepada zat dan kalor itu sendiri digunakan untuk merubah wujud dari padat menjadi cair, atau dari cair menjadi gas, atau dari padat menjadi gas. Pada proses membeku, mengembun, dan mendeposit, zat melepaskan sejumlah kalor, yang artinya ada perpindahan kalor dari zat kepada lingkungan pada saat terjadinya perubahan wujud (Tipler, 1998: 561-605).

2.4.5 Grafik Suhu Terhadap Kalor

Pada uraian ini akan ditinjau suatu benda dalam keadaan padat dengan suhu T_1 dan akan diubah menjadi fase gas dengan suhu T_2 . Proses perubahan benda dari fase padat ke fase gas dapat dijelaskan dengan grafik suhu terhadap kalor sebagai berikut:



Gambar 2.4 Grafik suhu-kalor dari fase padat menjadi fase gas

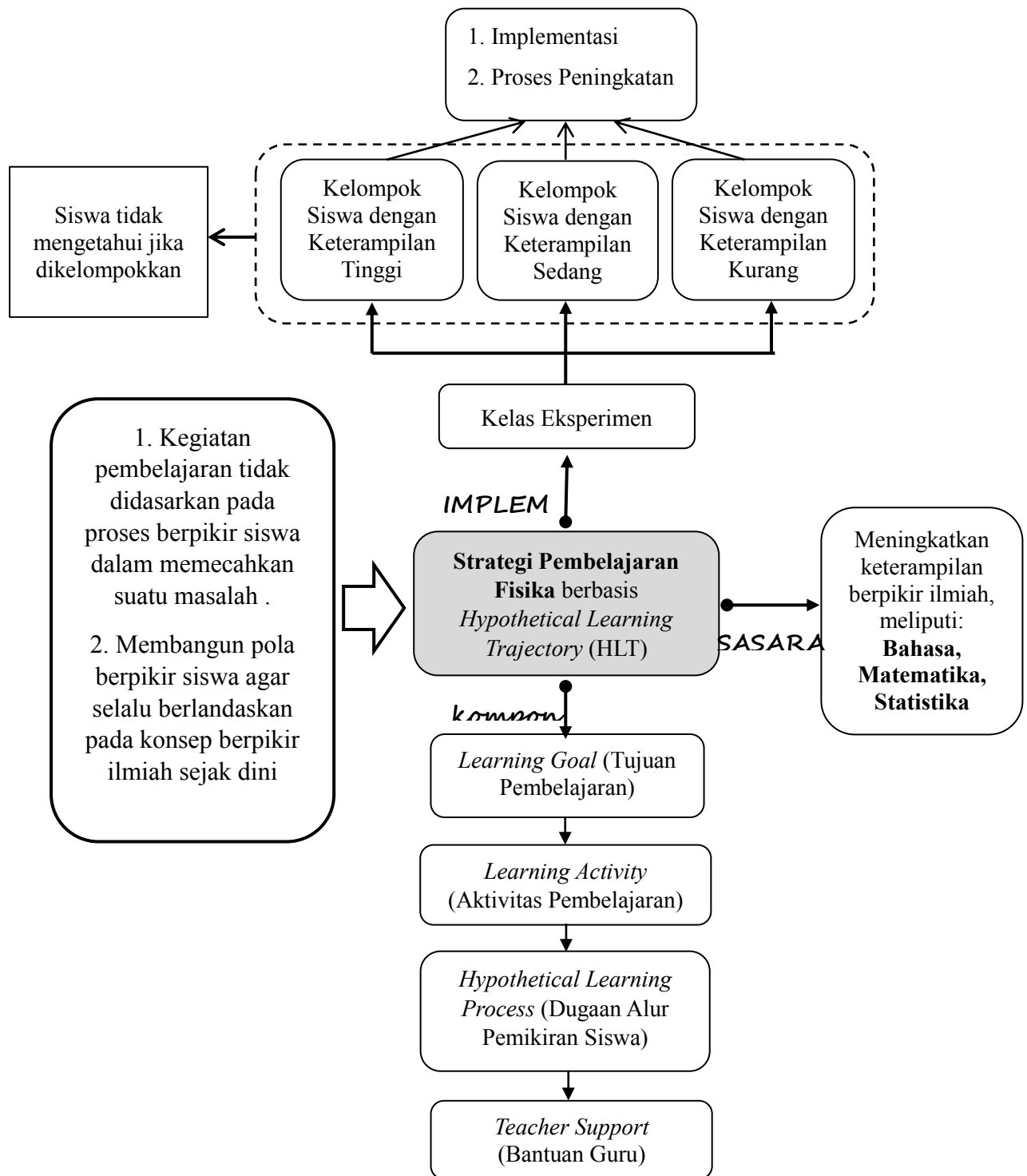
Pada awalnya suhu benda dapat dinaikkan sampai mencapai suhu leburnya T_L dengan menambahkan sejumlah panas Q_1 , setelah mencapai suhu T_L terus ditambahkan panas Q_2 sehingga benda melebur pada suhu T_L . Setelah benda

berubah wujud menjadi cair kemudian suhunya dinaikkan hingga T_U dengan menambahkan panas sejumlah Q_3 . Pada kondisi ini ditambahkan panas sejumlah Q_4 sehingga benda berubah wujud menjadi uap pada suhu T_U . Setelah kondisi uap tercapai, suhu dinaikkan sampai mencapai suhu T_2 dengan menambahkan panas sejumlah Q_5 . Dari keseluruhan proses tersebut dapat diketahui jumlah panas yang diperlukan selama proses perubahan fase berlangsung (Suliyannah, 2004: 63-64).

2.5 Kerangka Berpikir

Dalam kegiatan belajar mengajar, sering sekali guru tidak memperhatikan bagaimana pola berpikir siswa dalam menghasilkan suatu jawaban terhadap suatu masalah. Kegiatan pembelajaran ini tentu hanya berfokus pada pemberian materi sehingga level berpikir siswa dianggap sama atau setara. Hal ini berarti siswa dengan kemampuan tinggi mendapat perlakuan yang sama dengan siswa berkemampuan rendah sehingga menyebabkan siswa dengan kemampuan rendah semakin tidak dapat berkembang dan tetap menjadi yang tertinggal.

Merumuskan alur belajar siswa menjadi kegiatan penting dalam pelaksanaan proses pembelajaran. Jika guru mengetahui alur berpikir atau alur belajar siswa maka guru dapat memberikan bantuan berupa klarifikasi pada siswa tersebut. Berikut adalah skema kerangka berpikir penelitian:



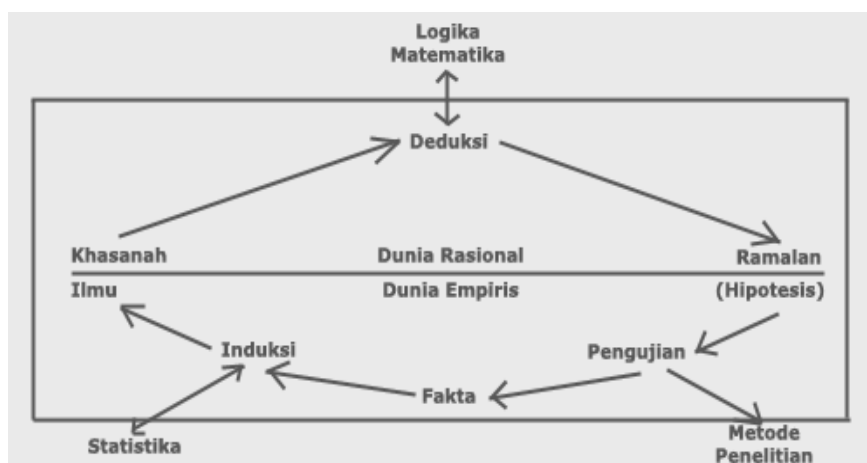
Gambar 2.5 Skema Kerangka Berpikir Penelitian

2.6 Kriteria Aspek Berpikir Ilmiah

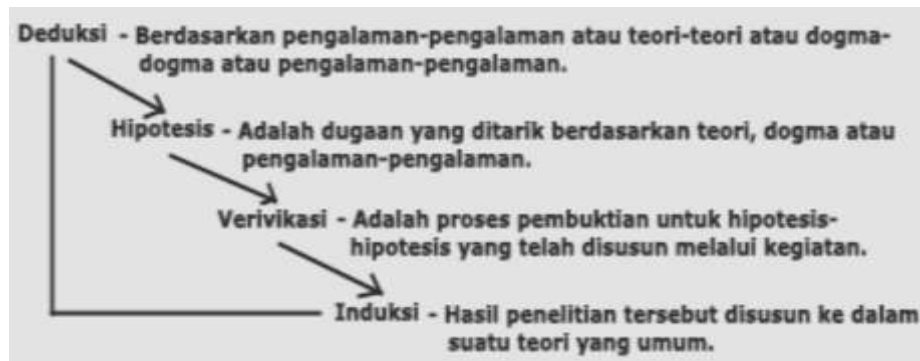
Tujuan mempelajari sarana berpikir ilmiah adalah untuk menelaah ilmu secara baik. Sedangkan tujuan mempelajari ilmu dimaksudkan untuk mendapatkan pengetahuan yang memungkinkan seseorang dalam memecahkan masalah. Dalam hal ini maka sarana berpikir ilmiah merupakan alat bagi cabang ilmu untuk mengembangkan materi prngrtahuannya berdasarkan metode ilmiah.

Proses pengujian dalam kegiatan ilmiah mengharuskan seseorang untuk menguasai metode penelitian ilmiah yang pada hakekatnya merupakan pengumpulan fakta untuk menolak atau menerima hipotesis yang diajukan. Kemampuan berpikir ilmiah yang baik harus didukung oleh penguasaan sarana berpikir ini seperti bahasa, matematika, dan statistika yang baik pula.

Salah satu langkah ke arah penguasaan keterampilan berpikir ilmiah adalah mengetahui dengan benar peranan masing-masing sarana berpikir tersebut dalam keseluruhan proses berpikir ilmiah (Hidayat, 2014:13). Peranan masing-masing sarana berpikir tersebut disajikan dalam Gambar 2.6 dan Gambar 2.7.



Gambar 2.6 Skema Ilmu dan Sarana Berpikir Ilmiah



Gambar 2.7 Skema Metode Berpikir Ilmiah

Berdasarkan Gambar 2.6 dan Gambar 2.7 maka kriteria keterampilan berpikir ilmiah dikatakan baik apabila aspek bahasa sebagai alat komunikasi verbal dalam seluruh proses berpikir dapat dikuasai dengan baik, dilanjutkan dengan penguasaan aspek matematika sebagai logika deduktif dan aspek statistika sebagai logika induktif.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini memiliki dua tujuan, pertama adalah memperoleh deskripsi mengenai implementasi HLT pada pembelajaran fisika, dan kedua adalah dapat mendeskripsikan bagaimana proses peningkatan berpikir ilmiah setelah implementasi HLT. Dalam mewujudkan tujuan dari penelitian, maka metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif, dengan juga menggunakan data kuantitatif.

Metode penelitian deskriptif adalah metode penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan atau menggabungkan antara variabel satu dengan yang lain. Metode deskriptif dapat disimpulkan sebagai sebuah metode yang bertujuan untuk melukiskan atau menggambarkan keadaan di lapangan secara sistematis dengan fakta-fakta dengan interpretasi yang tepat dan data yang saling berhubungan, serta bukan hanya untuk mencari kebenaran mutlak tetapi pada hakekatnya mencari pemahaman observasi (Sugiyono, 2012:35).

Desain dari penelitian ini menganut *Pre-Experimental Design* dengan bentuk *One-Group Pretest-Posttest Design*. Desain ini merupakan pengembangan dari desain *One-Shot Case Study* (Studi Kasus Satu Tembakan) di mana dalam desain penelitian ini terdapat *pretest* sebelum diberi perlakuan (Suharsimi,

2006:85). Digunakannya *Pre-Experimental Design* dalam proses penelitian disebabkan sulitnya memperoleh subjek penelitian pada lokasi yang dituju, serta proses analisis alur belajar siswa untuk materi suhu kalor yang tinggi dan kompleks sehingga tidak dimungkinkan untuk diberikan kelompok pembanding. *One group pretest-posttest design* merupakan desain eksperimen yang hanya menggunakan satu kelompok subyek atau kasus tunggal dengan melakukan pengukuran sebelum adanya *treatment* dan melakukan pengukuran setelah *treatment*. Desain ini dapat digambarkan seperti berikut (Sugiyono, 2012:74).

$O_1 \text{ X } O_2$

Gambar 3.1 *One-Group Pretest-Posttest Design*

Keterangan :

O_1 = nilai *pretest* (sebelum implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT)

O_2 = nilai *posttest* (setelah implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT)

X = strategi pembelajaran fisika berbasis HLT

Terdapat lima tahap dalam penelitian. Tahap pertama yang harus dilakukan dalam penelitian adalah tahap pengumpulan data berupa: studi pendahuluan melalui studi lapangan dan telaah pustaka; identifikasi dan perumusan masalah dari hasil studi pendahuluan; serta melakukan studi literatur untuk mencari solusi permasalahan.

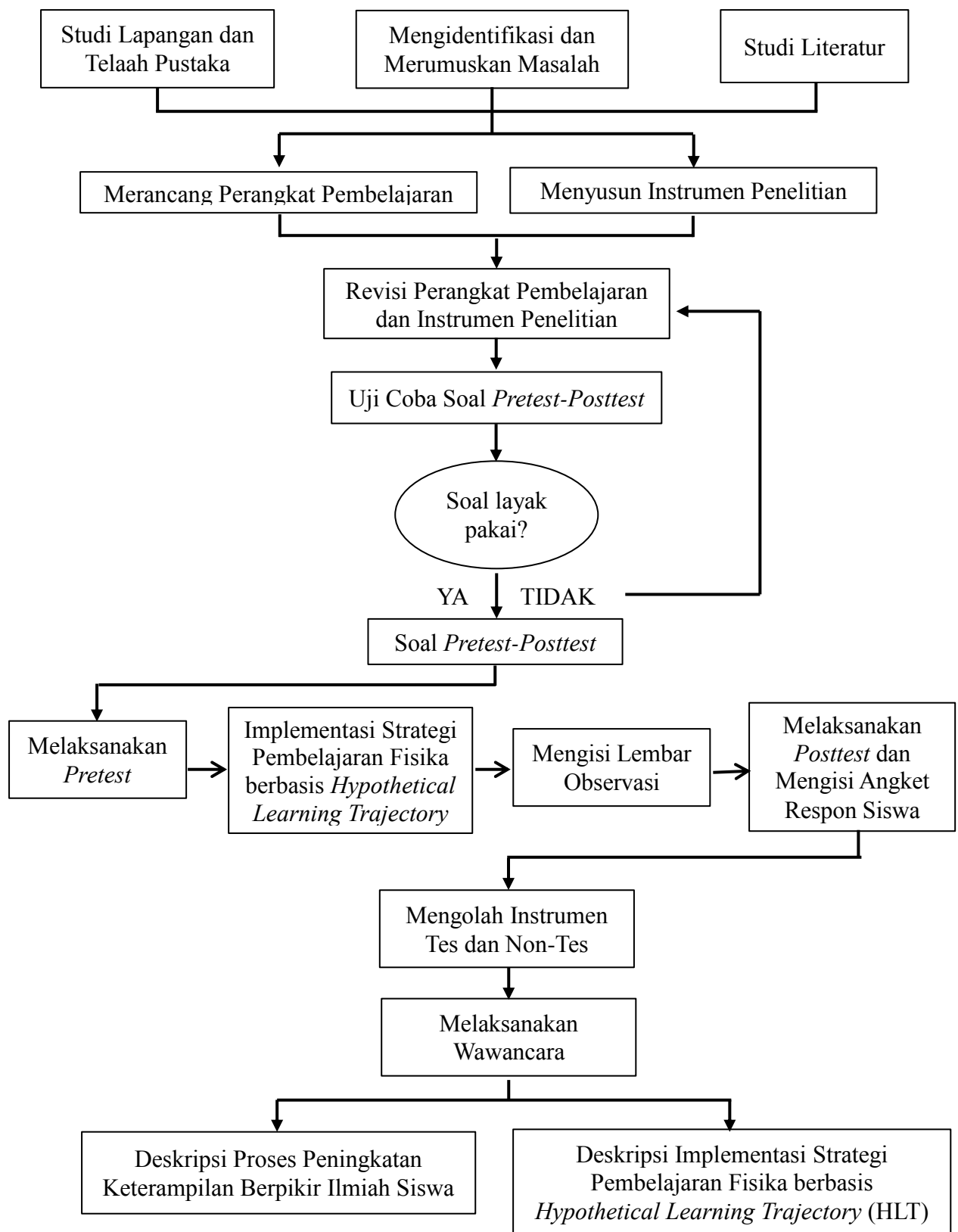
Tahap kedua penelitian adalah tahap perencanaan dan penyusunan instrumen, berupa merancang perangkat pembelajaran (silabus, RPP materi Suhu Kalor, dan rancangan HLT); menyusun instrumen penelitian (instrumen tes

keterampilan berpikir ilmiah berupa soal *pretest-posttest* dan instrumen non tes berupa lembar angket respon siswa, lembar observasi aktivitas siswa, dan lembar observasi keterlaksanaan strategi pembelajaran berbasis HLT); revisi instrumen penelitian oleh dosen ahli; uji coba soal *pretest-posttest* (validitas dan reliabilitas soal); serta kembali revisi soal *pretest-posttest* menurut dosen ahli.

Tahap ketiga penelitian adalah tahap pelaksanaan penelitian, berupa pelaksanaan *pretest*; penerapan strategi pembelajaran berbasis HLT sesuai Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP); pengisian lembar observasi keterlaksanaan strategi pembelajaran dan lembar observasi aktivitas siswa selama proses pembelajaran berbasis HLT; pelaksanaan *posttest* dan pengisian angket respon siswa; pengolahan hasil *pretest* dan *posttest* serta melaksanakan wawancara terbuka terhadap responden (siswa) terpilih.

Tahap keempat penelitian adalah tahap analisis data, berupa analisis pola jawaban tes tertulis (*pretest-posttest*) sesuai tingkatan berpikir ilmiah siswa (kelompok tinggi, sedang, dan rendah); serta analisis perolehan hasil pada lembar observasi keterlaksanaan strategi pembelajaran, lembar observasi aktivitas siswa, angket respon siswa, dan hasil wawancara terbuka.

Tahap kelima penelitian adalah tahap akhir penelitian, berupa penarikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan data; serta konsultasi hasil pengolahan data penelitian kepada dosen ahli. Adapun diagram desain penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Desain Penelitian

3.2 Subjek dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2012:80). Populasi yang dipilih pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X di SMA Negeri 1 Pati.

3.2.2 Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Penelitian ini menggunakan teknik *Sampling Purposive* yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (saran guru pembimbing fisika) (Sugiyono, 2012:81-85). Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas X-MIA 6 dengan jumlah siswa 36 orang dan siswa kelas X-MIA 8 dengan jumlah siswa 36 orang.

Tujuan ditetapkannya dua kelas eksperimen adalah untuk memperbesar kemungkinan ditemukannya beberapa pola berpikir siswa yang memiliki karakteristik berbeda untuk setiap komponen berpikir ilmiah yaitu bahasa, matematika, dan statistika sehingga tujuan penelitian dapat tercapai secara menyeluruh dan mendalam.

3.2.3 Tempat Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Pati, dengan alamat Jalan Panglima Sudirman Nomor 24 Kecamatan Pati Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel adalah atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2012:38). Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.3.1 Variabel Bebas (Variabel Independen)

Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2012:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah strategi pembelajaran fisika berbasis HLT.

3.3.2 Variabel Terikat (Variabel Dependen)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2012:39). Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah keterampilan berpikir ilmiah siswa.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Terdapat dua metode pengumpulan data selama penelitian, yakni metode *test* dan *non-test*. Metode *test* meliputi *pretest* yaitu tes sebelum implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT, dan *posttest* yaitu tes setelah implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT. Sedangkan metode *non-test* terdiri dari observasi, wawancara, kuesioner atau angket, dan dokumentasi.

3.4.1 Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi dilakukan dengan mengambil dokumen atau data pendukung penelitian, seperti daftar nama siswa yang menjadi sampel penelitian

dan daftar nilai mata pelajaran fisika semester I kelas X MIA-6 dan X MIA-8. Pengambilan daftar nilai siswa pada semester sebelumnya, digunakan untuk mengelompokkan siswa ke dalam tiga tingkatan kemampuan berpikir, yaitu tingkat tinggi, sedang, dan rendah. Berikut adalah langkah-langkah dalam menentukan kedudukan siswa dalam tiga tingkatan (Suharsimi, 2009: 263-265):

- a) Menjumlah skor semua siswa
- b) Mencari nilai rata-rata (Mean) dan simpangan baku (Standar Deviasi)
- c) Menentukan batas-batas kelompok.
 - Kelompok atas
Semua siswa yang mempunyai skor sebanyak skor rata-rata +1 SD.
 - Kelompok sedang
Semua siswa yang mempunyai skor antara -1 SD dan +1 SD.
 - Kerlompok kurang
Semua siswa yang mempunyai skor – 1 SD dan yang kurang dari itu.

Mencari Mean (X)

$$X = \frac{\Sigma X}{N}$$

Untuk mencari nilai rata-rata, maka dapat dilakukan dengan menjumlah semua skor (ΣX), kemudian dibagi dengan banyaknya siswa (N).

Mencari Standar Deviasi (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma X^2}{N} - \left(\frac{\Sigma X}{N}\right)^2}$$

Keterangan:

SD = Standar Devisi

$\frac{\Sigma X^2}{N}$ = tiap skor dikuadratkan lalu dijumlahkan dan dibagi N

$\left(\frac{\Sigma X}{N}\right)^2$ = semua skor dijumlahkan, dibagi N, lalu dikuadratkan

Implementasi strategi pembelajaran fisika berbasis HLT dalam pelaksanaan di kelas tidak membedakan tingkat kemampuan berpikir siswa (siswa tidak mengetahui jika dikelompokkan). Pengelompokan siswa menjadi tiga tingkatan hanya digunakan untuk melakukan analisis deskriptif dalam melihat seberapa jauh peningkatan proses berpikir masing-masing kelompok untuk sebelum dan sesudah implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT.

3.4.2 Metode Observasi

Untuk mendukung tercapainya tujuan penelitian dalam mendeskripsikan implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT maka digunakan observasi terstruktur, yaitu observasi yang telah dirancang secara sistematis tentang apa yang akan diamati, kapan dan di mana tempatnya (Sugiyono, 2012: 145-146). Observasi terstruktur penelitian ini menggunakan lembar aktivitas siswa dan lembar keterlaksanaan strategi pembelajaran fisika berbasis HLT.

Kegiatan dalam metode observasi paling sedikit harus dilakukan oleh 2 orang observer dengan catatan waktu, tanggal, dan tempat kejadian observasi (Indrawati, 2007:7). Observer dalam penelitian ini bertindak sebagai pengamat dalam pemberian skor untuk lembar aktivitas siswa dan lembar keterlaksanaan strategi pembelajaran berbasis HLT. Observer dalam metode observasi penelitian ini adalah seorang mahasiswa dari jurusan kependidikan, dan seorang guru fisika di SMA Negeri 1 Pati.

3.4.3 Metode Wawancara

Tujuan dari metode wawancara dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh deskripsi proses peningkatan berpikir siswa baik sebelum dan sesudah implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT. Kegiatan wawancara bertujuan untuk melakukan *cross check* terhadap jawaban tes tertulis (*pretest-posttest*) yang telah dikerjakan siswa sehingga deskripsi mengenai pola atau alur berpikir siswa dapat terlihat.

Proses wawancara dengan responden terpilih dilakukan seperti diskusi antara seorang siswa dan guru. Responden yang dalam hal ini siswa, akan dimintai penjelasan berdasarkan apa yang ditulis dalam lembar jawaban *pretest-posttest*. Wawancara ini hanya bertujuan untuk menggali pemahaman siswa mengenai konsep dan aplikasi materi suhu dan kalor, sehingga pelaksanaan wawancara sendiri tanpa menggunakan pedoman khusus. Hal ini dimaksudkan agar data yang dihasilkan benar-benar bersumber dari pengembangan hasil pemikiran siswa. Teknik wawancara seperti ini disebut wawancara tak berstruktur (*unstructured interview*) (Sugiyono, 2010:140).

3.4.4 Lembar Soal Tes

Lembar soal tes yang diberikan kepada kelompok eksperimen berjumlah 21 soal dengan penskoran setiap soal berlandaskan pada indikator berpikir ilmiah, seperti bahasa, matematika, dan statistika. Sedangkan soal yang diberikan untuk *pretest* dan *posttest* memiliki isi dan penyelesaian yang sama. Kesamaan soal yang diterapkan pada *pretest* dan *posttest* dimaksudkan agar peningkatan proses

berpikir ilmiah untuk sebelum dan sesudah implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT dapat terlihat.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri dari instrumen *test* yaitu lembar soal tes, dan instrumen *non-test* yaitu lembar observasi, angket respon siswa, dan perangkat pembelajaran.

3.5.1 Lembar Observasi

Lembar observasi dalam penelitian ini terdiri dari dua macam, yaitu lembar aktivitas siswa, dan lembar keterlaksanaan strategi pembelajaran berbasis HLT. Penyusunan lembar keterlaksanaan strategi pembelajaran dan lembar aktivitas siswa didasarkan pada kisi-kisi Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

**Tabel 3.1 Kisi-Kisi Lembar Observasi
Keterlaksanaan Strategi Pembelajaran Fisika Berbasis HLT**

No	Aspek yang di amati
1	Kegiatan Pra Pembelajaran <ul style="list-style-type: none"> • Penyedia dan pengelola sumber-sumber belajar • Penjelasan tujuan pembelajaran
2	Kegiatan Inti pembelajaran <ul style="list-style-type: none"> • Pemberian materi pengantar atau materi pokok • Perumusan masalah untuk dipecahkan oleh siswa • Motivasi agar siswa aktif dalam mencari informasi untuk menjawab permasalahan • Pemberian kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikan masalah • Pemberiaan bantuan kepada siswa dalam pemecahan permasalahan • Interaksi (komunikasi) dalam proses pembelajaran multi arah • Pusat proses pembelajaran adalah siswa • Perhitungan alokasi waktu
3	Kegiatan Penutup Pembelajaran <ul style="list-style-type: none"> • Penarikan kesimpulan oleh siswa

Tabel 3.2 Kisi-Kisi Lembar Observasi Aktivitas Siswa

No	Aspek yang di amati	Keterangan
1	Kesiapan siswa dalam mengikuti pelajaran	Pengamatan dilakukan baik
2	Siswa memperhatikan penjelasan guru	secara langsung ketika
3	Respon atas penjelasan atau pertanyaan guru	siswa melakukan aktivitas dalam kegiatan pembelajaran, dan observer
4	Keaktifan siswa dalam kelompok	memberikan skor pada lembar observasi.
5	Menyimpulkan materi yang telah dipelajari	

3.5.2 Angket Respon Siswa

Pemberian angket respon siswa pada kelompok eksperimen bertujuan untuk mengetahui respon siswa setelah implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT. Penyusunan angket respon siswa ini didasarkan pada kerangka teoritik implementasi strategi pembelajaran fisika berbasis HLT yang selanjutnya dijabarkan dalam indikator pencapaian berpikir ilmiah.

Indikator pencapaian ini kemudian diaplikasikan dalam bentuk 10 butir soal dengan kemungkinan jawaban: sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Data yang telah diperoleh melalui metode kuesioner atau angket dalam penelitian selanjutnya diberikan skor menggunakan skala likert. Pemberian pernyataan Sangat Setuju (SS) memperoleh skor 4, Setuju (S) memperoleh skor 3, Tidak Setuju (TS) memperoleh skor 2, dan Sangat Tidak Setuju (STS) memperoleh skor 1. Skor dari setiap siswa yang memberikan pernyataan kemudian dianalisis untuk memperoleh simpulan mengenai respon siswa terhadap implementasi strategi pembelajaran HLT untuk meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah. (Suharsimi, 2009: 284).

3.5.3 Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa silabus materi suhu dan kalor, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), serta rancangan HLT.

Sementara itu instrumen *test* dalam penelitian ini hanya berupa lembar soal tes materi suhu dan kalor, dengan pedoman penskoran menggunakan penskoran holistik. Bentuk tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua jenis. Pertama berupa soal benar atau salah disertai alasan pemilihan jawaban (12 soal), dan kedua berupa soal uraian (9 soal). Kisi-kisi instrumen tes untuk mengukur aspek berpikir ilmiah ditunjukkan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kisi-kisi Pengukuran Aspek Berpikir Ilmiah

Variabel Penelitian	Indikator	No. Item Instrumen
Bahasa	Menguasai kosakata berupa perbendaharaan kata, istilah, dan ungkapan, disertai penyampaian materi yang baik	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, dan 21
	Menerapkan struktur kalimat yang baik dan benar (subjek, predikat, objek, dan keterangan).	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, dan 21.
Matematika (Logika Deduktif)	Identifikasi unsur-unsur yang diketahui dan ditanyakan	14, 17, dan 19.
	Penerapan strategi untuk menyelesaikan masalah	13, 18, dan 20.
Statistika (Logika Induktif)	Penjelasan dan penafsiran hasil	14, 15, 16, dan 19.
	Menyiapkan data dalam bentuk grafik atau diagram	18 dan 20.
	Menafsirkan arti atau nilai dari data tabel, grafik, atau diagram.	15, 16, dan 17.

3.6 Teknik Analisis Instrumen

Untuk mendapatkan data yang baik, maka diperlukan instrumen yang baik pula. Instrumen tes dapat dikatakan baik jika instrumen tersebut valid dan reliabel.

3.6.1 Validitas Butir Soal

Data evaluasi yang baik sesuai kenyataan disebut data valid. Agar dapat diperoleh data yang valid, instrumen atau alat untuk mengevaluasinya harus valid. Sebuah tes dikatakan memiliki validitas jika hasilnya sesuai dengan kriterium, dalam arti memiliki kesejajaran anatar hasil tes tersebut dengan kriterium. Teknik yang digunakan untuk mengetahui kesejajaran adalah teknik korelasi *product moment* yang dikemukakan oleh Pearson. Nilai validitas dalam penelitian ini ditentukan dengan menentukan koefisien korelasi produk momen dengan rumus :

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

Keterangan :

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

X = skor tiap butir soal

Y = skor total tiap butir soal

N = Jumlah siswa

Tabel 3.4 Kriteria Validitas Butir Soal

Nilai r_{xy}	Kriteria
0,81-1,00	Sangat Tinggi
0,61-0,80	Tinggi
0,41-0,60	Cukup
0,21-0,40	Rendah
0,00-0,20	Sangat Rendah

(Suharsimi, 2009:72).

3.6.2 Reliabilitas

Persyaratan dalam tes berhubungan dengan reliabilitas atau masalah kepercayaan. Suatu tes dapat dikatakan mempunyai taraf kepercayaan yang tinggi jika tes tersebut dapat memberikan hasil yang tetap. Jika keadaan si A mula-mula lebih rendah dibandingkan B, maka jika diadakan pengukuran ulang, si A juga berada lebih rendah dari B, tentu saja tidak dituntut semuanya tetap. Besarnya ketepatan itulah menunjukkan tingginya reliabilitas instrumen. Berikut adalah penggunaan rumus Alpha untuk menentukan reliabilitas tes bentuk uraian:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_i^2} \right)$$

Keterangan :

r_{11} = reliabilitas yang dicari

$\sum \sigma_i^2$ = jumlah varians skor tiap-tiap item

σ_i^2 = varians total

Nilai r_{11} yang diperoleh dapat diinterpretasikan untuk menentukan reliabilitas instrumen dengan menggunakan kriteria Tabel 3.5 sebagai berikut:

Tabel 3.5 Kriteria Reliabilitas Butir Soal

Koefisien Korelasi	Kriteria
0,81 - 1,00	Sangat Tinggi
0,61 - 0,80	Tinggi
0,41 - 0,60	Cukup
0,21 - 0,40	Rendah
0,00 - 0,20	Sangat Rendah

(Suharsimi, 2009:108)

3.7 Metode Analisis Data

3.7.1 Analisis data observasi

Data yang telah didapatkan melalui penskoran lembar observasi aktivitas siswa dan lembar keterlaksanaan strategi pembelajaran berbasis HLT, selanjutnya diolah dan dianalisis secara deskripsi. Tujuan dari analisis deskripsi adalah untuk mengetahui implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT dalam meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah siswa. Untuk menarik simpulan dari lembar keterlaksanaan dan lembar aktivitas siswa, maka skor yang didapatkan untuk masing-masing lembar observasi dicari rata-rata dari seluruh butir pernyataan. Kemudian diubah menjadi persentase skor dan dilanjutkan dengan mengkategorikan persentase skor yang diperoleh sesuai Tabel 3.6.

$$\%Skor = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor tertinggi} \times \text{banyak penilaian} \times \sum \text{pernyataan}} \times 100\%$$

Tabel 3.6 Kategori Rentang Skor

Skor (%)	Kategori
81-100	Baik Sekali
61-80	Baik
41-60	Cukup
21-40	Kurang
<21	Kurang Sekali

(Suharsimi, 2009: 107)

3.7.2 Analisis data angket

Perolehan data metode angket didasarkan pada jawaban yang diberikan siswa dalam menjawab 10 butir pernyataan positif yang terdiri dari aspek berpikir ilmiah sejumlah 8 soal dan respon siswa terhadap implementasi strategi

pembelajaran berbasis HLT sejumlah 2 soal. Untuk menarik simpulan angket respon siswa, maka skor yang didapatkan pada angket dicari rata-rata dari seluruh butir pernyataan. Kemudian diubah menjadi persentase skor dan dilanjutkan dengan mengkategorikan persentase skor yang diperoleh sesuai Tabel 3.6.

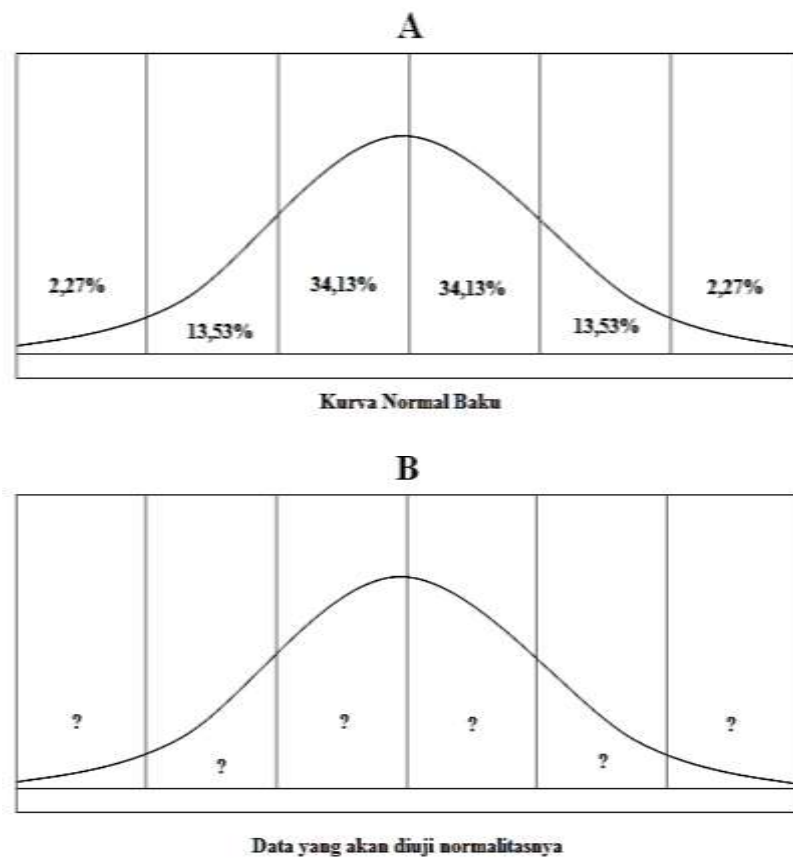
$$\%Skor = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor tertinggi} \times \text{banyak penilaian} \times \sum \text{pernyataan}} \times 100\%$$

3.7.3 Analisis tes keterampilan berpikir ilmiah

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan proses peningkatan berpikir ilmiah siswa melalui strategi pembelajaran fisika berbasis HLT. Untuk mencapai tujuan dari penelitian tersebut maka langkah awal yang harus dilakukan adalah mengetahui ada tidaknya perbedaan tingkat keterampilan berpikir ilmiah untuk sebelum dan sesudah implementasi strategi pembelajaran dengan melakukan analisis uji t. Berikut adalah tahapan analisis data sebelum mendeskripsikan proses peningkatan berpikir ilmiah siswa pada kelompok eksperimen:

a) Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengolah data nilai *pretest* dan *posttest* dalam menentukan apakah kelas yang telah diuji terdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas data dilakukan dengan menggunakan Chi Kuadrat (χ^2) yaitu dengan membandingkan kurva normal yang terbentuk dari data yang telah terkumpul (B) dengan kurva normal baku atau standar (A). Jika B tidak berbeda secara signifikansi dengan A, maka B merupakan data yang berdistribusi normal.



Gambar 3.3. Kurva Normal Baku

Berdasarkan pada Gambar 3.3 kurva normal baku yang luasnya mendekati 100% dibagi menjadi 6 bidang berdasarkan simpangan bakunya, yaitu tiga bidang di bawah rata-rata (*mean*) dan tiga bidang di atas rata-rata. Luas 6 bidang dalam kurva normal baku adalah: 2,27%; 13,53%; 34,14%; 34,14%; 13,53%; 2,27% .

Langkah-langkah dalam pengujian normalitas data:

1. Menentukan Jumlah Kelas Interval

Untuk pengujian normalitas dengan Chi Kuadrat maka jumlah kelas interval yang ditetapkan adalah enam interval. Penentuan enam interval ini sesuai dengan enam bidang pada Kurva Normal Baku.

2. Menentukan Panjang Kelas Interval

$$\text{Panjang Kelas} = \frac{\text{data terbesar} - \text{data terkecil}}{6 \text{ (jumlah kelas interval)}}$$

3. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

4. Menghitung Frekuensi Harapan (f_h)

Cara menghitung f_h didasarkan pada persentase luas tiap bidang kurva normal dikalikan jumlah data observasi.

- Kelas pertama = $2,27\% \times n$ (jumlah sampel)
- Kelas kedua = $13,53\% \times n$ (jumlah sampel)
- Kelas ketiga = $34,13\% \times n$ (jumlah sampel)
- Kelas keempat = $34,13\% \times n$ (jumlah sampel)
- Kelas kelima = $13,53\% \times n$ (jumlah sampel)
- Kelas keenam = $2,27\% \times n$ (jumlah sampel)

5. Menentukan besarnya harga distribusi Chi Kuadrat (χ^2)

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

6. Membandingkan χ^2_{hitung} dengan χ^2_{tabel} sesuai ketentuan:

- Tingkat kepercayaan 95%
- Derajat kebebasan ($dk = n - 1$)
- Hipotesis:
 - H_0 : data berasal dari populasi yang berdistribusi normal
 - H_1 : data tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal.
- Apabila $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka H_0 diterima atau data terdistribusi normal (Sugiyono, 2009:79-82).

Perolehan nilai *Pretest* dan *Posttest* kelompok eksperimen dapat dilihat pada Lampiran 7 halaman 105 dan pada Lampiran 10 halaman 110.

Tabel 3.7 Hasil Uji Normalitas Skor *Pretest-Posttest*

Tes	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Kriteria
<i>Pretest</i>	1,509	9.49	Berdistribusi normal
<i>Posttest</i>	5,595	9.49	Berdistribusi normal

Data nilai *pretest* kelas eksperimen pada Tabel 3.7 memperoleh $\chi^2_{hitung} = 1,509$. Dengan $\alpha = 5\%$ dan $dk = 6 - 1 = 5$ dari data distribusi Chi Kuadrat didapat $\chi^2_{tabel} = 11,070$. Kriteria untuk menguji adalah H_0 diterima jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$. Dari hasil perhitungan didapat $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$, jadi H_0 diterima artinya kelompok eksperimen berdistribusi normal. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8 halaman 106.

Data *posttest* kelompok eksperimen diperoleh $\chi^2_{hitung} = 5,595$. Dengan $\alpha = 5\%$ dan $dk = 6 - 1 = 5$ dari data distribusi Chi Kuadrat didapat $\chi^2_{tabel} = 11,070$. Kriteria pengujian adalah H_0 diterima jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$. Dari hasil perhitungan didapat $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$, hal ini berarti H_0 diterima atau kelompok eksperimen berdistribusi normal. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 11 halaman 111.

b) Uji Hipotesis

Untuk menentukan perbedaan *pretest* dan *posttest* siswa pada kelompok eksperimen maka digunakan rumus uji t sebagai berikut.

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum xd^2}{N(n-1)}}} \quad (\text{Suharsimi, 2006: 86})$$

Keterangan:

Md = mean dari perbedaan *pretest* dengan *posttest* (*posttest* - *pretest*)

xd = deviasi masing-masing subjek (d-My)

$\sum xd^2$ = jumlah kuadrat deviasi

N = subjek pada sampel

Dari t_{hitung} dikonsultasikan dengan tabel dengan $dk = n - 1$ dan taraf signifikan 5%. Kriteria pengujian adalah terima H_0 jika $t_{hitung} < t_{n-1}$. Berdasarkan perhitungan uji t pada Lampiran 12 halaman 112 diperoleh nilai $t_{hitung} = 24,27$ dan $t_{tabel} = 1,669$. Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan jika terdapat perbedaan tingkat keterampilan berpikir ilmiah kelompok eksperimen sebelum dan sesudah implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT.

3.7.4 Analisis data wawancara

Hasil wawancara terhadap beberapa siswa yang mewakili setiap tingkatan berpikir (tinggi, sedang, dan rendah) memiliki tujuan untuk mengetahui proses peningkatan berpikir ilmiah siswa untuk sebelum dan sesudah implementasi HLT. Proses wawancara diawali dengan meminta responden untuk menjelaskan alur berpikir ketika menyelesaikan soal *pretest* “n” (misal).

Setelah responden menjelaskan alur berpikir soal *pretest* “n”, maka kegiatan wawancara dilanjutkan dengan pemberian jawaban soal *posttest*. Dalam langkah ini responden kembali diberikan pertanyaan mengenai alasan jawaban dalam *posttest* tersebut. Proses wawancara ini dilakukan sampai didapatkan uraian mengenai alur berpikir responden untuk seluruh jawaban *pretest* dan *posttest*.

Pelaksanaan wawancara dilakukan dengan wawancara terbuka dan dilakukan dengan *face to face* atau tatap muka. Dalam wawancara terbuka, belum mengetahui secara pasti data apa yang akan diperoleh sehingga pewawancara lebih banyak mendengarkan apa yang diuraikan oleh responden (Sugiyono, 2012:141). Melalui uraian jawaban responden, dapat diajukan berbagai pertanyaan yang lebih terarah untuk suatu tujuan, sehingga dapat bermuara pada jawaban yang lebih spesifik.

Pengambilan responden dalam proses wawancara didasarkan pada perolehan nilai tertinggi dari selisih hasil *pretest* dan *posttest*. Semakin besar perolehan selisih hasil *pretest* dan *posttest*, maka semakin besar pula peningkatan keterampilan berpikir ilmiah melalui implementasi strategi pembelajaran berbasis HLT. Sedangkan untuk menentukan jumlah sampel yang akan diwawancarai untuk penelitian deskriptif, maka sampel minimum yang diperlukan adalah 10% dari populasi (Gay & Diehl, 1992: 146).

Penentuan jumlah sampel dalam metode wawancara didasarkan pada jumlah seluruh siswa (populasi) dalam kelompok eksperimen yaitu 72 orang. Sedangkan dalam pengambilan sampel didasarkan pada 10% dari populasi, yaitu 7 siswa. Jumlah tujuh siswa adalah sampel minimum dalam melakukan proses wawancara untuk semua kelompok eksperimen dalam beberapa tingkatan (rendah, sedang, dan tinggi). Hal ini berarti setiap kelompok harus diambil 2-3 responden (7 siswa/3 tingkatan) agar jumlah minimum sampel dapat terpenuhi.

Namun dalam penelitian ini pengambilan responden untuk setiap tingkatan (rendah, sedang, dan tinggi) diambil 4 responden sehingga total

responden yang melakukan proses wawancara untuk kelompok eksperimen adalah *12 responden* (4 responden \times 3 tingkatan). Pemilihan responden dengan jumlah 4 siswa setiap kelompok dimaksudkan untuk memperbesar peluang ditemukannya hasil yang berbeda sehingga deskripsi proses peningkatan berpikir ilmiah siswa semakin lebih mendalam dan menyeluruh.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Implementasi alur belajar hipotetik atau *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) adalah sesuai dengan rancangan HLT yang dibuat pendidik (guru). HLT terdiri dari rumusan tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, hipotesis jawaban siswa dalam memecahkan suatu permasalahan, serta bantuan atau klarifikasi dari guru.

Berdasarkan skor jawaban *pretest-posttest* dan kegiatan wawancara telah diperoleh adanya peningkatan keterampilan berpikir ilmiah siswa setelah diimplementasikannya strategi pembelajaran berbasis HLT yang mencakup semua aspek berpikir ilmiah. Peningkatan tertinggi dicapai aspek statistika, disusul aspek matematika, dan aspek bahasa. Peningkatan keterampilan berpikir ilmiah siswa juga ditandai dengan peningkatan proses berpikir siswa dalam memecahkan suatu masalah. Siswa semakin memahami inti permasalahan; mampu merencanakan pemecahan masalah secara terstruktur dan rasional; mampu melaksanakan rencana pemecahan masalah yang dengan tepat, serta memeriksa kembali prosedur dan hasil penyelesaian masalah.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah:

1. Bagi pendidik (guru) yang akan menerapkan strategi pembelajaran berbasis HLT maka harus diperhatikan alokasi waktu pembelajaran. Hal ini karena dalam pembelajaran berbasis HLT maka siswa diwajibkan untuk menyelesaikan permasalahan sendiri sehingga membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas.
2. Permasalahan yang diberikan dalam HLT harus mencakup semua pokok dari materi pembelajaran. Hal ini karena siswa hanya mendapatkan ilmu atau pengetahuan melalui pemecahan masalah dan klarifikasi jawaban yang diberikan pendidik (guru).

DAFTAR PUSTAKA

- Bakker, A. 2004. *Design Research in Statistics Education. On Symbolizing and Computer Tools*. Amersfoort: Wilco Press.
- Chuang- Yih C. 2002. A Hypothetical Learning Trajectory of Arguing Statements about Geometric Figures. *Electric Journal of Mathematics Education*, 1(1): 2-11. Tersedia di <http://www.math.ntnuEdu.tw/> [diakses 16-01-2015].
- Djiwandono, M. S. 2008. *TES BAHASA: Pegangan Bagi Pengajar Bahasa*. Bandung: ITB.
- Dunne, R. & T. Wragg. 1996. *PEMBELAJARAN EFEKTIF*. Diterjemahkan oleh Anwar Jasin. Jakarta: Grasindo.
- Fauzan, A. 2011. *Modul 1 Evaluasi Pembelajaran Matematika: Pemecahan Masalah Matematika*. Evaluasimatematika.net: UNP.
- Gay, L. R. & P. L. Diehl. 1992. *Research Methods for Business and Management*. New York: MacMillan Publishing Company.
- Hadi, S. 2006. *Adapting European Curriculum Material for Indonesian Schools*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University.
- Hidayat, M. S. 2014. *Sarana Berpikir Ilmiah*. Jakarta: Pusat Pengembangan Bahan Ajar UMB.
- Indrawati, S. W., Herlina & H. Misbach. 2007. *Mata Kuliah Psikodiagnostik II Observasi*. Bandung: UPI.
- Kanginan, M. 2002. *Fisika 1 untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- _____. 2008. *Seribu Pena Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Moeliono, A. 1998. *Tata Bahasa Baku Indonesia*. Jakarta : Balai Pustaka.
- Nurdin. 2011. Trajektori dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika UNVRI Makasar*, 1(1): 2-6.
- Purwanto, N. 2010. *Psikologi Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Rachmat, A. 2011. *Filsafat Ilmu Lanjutan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

- Senjaya, W. 2008. *Strategi Pembelajaran; Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Shadiq, F. 2004. *Pemecahan Masalah, Penalaran, dan Komunikasi*. Surabaya: p3gwordpress.
- Simon, M. A. 1995. Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1(26): 114-145.
- Soedjadi, R. 2007. *Masalah Konstektual sebagai Batu Sendi Matematika Sekolah*. Surabaya: Pusat Sains dan Matematika Sekolah UNESA.
- Sudjana, N. & Ibrahim. 1988. *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru.
- Sugiyono. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- _____. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharsimi, A. 2009. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- _____. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suherman, E. 1995. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: FMIPA UPI.
- Suliyannah. 2004. *Modul Fisika Suhu dan Kalor*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Suparman, A. 1997. *Model-Model Pembelajaran Interaktif*. Jakarta: STIA LAN Press.
- Suriasumantri, J. S. 1988. *FILSAFAT ILMU Sebuah Pengantar Populer*. Jakarta: PUSTAKA SINAR HARAPAN.
- Syaban, M. 2006. *Menumbuhkembangkan Daya Matematis Siswa*. Tersedia di <http://educare.e.fkipunia.net/> [diakses 30-04-2015].
- Tipler, P.A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Utama, G. B. R. 2013. *Filsafat Ilmu dan Logika*. Universitas Dhyana Pura Badung: Rineka Cipta.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

**DAFTAR NAMA DAN NILAI RAPOR SISWA SEMESTER GASAL
KELAS X MIA 6**

No	Nama Siswa	Kode	Nilai Rapor
1	Adinda Dwi Ayu	X6-01	3,67
2	Agus Listiana	X6-02	3,47
3	Ahmad Rizqi Wendy Andrians	X6-03	3,37
4	Amellia Prisca Mahdelima	X6-04	3,47
5	Antika Alawiyah Pitoyo	X6-05	3,57
6	Anugrah Kartiko	X6-06	3,37
7	Aprilia Kharismawati	X6-07	3,67
8	Arifudin Rizki Mahendra	X6-08	3,40
9	Awaliyatul Hikmah	X6-09	3,60
10	Bagus Hendrawan	X6-10	3,37
11	Cindy Mellinda	X6-11	3,53
12	Damarjati Galang Hadipuro	X6-12	3,47
13	Della Aprilianingtyas	X6-13	3,63
14	Diva Triza Novitasari	X6-14	3,60
15	Fernandio Purbo Priambodo	X6-15	3,67
16	Heni Wijayanti	X6-16	3,63
17	Ida Khoriyatun	X6-17	3,43
18	Ika Fitriana	X6-18	3,40
19	Ilham Akbar	X6-19	3,73
20	Indah Sri Wahyuni	X6-20	3,63
21	Mia Alviani	X6-21	3,57
22	Mila Elmeida	X6-22	3,47
23	Moh Tsabit	X6-23	3,60
24	Muhammad Faris Nazal	X6-24	3,50
25	Muhammad Zaky	X6-25	3,60
26	Nabilla Aprilianiy Cantik P.	X6-26	3,57
27	Niken Larasati	X6-27	3,63
28	Novia Liya Rohmatin	X6-28	3,53
29	Noviana Nor Rahmawati	X6-29	3,57
30	Putri Nurul Hidayah	X6-30	3,53
31	Rani Nurindah Saputri	X6-31	3,57
32	Randdy Zulyan Tricahyanto	X6-32	3,63
33	Salma Nur Sofiyah	X6-33	3,43
34	Sonia	X6-34	3,60
35	Sylfia Loveta Putri Prasetyo	X6-35	3,53
36	Zayyan Rakanata	X6-36	3,37

LAMPIRAN 2

**DAFTAR NAMA DAN NILAI RAPOR SISWA SEMESTER GASAL
KELAS X MIA 8**

No	Nama Siswa	Kode	Nilai Rapor
1	Adinda Aurellya	X8-01	3,30
2	Agam Bagaswanda	X8-02	3,47
3	Alka Zulfikar Fajri	X8-03	3,63
4	Alya Qotrunnada Drupadi S.	X8-04	3,43
5	Aprilia Dwi Murbaningrum	X8-05	3,57
6	Caesari Tri Wahyutami	X8-06	3,63
7	Cinthy Rahmawati	X8-07	3,47
8	Devina Rizky Ruliesta	X8-08	3,53
9	Dewi Ratnasari	X8-09	3,67
10	Dhoni Wahyu Pradeksa	X8-10	3,30
11	Dien Nurul Fahmi	X8-11	3,37
12	Esti Tri Utami	X8-12	3,53
13	Eva Lailatul Munawaroh	X8-13	3,27
14	Faradina Nilam Zulfa	X8-14	3,53
15	Fitri Solichati	X8-15	3,40
16	Ganis Martino Tito	X8-16	3,33
17	Hayda Zuhro Mahdiyana	X8-17	3,50
18	Hazkia Firsti Artaprillia	X8-18	3,57
19	Husni Miftakhudin	X8-19	3,47
20	Ika Nurcahyani	X8-20	3,53
21	Ilalang Akar Pertiwi	X8-21	3,53
22	Isytarnatus Bunga Sumarah	X8-22	3,30
23	Khaerun Setya O.	X8-23	3,33
24	Lintang Vilda Gustari	X8-24	3,57
25	Mira Hardani	X8-25	3,67
26	Muftiah Ariani	X8-26	3,67
27	Muhammad Alfin Nur Pradana	X8-27	3,40
28	Muhammad Nur Nasruddin	X8-28	3,37
29	Muhammad Umar Faruqi	X8-29	3,40
30	Muhammad Yosvia Andy Firda	X8-30	3,43
31	Nur Sovia Aulia Zaky	X8-31	3,47
32	Rizky Ridlo Ichlasul Amal	X8-32	3,53
33	Rosyi Reza Cahya Kumala	X8-33	3,60
34	Sailendra Pangesti	X8-34	3,47
35	Salma Safiannisa Haqia	X8-35	3,53
36	Widiana Rizki Kinestiwi	X8-36	3,37

LAMPIRAN 3

DAFTAR PENGELOMPOKAN KELAS X MIA 6

No	Nama	Nilai Rapor	Kelompok (jumlah)
3	Ahmad Rizqi Wendy Andrians	3,37	Rendah (7 siswa)
6	Anugrah Kartiko	3,37	
10	Bagus Hendrawan	3,37	
36	Zayyan Rakanata	3,37	
8	Arifudin Rizki Mahendra	3,40	
18	Ika Fitriana	3,40	
17	Ida Khoriyatun	3,43	
33	Salma Nur Sofiyah	3,43	Sedang (19 siswa)
2	Agus Listiana	3,47	
4	Amellia Prisca Mahdelima	3,47	
12	Damarjati Galang Hadipuro	3,47	
22	Mila Elmeida	3,47	
24	Muhammad Faris Nazal	3,50	
11	Cindy Mellinda	3,53	
28	Novia Liya Rohmatin	3,53	
30	Putri Nurul Hidayah	3,53	
35	Sylfia Loveta Putri Prasetyo	3,53	
5	Antika Alawiyah Pitoyo	3,57	
21	Mia Alviani	3,57	
26	Nabilla Aprilianiy Cantik Pra	3,57	
29	Noviana Nor Rahmawati	3,57	
31	Rani Nurindah Saputri	3,57	
9	Awaliyatul Hikmah	3,60	
14	Diva Triza Novitasari	3,60	
23	Moh Tsabit	3,60	
25	Muhammad Zaky	3,60	
34	Sonia	3,60	
13	Della Aprilianingtyas	3,63	Tinggi (9 siswa)
16	Heni Wijayanti	3,63	
20	Indah Sri Wahyuni	3,63	
27	Niken Larasati	3,63	
32	Randdy Zulyan Tricahyanto	3,63	
1	Adinda Dwi Ayu	3,67	
7	Aprilia Kharismawati	3,67	
15	Fernandio Purbo Priambodo	3,67	
19	Ilham Akbar	3,73	

Mean : 3,54
SD : 0,099

Mean + SD : 3,63
Mean - SD : 3,43

LAMPIRAN 4
DAFTAR PENGELOMPOKAN KELAS X MIA 8

No	Nama	Nilai Rapor	Kelompok (Jumlah)
13	Eva Lailatul Munawaroh	3,27	Rendah (9 siswa)
1	Adinda Aurelly	3,30	
10	Dhoni Wahyu Pradeksa	3,30	
22	Isytarnatus Bunga Sumarah	3,30	
16	Ganis Martino Tito	3,33	
23	Khaerun Setya O.	3,33	
11	Dien Nurul Fahmi	3,37	
28	Muhammad Nur Nasruddin	3,37	
36	Widiana Rizki Kinestiwi	3,37	
15	Fitri Solichati	3,40	Sedang (21 siswa)
27	Muhammad Alfin Nur Pradana	3,40	
29	Muhammad Umar Faruqi	3,40	
4	Alya Qotrunnada Drupadi S.	3,43	
30	Muhammad Yosvia Andy Firda	3,43	
2	Agam Bagaswanda	3,47	
7	Cintha Rahmawati	3,47	
19	Husni Miftakhudin	3,47	
31	Nur Sovia Aulia Zaky	3,47	
34	Sailendra Pangesti	3,47	
17	Hayda Zuhro Mahdiyana	3,50	
8	Devina Rizky Ruliesta	3,53	
12	Esti Tri Utami	3,53	
14	Faradina Nilam Zulfa	3,53	
20	Ika Nurcahyani	3,53	
21	Ilalang Akar Pertiwi	3,53	
32	Rizky Ridlo Ichlasul Amal	3,53	
35	Salma Safiannisa Haqia	3,53	
5	Aprilia Dwi Murbaningrum	3,57	
18	Hazkia Firsti Artaprillia	3,57	
24	Lintang Vilda Gustari	3,57	
33	Rosyi Reza Cahya Kumala	3,60	Tinggi (6 siswa)
3	Alka Zulfikar Fajri	3,63	
6	Caesari Tri Wahyutami	3,63	
9	Dewi Ratnasari	3,67	
25	Mira Hardani	3,67	
26	Muftiah Ariani	3,67	

Mean : 3,47 Mean + SD : 3,59
SD : 0,113 Mean - SD : 3,36

LAMPIRAN 5

DAFTAR KELOMPOK PRAKTIKUM PERSAMAAN KALOR X MIA 6

No	Nama	Kelompok
32	Randdy Zulyan Tricahyanto	1
1	Adinda Dwi Ayu	
18	Ika Fitriana	
24	Muhammad Faris Nazal	
11	Cindy Mellinda	
28	Novia Liya Rohmatin	
13	Della Aprilianingtyas	2
16	Heni Wijayanti	
17	Ida Khoriyatun	
36	Zayyan Rakanata	
23	Moh Tsabit	
29	Noviana Nor Rahmawati	
2	Agus Listiana	3
4	Amellia Prisca Mahdelima	
20	Indah Sri Wahyuni	
27	Niken Larasati	
10	Bagus Hendrawan	
12	Damarjati Galang Hadipuro	
8	Arifudin Rizki Mahendra	4
7	Aprilia Kharismawati	
35	Sylfia Loveta Putri Prasetyo	
5	Antika Alawiyah Pitoyo	
21	Mia Alviani	
3	Ahmad Rizqi Wendy Andrians	
15	Fernandio Purbo Priambodo	5
26	Nabilla Aprilianiy Cantik P.	
30	Putri Nurul Hidayah	
31	Rani Nurindah Saputri	
9	Awaliyatul Hikmah	
6	Anugrah Kartiko	
14	Diva Triza Novitasari	6
33	Salma Nur Sofiyah	
25	Muhammad Zaky	
34	Sonia	
19	Ilham Akbar	
22	Mila Elmeida	

DAFTAR KELOMPOK PRAKTIKUM PERSAMAAN KALOR X MIA 8

No	Nama	Kelompok
3	Alka Zulfikar Fajri	1
11	Dien Nurul Fahmi	
28	Muhammad Nur Nasruddin	
12	Esti Tri Utami	
14	Faradina Nilam Zulfa	
31	Nur Sovia Aulia Zaky	
26	Muftiah Ariani	2
15	Fitri Solichati	
35	Salma Safiannisa Haqia	
29	Muhammad Umar Faruqi	
4	Alya Qotrunnada Drupadi S.	
36	Widiana Rizki Kinestiwi	3
25	Mira Hardani	
1	Adinda Aurellya	
2	Agam Bagaswanda	
7	Cinthy Rahmawati	
27	Muhammad Alfin Nur Pradana	4
19	Husni Miftakhudin	
9	Dewi Ratnasari	
13	Eva Lailatul Munawaroh	
34	Sailendra Pangesti	
17	Hayda Zuhro Mahdiyana	
8	Devina Rizky Ruliesta	5
18	Hazkia Firsti Artaprillia	
6	Caesari Tri Wahyutami	
20	Ika Nurcahyani	
21	Ilalang Akar Pertiwi	
32	Rizky Ridlo Ichlasul Amal	6
23	Khaerun Setya	
10	Dhoni Wahyu Pradeksa	
24	Lintang Vilda Gustari	
16	Ganis Martino Tito	
33	Rosyi Reza Cahya Kumala	
30	Muhammad Yosvia Andy Firda	6
22	Isytarnatus Bunga Sumarah	
5	Aprilia Dwi Murbaningrum	

LAMPIRAN 6
DAFTAR NILAI *PRETEST* KETERAMPILAN BERPIKIR ILMIAH

No	Kode	Soal																				Nilai	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
1	X6-01	0,5	2	0,5	2	2	2	0,5	2	1	2	0	2	0	4	5	2	4	3	4	5	4	54,60
2	X6-02	0,5	0,5	0,5	1,5	2	2	0,5	0,5	0,5	1	0,5	2	0	4	4	4	4	0	3	0	0	35,63
3	X6-03	0,5	0	0	2	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	2	4	4	0	3	0	2	0	0	21,26
4	X6-04	2	2	0,5	2	0	0	0,5	2	0	0	0	0,5	3	7	4	0	4	2	3	0	0	37,36
5	X6-05	1	0,5	1	0,5	0,5	2	0,5	0,5	0	0,5	0,5	2	3	7	4	0	7	0	0	0	0	35,06
6	X6-06	2	0	0	2	1	1,5	0,5	1,5	0	0	0	0,5	4	3	4	0	4	0	0	0	0	27,59
7	X6-07	1,5	2	1,5	0,5	0,5	2	0,5	2	0	0,5	0	2	4	7	4	2	7	3	0	0	0	45,98
8	X6-08	2	0	1,5	1,5	1,5	1,5	2	0,5	0	0	0	0	0	7	4	0	4	2	4	0	0	36,21
9	X6-09	0,5	0,5	0	0	1	1	0,5	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	12,64
10	X6-10	2	0,5	1,5	2	0,5	1,5	0	1	1	2	0	2	2	4	4	0	3	3	0	0	0	34,48
11	X6-11	2	2	1	1,5	0,5	1,5	0	0	0,5	0	0,5	1	5	4	4	0	4	0	4	4	4	45,40
12	X6-12	0,5	0	0,5	2	0	0,5	0,5	0	0,5	2	0	1,5	0	4	4	3	3	0	3	4	0	33,33
13	X6-13	0,5	1,5	1	2	1,5	2	0	0	0	0	0,5	0	0	2	4	0	4	0	0	0	0	21,84
14	X6-14	1,5	0,5	1,5	2	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0	7	3	0	7	0	0	0	0	27,01
15	X6-15	0	2	0	2	1	1,5	2	2	0,5	2	2	2	0	7	4	0	7	2	4	2	5	55,17
16	X6-16	0,5	2	0	2	0,5	2	1,5	0,5	0,5	2	0	2	0	7	4	0	5	2	7	0	4	48,85
17	X6-17	0,5	2	1,5	1,5	1	1	2	0,5	0,5	0	0	0	0	7	4	2	4	0	4	3	3	43,10
18	X6-18	2	0,5	0	1,5	1,5	1	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0	4	0	3	0	4	5	0	27,01
19	X6-19	2	0,5	1	1,5	0,5	2	0,5	1,5	1	2	0,5	1,5	2	4	5	2	3	2	4	4	0	46,55
20	X6-20	2	0,5	1,5	1	2	2	0,5	2	0,5	2	0	2	2	4	4	0	4	2	0	0	4	41,38
21	X6-21	0,5	0,5	1,5	2	0,5	2	0,5	2	0	0,5	0	0	0	4	5	2	4	2	0	3	4	39,08
22	X6-22	0,5	0,5	0	0,5	2	2	0,5	0,5	0	0,5	0	0,5	0	3	2	4	3	0	7	3	3	37,36
23	X6-23	2	0	1	1,5	1	1,5	0,5	0	0	0,5	0	0	0	3	4	0	4	0	4	2	0	28,74
24	X6-24	0,5	2	1,5	2	0,5	0	0,5	1,5	0,5	0,5	0	1	4	7	4	4	7	0	0	0	4	46,55

No	Kode	Soal																				Soal	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
53	X8-17	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	0	0,5	0	0	0	0	4	7	7	1	7	2	4	5	3	51,15
54	X8-18	2	2	1,5	2	0,5	2	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	2	5	4	4	3	4	0	4	2	4	52,30
55	X8-19	0,5	0	1	0,5	0,5	0,5	1	1,5	0	0	0,5	0	2	3	3	0	4	0	3	0	2	26,44
56	X8-20	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	7	0	0	4	2	23,56
57	X8-21	2	2	0	2	0,5	2	2	0,5	0,5	2	2	2	7	7	4	4	5	2	4	7	7	74,14
58	X8-22	0,5	2	1,5	1	2	0,5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	5	0	24,71
59	X8-23	0,5	0,5	0	0,5	1	1	0	1,5	1	0	0,5	2	2	3	3	4	4	0	3	2	3	37,36
60	X8-24	0,5	2	0,5	2	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	4	4	2	4	1	4	4	3	38,51
61	X8-25	0,5	2	1	1,5	0	0,5	0,5	2	0	0	0	1,5	0	4	5	2	7	0	4	2	4	43,10
62	X8-26	0	0,5	1	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	1,5	0	7	3	0	3	2	4	3	4	35,06
63	X8-27	0,5	0	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	03,45
64	X8-28	0	0,5	0,5	2	1,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	2	0	7	4	4	4	0	3	0	0	37,36
65	X8-29	0,5	2	1,5	1	0	0,5	0	2	0	0	0	0,5	2	4	2	0	7	0	4	5	2	39,08
66	X8-30	0,5	2	1	2	2	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	7	4	0	3	0	4	2	2	35,06
67	X8-31	0,5	0	1,5	0	0,5	0,5	1,5	2	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	4	0	3	3	0	20,11
68	X8-32	0,5	2	1	2	0	0,5	0	2	0	0	0	0,5	5	4	4	3	4	0	4	3	1	41,95
69	X8-33	0,5	0,5	0,5	2	1	1	0,5	2	0	0	0	0	2	5	2	0	2	0	3	2	4	32,18
70	X8-34	0,5	0,5	0,5	2	1	1,5	0	0	0	0,5	0	0	0	3	0	0	2	2	3	2	0	21,26
71	X8-35	0,5	2	1,5	1	0,5	0,5	0,5	2	0	0	0	0	0	4	7	0	4	2	0	0	0	29,31
72	X8-36	0,5	0,5	1	0	1,5	1,5	0,5	1	0	0,5	0	0,5	0	0	2	0	7	0	0	7	2	29,31

LAMPIRAN 7
DAFTAR NILAI *PRETEST* KELOMPOK EKSPERIMEN

No	Kode	Nilai
1	X6-01	54,60
2	X6-02	35,63
3	X6-03	21,26
4	X6-04	37,36
5	X6-05	35,06
6	X6-06	27,59
7	X6-07	45,98
8	X6-08	36,21
9	X6-09	12,64
10	X6-10	34,48
11	X6-11	45,40
12	X6-12	33,33
13	X6-13	21,84
14	X6-14	27,01
15	X6-15	55,17
16	X6-16	48,85
17	X6-17	43,10
18	X6-18	27,01
19	X6-19	46,55
20	X6-20	41,38
21	X6-21	39,08
22	X6-22	37,36
23	X6-23	28,74
24	X6-24	46,55
25	X6-25	43,10
26	X6-26	32,76
27	X6-27	41,95
28	X6-28	37,36
29	X6-29	26,44
30	X6-30	38,51
31	X6-31	31,61
32	X6-32	31,03
33	X6-33	11,49
34	X6-34	39,66
35	X6-35	14,37
36	X6-36	12,07

No	Kode	Nilai
37	X8-01	33,33
38	X8-02	13,79
39	X8-03	36,78
40	X8-04	47,70
41	X8-05	20,69
42	X8-06	39,08
43	X8-07	30,46
44	X8-08	35,06
45	X8-09	35,06
46	X8-10	12,07
47	X8-11	34,48
48	X8-12	55,75
49	X8-13	16,09
50	X8-14	20,69
51	X8-15	21,26
52	X8-16	05,17
53	X8-17	51,15
54	X8-18	52,30
55	X8-19	26,44
56	X8-20	23,56
57	X8-21	74,14
58	X8-22	24,71
59	X8-23	37,36
60	X8-24	38,51
61	X8-25	43,10
62	X8-26	35,06
63	X8-27	03,45
64	X8-28	37,36
65	X8-29	39,08
66	X8-30	35,06
67	X8-31	20,11
68	X8-32	41,95
69	X8-33	32,18
70	X8-34	21,26
71	X8-35	29,31
72	X8-36	29,31

LAMPIRAN 8

UJI NORMALITAS SKOR *PRETEST* KETERAMPILAN BERPIKIR ILMIAH**Hipotesis**

Ho: Data terdistribusi normal

Ha: Data tidak terdistribusi normal

Rumus Chi Kuadrat (χ^2)

$$\chi^2 = \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

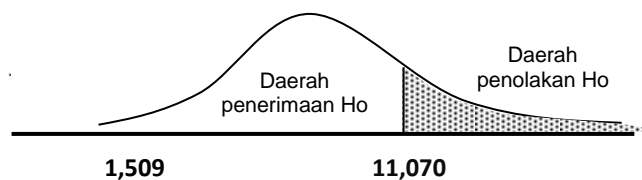
Panjang kelas: 12

Nilai Min: 3,45

Nilai Maks: 74,14

Interval	f_o	f_h	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$(f_o - f_h)^2 / f_h$
0 – 12	3	1,634	1,366	1,865	1,141
13 – 25	10	9,742	0,258	0,067	0,007
26 – 38	25	24,574	0,426	0,182	0,007
39 – 51	23	24,574	-1,574	2,476	0,101
52 – 64	10	9,742	0,258	0,067	0,007
65 – 77	1	1,634	-0,634	0,402	0,246
Jumlah	72	72	0,101		1,509

Untuk $\alpha = 5\%$, dengan dk = 6 - 1 = 5 diperoleh χ^2 tabel = 11,070



Karena χ^2_{hitung} berada pada daerah penerimaan Ho, maka *kelas eksperimen terdistribusi normal*

No	Kode	Soal																				Nilai	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
54	X8-18	2	2	2	2	1	1	2	2	1	0,5	0,5	2	4	7	7	7	7	0	4	7	4	74,71
55	X8-19	2	2	2	2	1,5	2	2	2	0,5	0,5	2	0,5	4	7	7	7	7	3	7	7	4	82,76
56	X8-20	2	2	1	2	1	2	2	2	0	0	2	2	7	7	7	7	7	7	7	5	4	87,36
57	X8-21	2	2	1	2	1,5	2	2	2	0,5	0,5	2	0,5	7	7	7	7	7	7	7	5	4	87,36
58	X8-22	2	2	0,5	2	1	1	2	1	1	2	1	0,5	4	7	7	7	7	7	7	7	4	83,91
59	X8-23	2	2	0,5	2	1	2	2	0,5	0	0	0,5	0,5	4	4	4	7	7	3	7	7	7	72,41
60	X8-24	2	2	0	2	1,5	1,5	0,5	0	0	0	0,5	0	7	7	7	7	5	3	7	7	4	73,56
61	X8-25	2	2	1	2	1	1	1	2	0,5	1	0,5	2	4	7	7	7	7	7	7	7	4	83,91
62	X8-26	2	2	1	2	2	2	2	2	0,5	2	0	2	4	7	5	5	7	7	7	7	4	83,33
63	X8-27	2	2	0,5	2	1,5	1,5	1	2	0,5	2	0,5	0,5	7	7	7	7	7	3	7	7	7	86,21
64	X8-28	2	2	1	2	2	2	1	2	0,5	1	0,5	2	4	7	4	7	7	7	7	7	4	82,76
65	X8-29	2	2	2	2	1	1	1	2	0,5	0,5	2	2	4	7	7	7	7	7	7	5	4	83,91
66	X8-30	2	2	0	2	1,5	1,5	2	2	1	2	0,5	2	7	7	7	7	7	7	7	4	4	86,78
67	X8-31	2	2	2	1	2	2	2	0,5	0,5	2	2	2	7	7	7	7	7	7	7	7	4	91,95
68	X8-32	2	2	2	2	2	2	2	2	0,5	2	2	2	4	7	7	6	7	3	7	7	4	85,63
69	X8-33	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	7	7	7	7	7	5	7	5	4	90,80
70	X8-34	2	2	0	2	2	2	0,5	1,5	0	0	0,5	0	4	7	7	7	7	5	7	7	4	77,59
71	X8-35	1	0,5	0,5	2	2	0,5	2	0,5	0,5	2	2	2	7	7	7	7	7	7	7	7	4	86,78
72	X8-36	2	2	0	2	1	1,5	1,5	2	0	2	0,5	0,5	4	7	7	7	7	3	7	7	4	78,16

LAMPIRAN 10

DAFTAR NILAI *POSTTEST* KELOMPOK EKSPERIMEN

No	Kode	Nilai
1	X6-01	81,61
2	X6-02	67,24
3	X6-03	75,86
4	X6-04	60,34
5	X6-05	76,44
6	X6-06	81,03
7	X6-07	81,03
8	X6-08	82,18
9	X6-09	72,41
10	X6-10	65,52
11	X6-11	78,16
12	X6-12	75,86
13	X6-13	76,44
14	X6-14	61,49
15	X6-15	85,06
16	X6-16	80,46
17	X6-17	90,80
18	X6-18	72,41
19	X6-19	90,23
20	X6-20	70,11
21	X6-21	83,91
22	X6-22	69,54
23	X6-23	93,10
24	X6-24	72,41
25	X6-25	87,36
26	X6-26	78,16
27	X6-27	77,01
28	X6-28	69,54
29	X6-29	72,99
30	X6-30	67,24
31	X6-31	84,48
32	X6-32	90,23
33	X6-33	81,61
34	X6-34	67,24
35	X6-35	75,86
36	X6-36	60,34

No	Kode	Nilai
1	X8-01	90,80
2	X8-02	77,59
3	X8-03	86,78
4	X8-04	78,16
5	X8-05	76,44
6	X8-06	79,89
7	X8-07	86,21
8	X8-08	94,83
9	X8-09	94,83
10	X8-10	77,01
11	X8-11	70,11
12	X8-12	91,38
13	X8-13	62,07
14	X8-14	79,31
15	X8-15	78,74
16	X8-16	60,34
17	X8-17	89,08
18	X8-18	91,95
19	X8-19	87,93
20	X8-20	92,53
21	X8-21	96,55
22	X8-22	74,71
23	X8-23	82,76
24	X8-24	87,36
25	X8-25	87,36
26	X8-26	83,91
27	X8-27	72,41
28	X8-28	73,56
29	X8-29	83,91
30	X8-30	83,33
31	X8-31	86,21
32	X8-32	82,76
33	X8-33	83,91
34	X8-34	86,78
35	X8-35	91,95
36	X8-36	85,63

LAMPIRAN 11

UJI NORMALITAS SKOR *POSTTEST* KELOMPOK EKSPERIMEN**Hipotesis**

Ho: Data terdistribusi normal

Ha: Data tidak terdistribusi normal

Rumus Chi Kuadrat (χ^2)

$$\chi^2 = \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

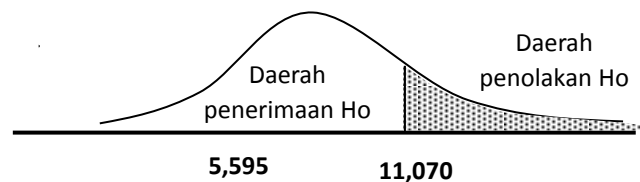
Panjang kelas: 6

Nilai Min: 60,34

Nilai Maks: 96,55

Interval	f_o	f_h	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$(f_o - f_h)^2 / f_h$
59 – 65	2	1,634	0,366	0,134	0,082
66 – 72	11	9,742	1,258	1,584	0,163
73 – 79	21	24,574	-3,574	12,771	0,520
80 – 86	20	24,574	-4,574	20,918	0,851
87 – 93	15	9,742	5,258	27,651	2,838
94 – 100	3	1,634	1,366	1,865	1,141
Jumlah	72	72	0,101		5,595

Untuk $\alpha = 5\%$, dengan dk = 6 - 1 = 5 diperoleh χ^2 tabel = 11,070



Karena χ^2_{hitung} berada pada daerah penerimaan Ho, maka *kelas eksperimen terdistribusi normal*

LAMPIRAN 12

ANALISIS UJI – t SKOR *PRETEST-POSTTEST* KETERAMPILAN BERPIKIR ILMIAH**Hipotesis:**

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

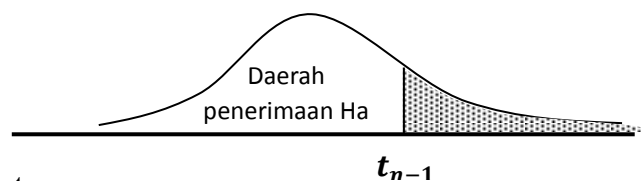
Uji Hipotesis

Untuk menguji hipotesis digunakan rumus:

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum xd^2}{N(n-1)}}}$$

Kriteria:

H_a diterima apabila $t_{hitung} > t_{n-1}$

**Perolehan data:**

Mean perbedaan <i>pretest</i> dengan <i>posttest</i> (Md)	Jumlah kuadrat deviasi ($\sum xd^2$)	Subjek pada sampel (N)
47,189	19320,611	72

Substitusi rumus uji t:

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum xd^2}{N(n-1)}}}$$

$$t = \frac{47,189}{\sqrt{\frac{19320,611}{72 \cdot (72 - 1)}}} = \frac{47,189}{\sqrt{3,779}}$$

$$t_{hitung} = 24,274$$

Untuk $\alpha = 5\%$ dengan $dk = n - 1 = 71$ diperoleh $t_{tabel} = 1,669$

Karena nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan jika terdapat perbedaan tingkat keterampilan berpikir ilmiah kelompok eksperimen sebelum dan sesudah implementasi strategi pembelajaran berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT).

2. Lembar Aktivitas Siswa

a. Aktivitas Siswa

Tabel Hasil Aktivitas Siswa

Aspek Pengamatan	Kelas X MIA 6								Kelas X MIA 8								Skor Penilaian
	Tgl: 25/3		Tgl: 07/4		Tgl: 08/4		Tgl: 21/4		Tgl: 24/3		Tgl: 06/4		Tgl: 07/4		Tgl: 20/4		
	Observer		Observer		Observer		Observer		Observer		Observer		Observer		Observer		
	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1.	4	3	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	64
2.	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	64
3.	3	4	4	5	4	5	5	4	3	4	5	4	4	5	4	4	67
4.	4	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	5	3	4	5	5	67
5.	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	60

b. Jumlah Siswa

Tabel Hasil Jumlah Siswa Pada Lembar Aktivitas Siswa

Aspek Pengamatan	Kelas X MIA 6								Kelas X MIA 8								Skor Penilaian
	Tgl: 25/3		Tgl: 07/4		Tgl: 08/4		Tgl: 21/4		Tgl: 24/3		Tgl: 06/4		Tgl: 07/4		Tgl: 20/4		
	Observer		Observer		Observer		Observer		Observer		Observer		Observer		Observer		
	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	Ke-	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1.	5	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	5	67
2.	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	77
3.	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	77
4.	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	76
5.	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	68



PERANGKAT PEMBELAJARAN
“BAB SUHU DAN KALOR”

Oleh

Hasri Arlin Wuriyudani

4201411142

Pendidikan Fisika

SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1 PATI

2015

LAMPIRAN 14
SILABUS MATA PELAJARAN: FISIKA

Satuan Pendidikan : SMA

Kelas /Semester : X

Kompetensi Inti:

KI 1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

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

KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

KI 4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1.1 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya	Suhu, Kalor dan Perpindahan Kalor	Mengamati <ul style="list-style-type: none"> Menyimak peragaan tentang: <ul style="list-style-type: none"> Simulasi pemuaiian rel kereta api Pemanasan es menjadi air Konduktivitas logam (aluminium, besi, tembaga, dan timah) Melakukan studi pustaka untuk mencari informasi mengenai pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda, pengaruh perubahan suhu benda terhadap ukuran 	Tugas Memecahkan masalah sehari-hari berkaitan dengan suhu dan perpindahan kalor Observasi Ceklist lembar	12 JP (4 x 3 JP)	Sumber <ul style="list-style-type: none"> PHYSICS: Principles with Aplication / Douglas C. Giancoli – 6th ed. Pearson Prentice
2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan , melaporkan, dan berdiskusi	<ul style="list-style-type: none"> Suhu dan pemuaiian Hubungan kalor dengan suhu benda 				

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
<p>3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari</p> <p>4.1 menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah</p> <p>4.6 Merencanakan dan melaksanakan percobaan untuk menyelidiki karakteristik termal suatu bahan, terutama kapasitas dan konduktivitas kalor</p>	<p>dan wujudnya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Azas Black • Perpindahan kalor secara konduksi, konveksi, dan radiasi 	<p>benda (pemuai), dan perpindahan kalor secara konduksi, konveksi dan radiasi</p> <p>Mempertanyakan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempertanyakan tentang pengaruh kalor terhadap suhu, wujud, dan ukuran benda • Mempertanyakan tentang azas Black dan perpindahan kalor <p>Eksperimen/explorasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan percobaan untuk menentukan kalor jenis logam <p>Asosiasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengolah data percobaan kalor jenis logam dengan menggunakan kalorimeter dalam bentuk penyajian data, membuat grafik, menginterpretasi dan grafik, dan menyusun kesimpulan. <p>Komunikasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat laporan hasil eksperimen • Mengkomunikasikan hasil percobaan dalam bentuk grafik 	<p>pengamatan kegiatan eksperimen</p> <p>Portofolio Laporan tertulis kelompok</p> <p>Tes Tes tertulis bentuk uraian tentang pemuai, dan azas Black dan/atau pilihan ganda tentang perpindahan kalor dengan cara konduksi dan konveksi</p>		<p>Hall</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>FISIKA SMA Jilid 1</i>, Pusat Perbukuan • <i>Panduan Praktikum Fisika SMA</i>, Erlangga • edukasi.net <p>Alat</p> <ul style="list-style-type: none"> • kalorimeter • kubus logam • termometer • stopwatch • lilin • batang logam aluminiu, tembaga, dan timah • pemanas air

LAMPIRAN 15
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)

Sekolah	: SMA Negeri 1 Pati
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X/Genap
Peminatan	: MIA
Alokasi Waktu	: 4 × 3 JP

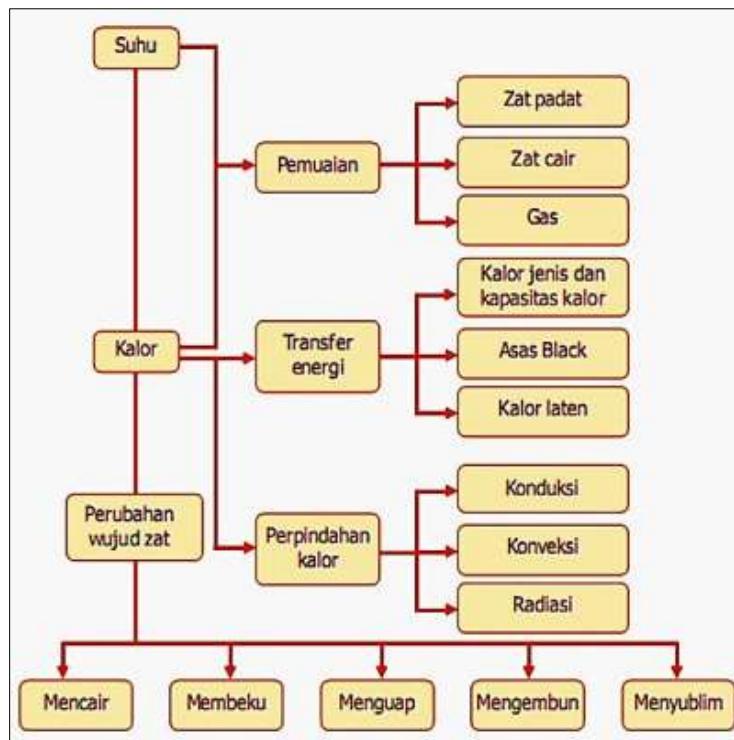
A. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerja sama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari
- 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah

C. Materi Pembelajaran



D. Bahan Ajar

Bahan ajar: Lembar jawab *pretest* dan soal *pretest* materi suhu-kalor

E. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
I. Pendahuluan <ol style="list-style-type: none"> Siswa bersama guru melaksanakan kegiatan berdoa dan presensi sebelum proses pembelajaran dimulai. Siswa diberikan soal <i>pretest</i> mengenai materi Suhu dan Kalor 	2 menit
II. Kegiatan Inti <ol style="list-style-type: none"> Siswa mengerjakan soal <i>pretest</i> selama 80 menit. Siswa mengumpulkan soal dan jawaban <i>pretest</i> kepada guru. 	80 menit

<p>III. Penutup</p> <ol style="list-style-type: none">a. Siswa diminta untuk membaca dan memahami materi suhu dan pemuaianb. Siswa diminta untuk mencari informasi berupa definisi atau konsep, contoh dalam kehidupan sehari-hari, dan aplikasi soal mengenai pemuaian (panjang, luas, volume) minimal 2 halaman, ditulis pada buku catatan, dan dikumpulkan pada pertemuan berikutnyac. Siswa bersama guru mengakhiri pembelajaran dengan doa bersama	8 menit
--	---------

Pati, Maret 2015

Mengetahui,

Guru Fisika

Peneliti

Yuli Sudargini, M.Pd.

NIP.197710302007012013

Hasri Arlin Wuriyudani

NIM. 4201411142

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah	: SMA Negeri 1 Pati
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X/Genap
Peminatan	: MIA
Alokasi Waktu	: 4 × 3 JP

A. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerja sama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.
- 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

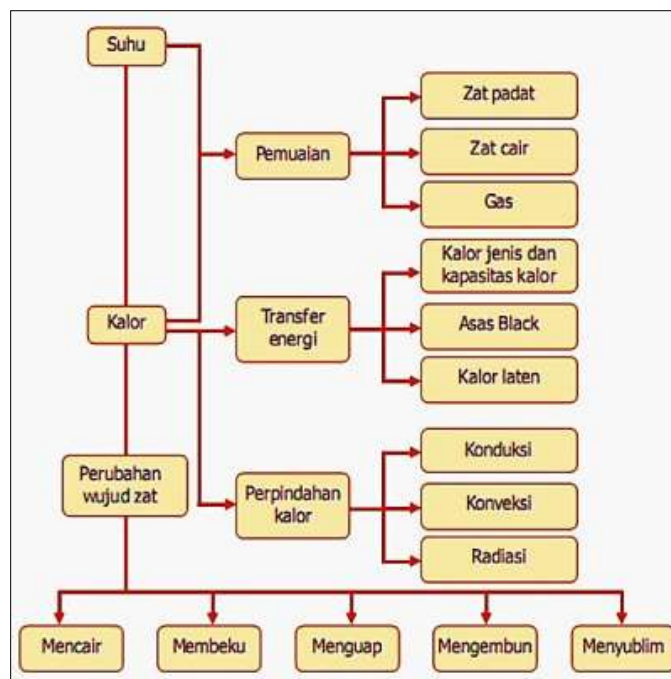
1. Menganalisis pengaruh suhu terhadap suatu zat
2. Menganalisis penetapan skala suhu pada termometer
3. Menganalisis fenomena pemuaian (Ekspansi Termal)

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah proses mencari informasi, menanya, dan berdiskusi siswa dapat :

1. Melakukan konversi suhu pada termometer (Celcius, Farenheit, Reamur, dan Kelvin)
2. Menetapkan skala sebuah termometer yang belum memiliki skala atau melakukan kalibrasi termometer dengan skala sembarang.
3. Menentukan besar pemuaian (panjang, luas, dan volume) pada berbagai zat secara kuantitatif.
4. Menjelaskan fenomena pemuaian (Ekspansi Termal) dalam kehidupan sehari-hari

E. Materi Pembelajaran



F. Metode Pembelajaran

1. Model : Cooperative Learning
2. Metode : - Diskusi
- Ceramah

G. Alat dan Bahan Ajar

1. Alat : Spidol, papan tulis, laptop dan LCD projector.
2. Bahan ajar : Buku pegangan Fisika untuk SMA/MA jilid 2 Penerbit Erlangga, Power Point suhu-kalor.

H. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>I. Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> Siswa bersama guru melaksanakan kegiatan berdoa dan presensi sebelum proses pembelajaran dimulai. Siswa mengumpulkan tugas dalam mencari definisi atau konsep, contoh dalam kehidupan sehari-hari, dan aplikasi soal mengenai pemuaiian (panjang, luas, volume). Siswa diberikan pertanyaan oleh guru, “pernahkah Anda (siswa) menyentuh es? Apa yang Anda rasakan?” Siswa menjawab pertanyaan yang diberikan oleh guru. Siswa mendengarkan klarifikasi jawaban oleh guru. Siswa memperhatikan guru dalam menjelaskan tujuan pembelajaran 	10 menit
<p>II. Kegiatan Inti</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengkonversi skala suhu pada termometer (Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin). <ul style="list-style-type: none"> Siswa memperhatikan penjelasan garis besar mengenai termometer Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin Siswa diberikan latihan soal Beberapa siswa diminta untuk menyelesaikan latihan soal. Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban dari guru Siswa diajak untuk mengaitkan konsep perbandingan senilai atau seharga dalam mengkonversi skala suhu pada termometer Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin. Siswa bertanya mengenai bagian yang masih belum dimengerti. Menetapkan skala termometer yang belum memiliki skala atau melakukan kalibrasi termometer. <ul style="list-style-type: none"> Siswa diajak untuk mengingat kembali konsep perbandingan senilai atau seharga untuk memahami langkah mengkalibrasi termometer. Siswa diberikan latihan soal untuk mengasah pemahaman Beberapa siswa diminta untuk menyelesaikan latihan soal Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban dari guru Siswa bertanya mengenai bagian yang masih belum dimengerti. 	70 menit

<p>c) Menentukan besar pemuai (panjang, luas, dan volum) pada berbagai zat secara kuantitatif.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dua orang siswa diminta untuk menyampaikan informasi yang telah didapatkan berupa definisi atau konsep, serta contoh pemuai (panjang, luas, volume) kepada teman-teman di muka kelas. • Siswa memperhatikan guru dalam penyampaian informasi dan klarifikasi terhadap informasi yang diberikan siswa. • Siswa diberikan latihan soal • Beberapa siswa diminta untuk menyelesaikan latihan soal • Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban dari guru • Siswa bertanya mengenai bagian yang masih belum dimengerti <p>d) Menjelaskan fenomena pemuai (Ekspansi Termal) dalam kehidupan sehari-hari</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa diminta untuk membaca dan memahami fenomena pemuai dalam kehidupan sehari-hari. • Siswa mendengarkan penjelasan materi fenomena pemuai • Siswa diberikan pertanyaan mengenai konsep pemuai yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari • Siswa diberikan latihan soal • Beberapa siswa diminta untuk menyelesaikan latihan soal • Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban dari guru • Siswa bertanya mengenai bagian yang masih belum dimengerti 	
<p>III. Penutup</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Siswa bertanya mengenai hal yang masih belum dimengerti b. Siswa dibantu guru menyimpulkan hasil pembelajaran c. Siswa diberi tugas untuk mencari dan melukiskan grafik suhu kalor disertai penjelasan dari makna grafik pada buku catatan. d. Siswa bersama guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa 	10 menit

Pati, Maret 2015

Mengetahui,

Guru Fisika

Peneliti

Yuli Sudargini, M.Pd.

NIP.197710302007012013

Hasri Arlin Wuriyudani

NIM. 4201411142

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)**

Sekolah	: SMA Negeri 1 Pati
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X/Genap
Peminatan	: MIA
Alokasi Waktu	: 4 × 3 JP

A. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerja sama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.
- 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

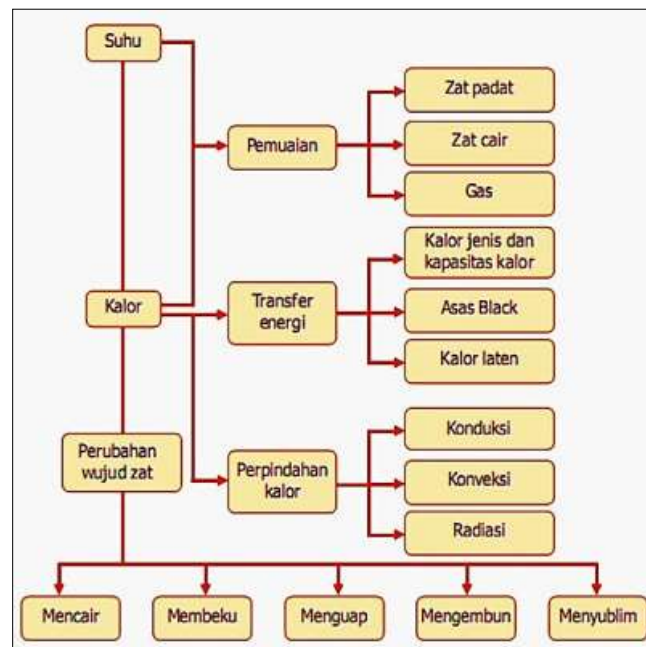
1. Menganalisis pengaruh kalor terhadap suatu zat.

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah proses mencari informasi, menanya, dan berdiskusi siswa dapat :

1. Menjelaskan perbedaan suhu, kalor, dan energi dalam.
2. Menjelaskan karakteristik antara kalor, kapasitas kalor, kalor jenis, dan kalor laten.
3. Menentukan persamaan kalor
4. Menjelaskan arti fisis dari persamaan kalor

E. Materi Pembelajaran



F. Metode Pembelajaran

1. Model : Cooperative Learning
2. Metode :
 - Eksperimen
 - Ceramah
 - Penugasan

G. Alat dan Bahan Ajar

1. Alat : Spidol, papan tulis, laptop dan LCD projector.
2. Bahan ajar : Buku pegangan Fisika untuk SMA/MA jilid 2 Penerbit Erlangga, lembar diskusi sub materi kalor.

H. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>I. Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Siswa bersama guru melaksanakan kegiatan berdoa dan presensi sebelum proses pembelajaran dimulai. b. Siswa bertanya mengenai hal yang masih belum dimengerti dalam konsep suhu dan pemuaiian. c. Siswa mendengarkan jawaban dari guru 	10 menit
<p>II. Kegiatan Inti</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Menjelaskan perbedaan suhu, kalor, dan energi dalam. <ul style="list-style-type: none"> • Siswa diminta untuk membaca dan memahami fenomena pemuaiian dalam kehidupan sehari-hari. • Siswa mendengarkan penjelasan materi fenomena pemuaiian • Siswa diberikan pertanyaan mengenai konsep pemuaiian yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari • Siswa menjawab pertanyaan dari guru • Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban dari guru • Siswa bertanya mengenai bagian yang masih belum dimengerti b. Menjelaskan karakteristik antara kalor, kapasitas kalor, kalor jenis, dan kalor laten c. Menjelaskan proses perubahan wujud berdasarkan pelepasan dan penerimaan kalor <ul style="list-style-type: none"> • Siswa kembali diminta guru untuk membaca materi mengenai karakteristik kalor, kapasitas kalor, kalor jenis, dan kalor laten • Siswa diminta untuk membentuk kelompok terdiri dari 4 orang • Setiap kelompok diberikan pertanyaan dan diminta untuk menyelesaikan pertanyaan tersebut. • Siswa tidak diperbolehkan membuka buku, internet, atau sumber referensi lain. • Setiap kelompok diberi waktu untuk menyelesaikan pertanyaan. • Ketika waktu mengerjakan sudah selesai, salah satu siswa diminta untuk mempresentasikan jawaban kelompoknya. • Kelompok lain ikut menanggapi jawaban. • Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban yang diberikan guru. 	70 menit

<p>d. Menjelaskan hubungan antara perubahan suhu dengan pelepasan dan penerimaan kalor melalui grafik suhu terhadap waktu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salah satu siswa diminta untuk menggambar grafik suhu dan kalor yang telah dikerjakan pada buku catatan ke papan tulis. • Siswa lain diminta untuk menjelaskan arti dari grafik. • Siswa lain ikut menanggapi jawaban. • Siswa memperhatikan klarifikasi dari guru mengenai arti dari grafik suhu kalor tersebut. <p>e. Menyelesaikan persoalan matematis yang berhubungan dengan perubahan wujud.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa diminta untuk memahami persamaan matematis dalam materi perubahan wujud • Siswa diberi kesempatan untuk bertanya mengenai bagian atau hal yang belum dimengerti • Siswa memperhatikan penjelasan atau jawaban dari guru • Siswa diberi latihan soal dan diminta untuk mengerjakan • Siswa menuliskan jawaban di papan tulis. • Siswa memperhatikan klarifikasi yang diberikan oleh guru 	
<p>III. Penutup</p> <p>a. Siswa mendengarkan penjelasan guru jika pada pertemuan berikutnya akan diadakan praktikum suhu dan kalor</p> <p>b. Siswa dibagi menjadi 6 kelompok dan setiap kelompok diberikan lembar praktikum untuk dipelajari terlebih dahulu</p> <p>c. Siswa diminta untuk segera menempatkan diri di laboratorium pada pertemuan berikutnya.</p> <p>d. Siswa bertanya mengenai hal yang masih belum dimengerti</p> <p>e. Siswa bersama guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa.</p>	10 menit

Pati, Maret 2015

Mengetahui,

Guru Fisika

Peneliti

Yuli Sudargini, M.Pd.

NIP.197710302007012013

Hasri Arlin Wuriyudani

NIM. 4201411142

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah	: SMA Negeri 1 Pati
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X/Genap
Peminatan	: M-IIA
Alokasi Waktu	: 4 × 3 JP

A. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerja sama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.
- 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

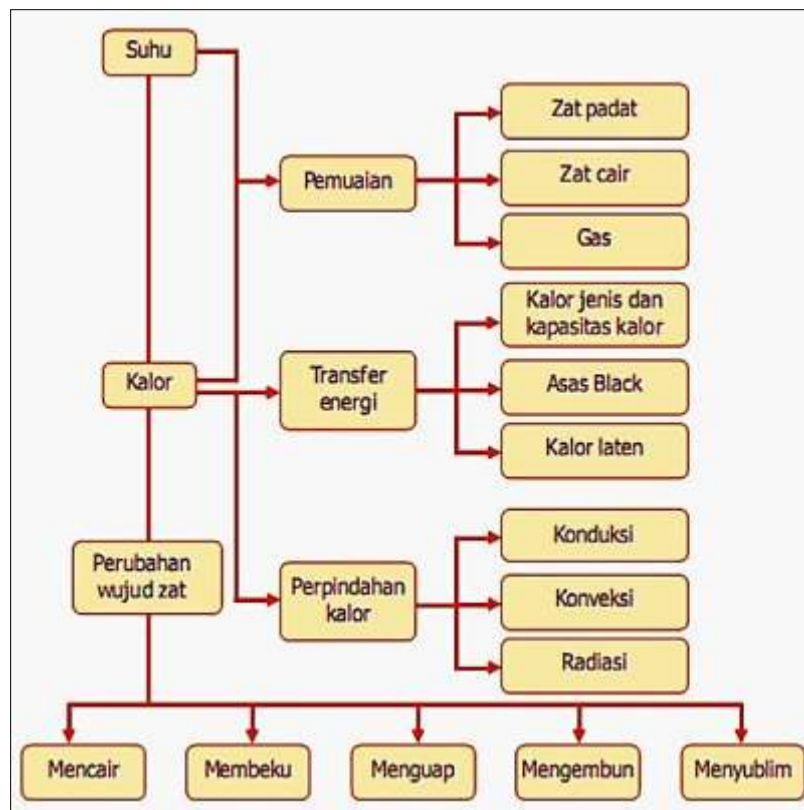
1. Menganalisis pengaruh kalor terhadap suatu zat.

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah proses mencari informasi, menanya, dan praktikum siswa dapat :

1. Menentukan persamaan kalor
2. Menjelaskan arti fisis dari persamaan kalor

E. Materi Pembelajaran



F. Metode Pembelajaran

1. Model : Cooperative Learning
2. Metode : - Eksperimen
- Tanya jawab
- Ceramah

G. Alat dan Bahan Ajar

1. Alat : Spidol, papan tulis, laptop, dan LCD projector.
2. Bahan ajar : Buku pegangan Fisika untuk SMA/MA jilid 2 Penerbit Erlangga, Lembar praktikum persamaan kalor.

H. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>I. Pendahuluan</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Siswa melaksanakan kegiatan berdoa dan presensi sebelum kegiatan praktikum dimulai. b. Siswa mendengarkan penjelasan guru bahwa hari ini akan dilakukan praktikum suhu kalor. c. Siswa dibagi menjadi 6 kelompok sesuai pembagian pada pertemuan sebelumnya d. Siswa mendengarkan guru membaca peraturan selama praktikum 	15 menit
<p>II. Kegiatan Inti</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Siswa diberikan waktu untuk melaksanakan praktikum selama 60 menit b. Selama praktikum siswa dapat bertanya kepada guru mengenai hal yang masih belum dimengerti. 	60 menit
<p>III. Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Setelah kegiatan praktikum dilaksanakan, siswa menunjukkan laporan sementara hasil praktikum untuk diteliti guru. b. Siswa diberi waktu 5 hari untuk membuat laporan praktikum individu sesuai dengan hasil pengamatan yang didapatkan. c. Siswa bertanya mengenai hal yang masih belum dimengerti. d. Siswa melakukan doa bersama guru setelah kegiatan praktikum selesai dan meninggalkan laboratorium dengan tertib. 	15 menit

Pati, Maret 2015

Mengetahui,

Guru Fisika

Peneliti

Yuli Sudargini, M.Pd.

NIP.197710302007012013

Hasri Arlin Wuriyudani

NIM. 4201411142

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah	: SMA Negeri 1 Pati
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X/Genap
Peminatan	: MIA
Alokasi Waktu	: 4 × 3 JP

A. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerja sama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.
- 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah

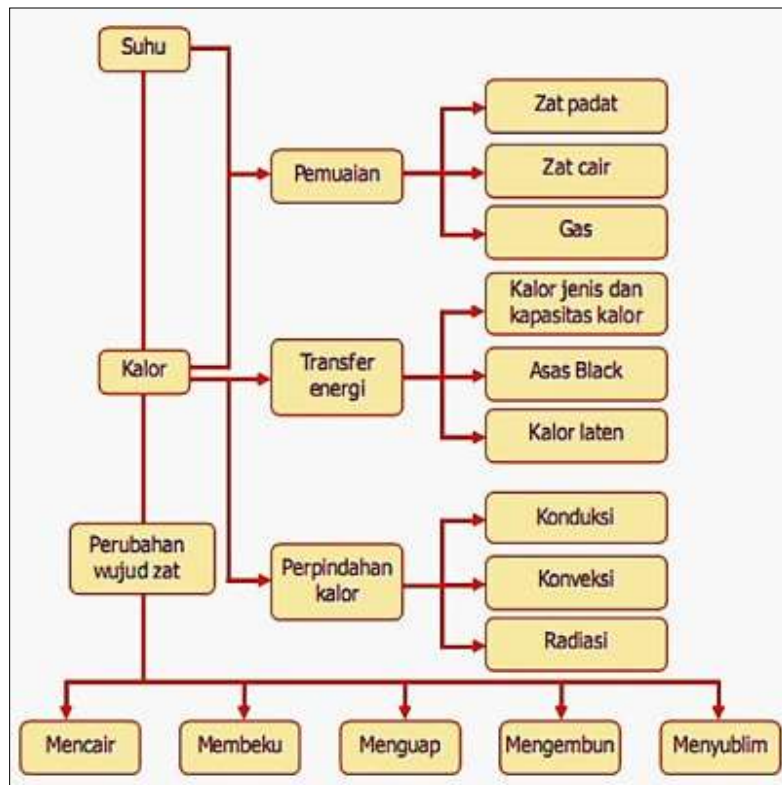
C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menganalisis pengaruh kalor terhadap suatu zat.

D. Tujuan Pembelajaran

Setelah proses mencari informasi, menanya, dan praktikum siswa dapat menyelesaikan persoalan matematis yang berhubungan dengan Hukum Kekekalan energi untuk kalor (Azas Black)

E. Materi Pembelajaran



F. Metode Pembelajaran

1. Model : Cooperative Learning
2. Metode : - Tanya jawab
- Ceramah

G. Alat dan Bahan Ajar

1. Alat : Spidol, papan tulis, laptop dan LCD projector.
2. Bahan ajar : Buku pegangan Fisika untuk SMA/MA jilid 2 Penerbit Erlangga,

H. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>I. Pendahuluan</p> <p>a. Siswa bersama guru melaksanakan kegiatan berdoa dan presensi sebelum proses pembelajaran dimulai.</p> <p>b. Siswa memperhatikan guru dalam menjelaskan tujuan pembelajaran</p>	10 menit
<p>II. Kegiatan Inti</p> <p>Menyelesaikan persoalan matematis yang berhubungan dengan Hukum Kekekalan energi untuk kalor (Azas Black)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa diminta untuk membaca penerapan Hukum Kekekalan Energi untuk kalor (Azas Black) • Siswa mengerjakan latihan soal yang diberikan oleh guru. • Salah seorang siswa diminta untuk maju dan mengerjakan latihan soal di papan tulis. • Siswa yang telah selesai mengerjakan soal kemudian menjelaskan jawaban kepada teman kelas. • Siswa lain menanggapi jawaban yang telah dituliskan di papan tulis • Guru memberikan klarifikasi jawaban yang diberikan siswa. 	75 menit
<p>III. Penutup</p> <p>a. Siswa dibantu guru menyimpulkan hasil proses pembelajaran.</p> <p>b. Siswa mendengarkan penjelasan guru bahwa pertemuan selanjutnya akan diadakan ulangan materi suhu kalor.</p> <p>c. Siswa bertanya mengenai hal yang masih belum dimengerti.</p> <p>d. Siswa bersama guru melakukan doa bersama setelah kegiatan pembelajaran selesai.</p>	10 menit

Pati, Maret 2015

Mengetahui,

Guru Fisika

Peneliti

Yuli Sudargini, M.Pd.

NIP.197710302007012013

Hasri Arlin Wuriyudani

NIM. 4201411142

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah	: SMA Negeri 1 Pati
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X/Genap
Peminatan	: MIA
Alokasi Waktu	: 4 × 3 JP

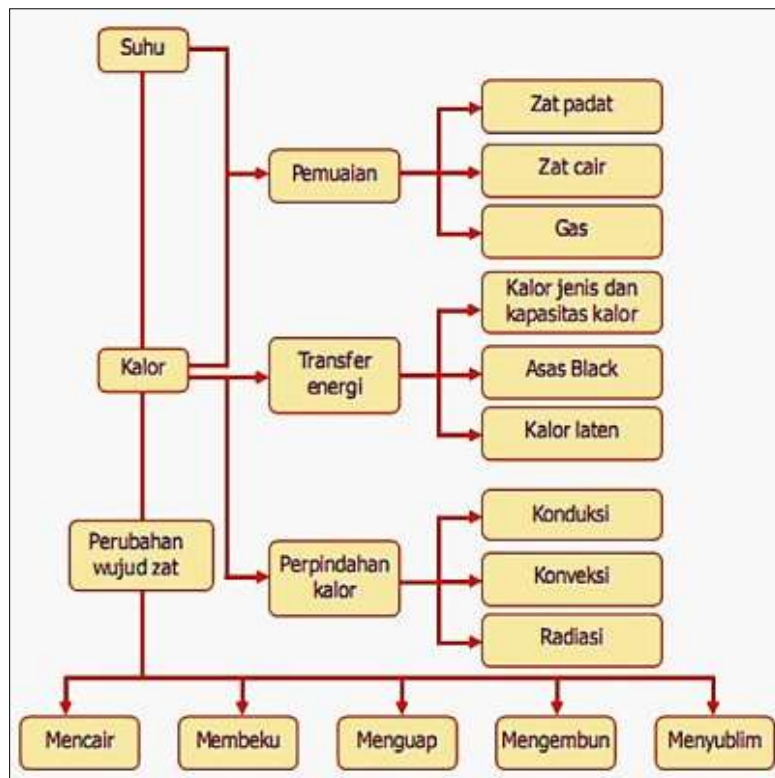
A. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI 2 : Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerja sama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar

- 3.7 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari.
- 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah

C. Materi Pembelajaran



D. Bahan Ajar

Bahan ajar : Lembar jawab *posttest* dan soal *posttest* materi suhu-kalor.

E. Kegiatan Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
<p>I. Pendahuluan</p> <p>a. Siswa bersama guru melakukan doa bersama, dan presensi sebelum kegiatan pembelajaran dimulai.</p> <p>b. Siswa mendengarkan penjelasan dari guru bahwa hari ini akan di adakan ulangan harian mengenai materi suhu kalor.</p> <p>c. Siswa dibagikan soal dan kertas jawaban <i>posttest</i>.</p>	2 menit

<p>II. Kegiatan inti</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Siswa diminta untuk menyelesaikan soal <i>posttest</i> selama 80 menit. b. Siswa diawasi guru selama pelaksanaan <i>posttest</i>. c. Siswa diminta untuk mengumpulkan lembar jawaban dengan soal diberikan kepada siswa. d. Siswa diminta untuk mengisi lembar angket respon siswa e. Siswa mengumpulkan jawaban lembar angket respon siswa. 	80 menit
<p>III. Penutup</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Siswa diberikan kalimat motivasi agar tetap semangat dalam menuntut ilmu. b. Siswa bersama guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan berdoa bersama 	8 menit

Pati, Maret 2015

Mengetahui,

Guru Fisika

Peneliti

Yuli Sudargini, M.Pd.

NIP.197710302007012013

Hasri Arlin Wuriyudani

NIM. 4201411142

LAMPIRAN 16

ANGKET RESPON SISWA TERHADAP IMPLEMENTASI STRATEGI PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS *HYPOTHETICAL LEARNING TRAJECTORI* (HLT)

Responden Yth,

Angket ini ditujukan kepada adik-adik dengan tujuan untuk melihat bagaimana strategi pembelajaran fisika berbasis *Hypothetical Learning Trajectori* (HLT) dapat meningkatkan pola berpikir ilmiah siswa. Perlu saya informasikan, angket ini tidak menyangkut perolehan nilai akademik, dan tidak ada jawaban yang dinilai benar atau salah. Oleh karena itu, dimohon kesediaan adik-adik untuk mengisi angket sesuai apa yang dipikirkan dan dirasakan. Akhir kata saya mengucapkan terima kasih atas partisipasi yang adik-adik berikan selama ini.

Nama :

No. Urut :

Berikan tanda (✓) pada kolom yang sesuai dengan jawaban anda

Keterangan :

STS : Sangat Tidak setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

SS : Sangat setuju

No	Pertanyaan	STS	TS	S	ST
1	Kemampuan saya mengidentifikasi besaran-besaran fisika dalam suatu soal meningkat. STS : semakin tidak mampu atau semakin bingung TS : tidak meningkat atau tidak ada perubahan. S : Terdapat peningkatan ST : semakin meningkat dan tepat				
2	Kemampuan saya merumuskan strategi pemecahan masalah dalam suatu soal fisika meningkat. STS : semakin tidak mampu atau semakin merasa kesulitan TS : tidak meningkat atau tidak ada perubahan. S : terdapat peningkatan ST : semakin meningkat dan tepat				
3	Kemampuan saya untuk menjelaskan jawaban secara matematis dengan lengkap dan benar meningkat STS : semakin tidak mampu atau lebih merasa kesulitan TS : tidak meningkat atau tidak ada perubahan. S : terdapat peningkatan ST : semakin meningkat dan tepat				
4	Kemampuan saya dalam mengidentifikasi nilai pada tabel dan grafik meningkat. STS : semakin tidak mampu atau lebih merasa kesulitan TS : tidak meningkat atau tidak ada perubahan. S : terdapat peningkatan ST : semakin meningkat dan tepat.				

5	<p>Kemampuan saya dalam menyampaikan data dalam bentuk grafik meningkat.</p> <p>STS : semakin tidak mampu atau lebih merasa kesulitan</p> <p>TS : tidak meningkat atau tidak ada perubahan.</p> <p>S : terdapat peningkatan</p> <p>ST : semakin mampu dan tepat</p>				
6	<p>Kemampuan saya dalam mengidentifikasi arti pada tabel dan grafik meningkat.</p> <p>STS : semakin tidak mampu atau lebih merasa kesulitan</p> <p>TS : tidak meningkat atau tidak ada perubahan.</p> <p>S : terdapat peningkatan</p> <p>ST : semakin mampu dan tepat</p>				
7	<p>Kemampuan saya merangkai suatu jawaban dalam menerapkan struktur kalimat yang baik dan benar (subjek, predikat, objek, dan keterangan) meningkat.</p> <p>STS : semakin tidak mampu atau lebih merasa kesulitan</p> <p>TS : tidak meningkat atau tidak ada perubahan.</p> <p>S : terdapat peningkatan</p> <p>ST : semakin mampu dan tepat</p>				
8	<p>Kemampuan saya dalam menggunakan kosakata disertai penyampaian materi dengan baik meningkat.</p> <p>STS : semakin tidak mampu atau lebih merasa kesulitan</p> <p>TS : tidak meningkat atau tidak ada perubahan.</p> <p>S : terdapat peningkatan</p> <p>ST : semakin mampu dan tepat</p>				
9	<p>Saya merasa lebih senang dan merasa tidak terbebani ketika pembelajaran fisika berbasis HLT diterapkan.</p> <p>STS : semakin merasa tidak senang dan semakin terbebani.</p> <p>TS : tidak senang dan terbebani.</p> <p>S : lebih senang dan tidak terbebani</p> <p>ST : semakin senang dan tidak pernah terbebani</p>				
10	<p>Saya berharap jika pembelajaran HLT diterapkan dalam setiap proses belajar di kelas.</p> <p>STS : sangat tidak berharap</p> <p>TS : tidak berharap</p> <p>S : mengharapkan</p> <p>ST : sangat mengharapkan</p>				
11	<p>Saya merasa penerapan pembelajaran HLT dapat berguna dalam mempermudah mempelajari fisika.</p> <p>STS : sangat tidak berguna</p> <p>TS : tidak berguna</p> <p>S : berguna</p> <p>ST : sangat berguna</p>				
12	<p>Saya lebih tertarik dan antusias jika dalam mempelajari fisika menerapkan pembelajaran HLT</p> <p>STS : sangat tidak tertarik dan sangat tidak antusias</p> <p>TS : tidak tertarik dan tidak antusias</p> <p>S : lebih tertarik dan antusias</p> <p>ST : sangat tertarik dan sangat antusias</p>				

LAMPIRAN 17
LEMBAR DISKUSI SISWA (LDS)

Identitas :

Kelompok :

Kelas :

Nama Anggota : 1 3

2 4

SOAL

1. Benar atau salah pernyataan dan alasan berikut:

Pernyataan:

Luka bakar yang diakibatkan oleh tersiram 200 gram air bersuhu 100°C akan lebih parah dibandingkan dengan yang diakibatkan tersentuh 200 gram besi bersuhu 100°C .
(keterangan: kalor jenis air $4200\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$ dan kalor jenis besi $450\text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$)

Alasan:

Kalor yang tersimpan dalam 200 gram air bersuhu 100°C lebih besar dibandingkan dengan kalor yang tersimpan dalam 200 gram besi bersuhu 100°C

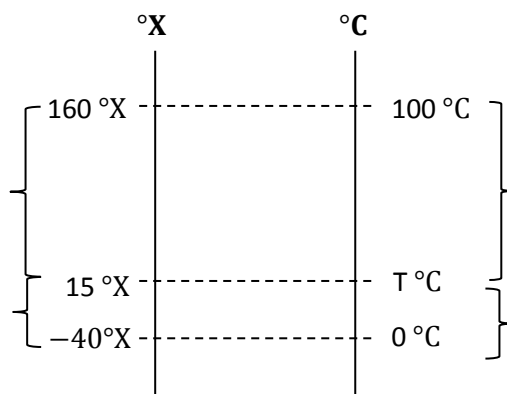
2. Sebuah termometer dengan skala bebas $^{\circ}\text{X}$ memiliki titik beku air pada -40°X dan titik didih air 160°X . Pada saat termometer tersebut terbaca 15°X , maka termometer skala celcius terbaca $^{\circ}\text{C}$
3. Panjang kolom raksa dalam sebuah tabung kaca dengan diameter seragam adalah 30 mm pada suhu 273 K dan 280 mm pada suhu 373 K. Berapakah suhu yang ditunjukkan oleh termometer ini ketika panjang kolom raksa adalah 180 mm?
4. Sebuah pemanas listrik memerlukan 15 menit untuk meningkatkan suhu 800 gram cairan tertentu dari 300 K ke titik didihnya pada 423 K. Dalam 3 menit berikutnya, massa 155 gram cairan tersebut diuapkan. Misalnya kalor jenis cairan adalah 4500 J/kg K dan kalor hilang ke atmosfer dan wadah diabaikan, maka kalor laten uap dari cairan adalah?
5. Terdapat 100 gram es dari -5°C dicampur dengan 200 gram air dari 30°C pada tekanan 1 atm. Kalor jenis es $0,5\text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$ dan kalor lebur es 80 kal/gram . Jika hanya terjadi pertukaran kalor antara air dan es, berapakah suhu setimbangnya?

LAMPIRAN 18
KUNCI JAWABAN LEMBAR DISKUSI SISWA

1. **Pernyataan benar.** Kalor yang dilepaskan zat dirumuskan oleh $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Untuk massa (m), dan perubahan suhu (ΔT) yang sama, maka besar kalor (Q) yang dilepas zat hanya bergantung pada kalor jenis zat (c). Dari keterangan terlihat jika kalor jenis air lebih besar daripada kalor jenis besi, sehingga kalor yang dilepaskan air lebih besar dengan efek luka lebih parah dibandingkan dengan kalor yang dilepas besi.

Alasan kurang tepat. Kalor adalah istilah untuk energi dalam yang berpindah dari suatu benda ke benda lain karena perbedaan suhu. Jadi tidaklah tepat untuk menyatakan kalor yang tersimpan dalam 100 gram air bersuhu 100°C . Akan lebih tepat jika alasan diubah menjadi energi dalam yang tersimpan 100 gram air bersuhu 100°C .

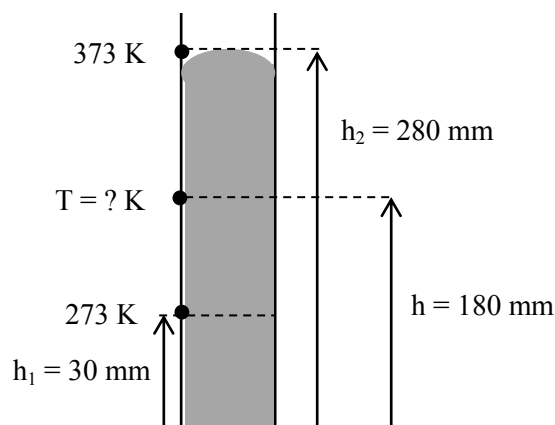
2. Sketsa termometer X dan C :



Persamaan dari kedua termometer adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{160 - 15}{15 - (-40)} &= \frac{100 - T}{T - 0} \\ \frac{145}{55} &= \frac{100 - T}{T} \\ 145 T &= 55 (100 - T) \\ 145 T &= 5500 - 55 T \\ T &= 27,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

3. Sketsa tabung kaca:



Berdasarkan sketsa tabung kaca, maka didapatkan persamaan:

$$\frac{373 - T}{280 - 180} = \frac{T - 273}{180 - 30}$$

$$\frac{373 - T}{100} = \frac{T - 273}{150}$$

$$150(373 - T) = 100(T - 273)$$

$$83250 = 250 T$$

$$T = 333 \text{ K}$$

4. Diketahui: $t_1 = 15 \text{ menit} = 900 \text{ s}$
 $m_{\text{cair}} = 800 \text{ g}$
 $T_1 = 300 \text{ K}$
 $T_2 = 423 \text{ K}$
 $t_2 = 3 \text{ menit} = 180 \text{ s}$
 $m_{\text{uap}} = 155 \text{ g}$
 $c_{\text{cairan}} = 4500 \text{ J/K.kg}$

Ditanya L_v ...?

Jawab

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$P \cdot t_1 = 0,8 \cdot 4500 \cdot (423 - 300)$$

$$P \cdot 900 = 0,8 \cdot 4500 \cdot 123$$

$$P = \frac{442800}{900}$$

$$P = 490 \text{ watt}$$

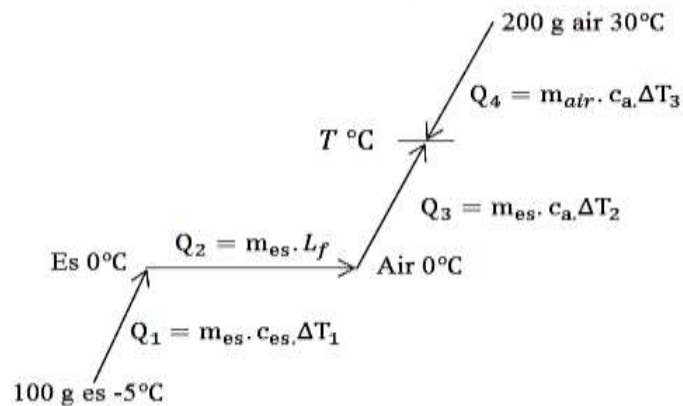
$$Q_2 = m \cdot L_v$$

$$P \cdot t_2 = 0,155 \cdot L_v$$

$$\frac{490 \cdot 180}{0,155} = L_v$$

$$L_v = 5,7 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$$

5. Berikut adalah diagram suhu kalor dari permasalahan:



Penyelesaian:

Q lepas = Q terima

$$Q_4 = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$m_{\text{air}} \cdot c_a \cdot \Delta T_3 = m_{\text{es}} \cdot c_{\text{es}} \cdot \Delta T_1 + m_{\text{es}} \cdot L_f + m_{\text{es}} \cdot c_a \cdot \Delta T_2$$

$$\{200 \cdot 1 \cdot (30 - T)\} = \{100 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-5))\} + \{100 \cdot 80\} + \{100 \cdot 1 \cdot (T - 0)\}$$

$$\{6000 - 200T\} = \{100 \cdot 2,5\} + \{8000\} + \{100T\}$$

$$-2250 = 300 T$$

$$T = -\frac{22,5}{3}^\circ\text{C}$$

Karena T bernilai *negatif* maka suhu setimbang adalah 0°C . Ini berarti *tidak seluruh massa es melebur*.

LAMPIRAN 19
LEMBAR PRAKTIKUM FISIKA “SUHU DAN KALOR”

Kelompok :

Nama Anggota:

1.
2.
3.
4.
5.
6.

A. Tujuan : Menentukan persamaan kalor.

B. Alat dan Bahan:

- Termometer
- Gelas ukur
- Pemanas listrik (*heater*)
- Air
- Stopwatch

C. Langkah Kerja

1. Keterkaitan Perubahan Suhu dan Massa

- a) Ambillah air dengan gelas ukur (minimal 100 ml)
- b) Masukkan air ke dalam pemanas listrik (*heater*)
- c) Ukurlah suhu awal air tersebut menggunakan termometer. Usahakan termometer tidak bersentuhan dengan tangan karena dapat mempengaruhi hasil pengukuran.
- d) Siapkan stopwatch untuk mengukur waktu pemanasan (maksimal 5 menit)
- e) Alirkan arus listrik pada pemanas listrik (*heater*).
- f) Mulailah menghitung waktu yang diperlukan untuk memanaskan air.
- g) Setelah waktu yang ditentukan selesai, ukurlah suhu akhir air tersebut menggunakan termometer.
- h) Catatlah berapa suhu akhir air tersebut pada tabel data pengamatan 0.1.
- i) Ulangi langkah (a) sampai (h) sebanyak 5 kali dengan massa air yang berbeda namun dengan waktu pemanasan yang sama.

2. Keterkaitan Perubahan Suhu dan Kalor

- a) Ambillah air dengan gelas ukur (minimal 100 ml)
- b) Masukkan air ke dalam pemanas listrik (*heater*)
- c) Ukurlah suhu awal air tersebut menggunakan termometer. Usahakan termometer tidak bersentuhan dengan tangan karena dapat mempengaruhi hasil pengukuran.
- d) Siapkan stopwatch untuk mengukur waktu pemanasan (maksimal 5 menit)
- e) Alirkan arus listrik pada pemanas listrik (*heater*).
- f) Mulailah menghitung waktu yang diperlukan untuk memanaskan air.
- g) Setelah waktu yang ditentukan selesai, ukurlah suhu akhir air tersebut menggunakan termometer.
- h) Catatlah berapa suhu akhir air tersebut pada tabel data pengamatan 0.2.
- i) Ulangi langkah (a) sampai (h) sebanyak 5 kali dengan waktu pemanasan yang berbeda namun dengan massa air yang sama.

D. Data Pengamatan

Tabel 0.1 Data percobaan dengan Q tetap

No.	Massa air m (kg)	Suhu awal T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu akhir T ($^{\circ}\text{C}$)	Kenaikan suhu $\Delta T = T - T_0$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

Tabel 0.2 Data percobaan dengan m tetap

No.	Waktu pemanasan t (sekon)	Suhu awal T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu akhir T ($^{\circ}\text{C}$)	Kenaikan suhu $\Delta T = T - T_0$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

E. Hasil dan Pembahasan

1. Berdasarkan data Anda pada Tabel 0.1, buatlah grafik ΔT terhadap m .
2. Berdasarkan data Anda pada Tabel 0.2, buatlah grafik ΔT terhadap selang waktu pemanasan t .
3. Dari grafik pada yang telah Anda lukis pada pertanyaan 1 dan 2, nyatakanlah bagaimana kesimpulan yang dapat Anda peroleh.

F. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

LAMPIRAN 20
REKAPITULASI VALIDITAS SOAL UJI COBA

A. Soal Benar Salah

No Soal	Koefisien Korelasi	Status	Keterangan
1	0,466	Valid	Dipakai
2	0,092	Tidak Valid	Tidak Dipakai
3	0,221	Tidak Valid	Tidak Dipakai
4	0,439	Valid	Dipakai
5	0,465	Valid	Dipakai
6	0,515	Valid	Dipakai
7	0,296	Tidak Valid	Tidak Dipakai
8	0,499	Valid	Dipakai
9	0,425	Valid	Dipakai
10	0,502	Valid	Dipakai
11	0,661	Valid	Dipakai
12	0,499	Valid	Dipakai
13	0,622	Valid	Dipakai
14	0,535	Valid	Dipakai
15	0,566	Valid	Dipakai
16	0,361	Tidak Valid	Tidak Dipakai

B. Soal Uraian

No Soal	Koefisien Korelasi	Status	Keterangan
17	0,018	Tidak Valid	Tidak Dipakai
18	0,445	Valid	Dipakai
19	0,625	Valid	Dipakai
20	0,779	Valid	Dipakai
21	0,503	Valid	Dipakai
22	0,520	Valid	Dipakai
23	0,449	Valid	Dipakai
24	0,858	Valid	Dipakai
25	0,698	Valid	Dipakai
26	0,495	Valid	Dipakai

LAMPIRAN 21
SOAL UJI COBA *PRETEST-POSTTEST*
“Suhu dan Kalor”

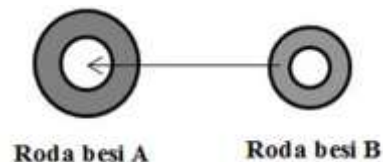
Petunjuk Mengerjakan :

1. Bacalah doa sebelum Anda mengerjakan soal
2. Soal **TIDAK** boleh dicoret-coret
3. Tuliskan Nama, No Urut, dan Kelas pada lembar jawaban
4. Selesaikan soal dalam waktu 80 menit dan jawablah pada lembar jawaban Anda dengan tepat

A. Benar atau salahkah pernyataan berikut? Berikan alasan yang mendasari jawaban Anda

1. Pemasangan kabel listrik harus dipasang kendur dari satu tiang ke tiang yang lain, hal ini karena pada malam hari atau saat udara dingin kabel akan menyusut sehingga ikatan kabel menjadi longgar.

2. Misalkan Anda memiliki dua buah roda besi seperti gambar (roda besi A dan roda besi B). Jika Anda ingin memasang roda besi B ke dalam lubang roda besi A, maka Anda harus memanaskan roda besi B.



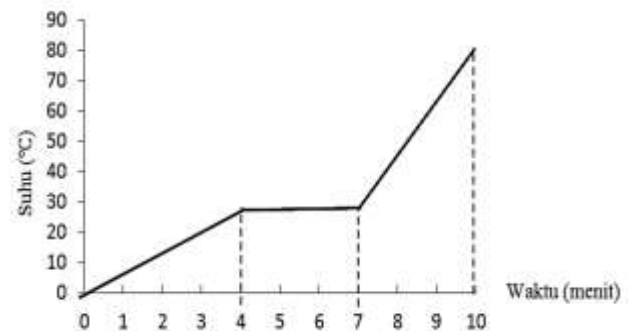
3. Besarnya nilai kalor jenis suatu benda (c) dipengaruhi oleh besarnya kalor (Q) yang diterima benda tersebut.
4. Pada proses perubahan wujud yaitu menguap, berarti zat melepaskan kalor.
5. Agar gelas tidak pecah ketika kita ingin menuangkan air panas ke dalam gelas tersebut, maka kita harus menuangkan air panas secara perlahan-lahan.
6. Andi ingin membuka dua buah gelas kaca yang macet (tidak dapat dipisahkan) seperti pada gambar. Maka hal yg dilakukan Andi adalah memberikan air dingin 0°C pada gelas P.



7. Untuk mempermudah membuka tutup botol minuman bersoda diperlukan air panas untuk dituangkan pada permukaan tutup tersebut.
8. Semua bahan memuai jika dipanaskan
9. Semua termometer memberikan skala yang sama bila mengukur suhu suatu sistem tertentu
10. Selama perubahan fasa, suhu suatu zat adalah konstan
11. Nilai dari kalor lebur tidak dipengaruhi oleh banyaknya kalor yang diberikan pada suatu zat. Melainkan dipengaruhi oleh karakteristik zat itu sendiri.

Grafik di bawah ini untuk pertanyaan (12) sampai (16). Informasi dalam grafik menunjukkan kenaikan suhu 1 kg suatu zat, yang awalnya padat, dan dipanaskan dengan laju yang seragam 3000 J/menit.

12. Kalor jenis zat lebih kecil ketika padat daripada ketika cair
13. Setelah 4 menit pemanasan, zat seluruhnya menjadi cair
14. Kalor lebur zat adalah 9000 J/kg
15. Setelah 7 menit, zat seluruhnya menjadi gas
16. Kalor jenis zat untuk 3 menit pertama adalah 1000 J/kg.



B. Uraian

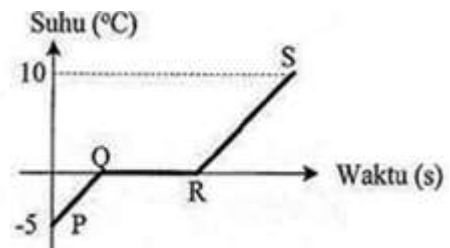
17. Nitrogen mendidih pada 323 K. Nyatakan suhu tersebut dalam Fahrenheit dan Reamur!
18. Pada suhu berapa skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama?
19. Sebatang baja dengan panjang 2,0 m dipanasi dari 290 K sampai 540 K. Hitung panjang baja pada suhu 540 K. Koefisien muai panjang baja adalah $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.
20. Nino membuat sebuah termometer yang disebut dengan termometer X. Pada termometer ini air membeku pada 20^0 X dan air mendidih pada 150^0 X . Ketika Nino mengukur suhu air panas menggunakan termometer Celsius, maka suhu air panas tersebut menunjukkan angka 50°C . Berapa suhu air panas tersebut jika diukur menggunakan termometer X?
21. Termometer A dan B digunakan untuk mengukur suhu fluida x, y, dan z. Tentukan nilai t pada tabel di samping ini.

**Tabel Perbandingan Skala
Termometer Celcius dan Termometer X**

	Termometer Celcius ($^{\circ}\text{C}$)	Termometer X ($^{\circ}\text{X}$)
Titik Tetap Atas	100 $^{\circ}\text{C}$	150 $^{\circ}$
Titik Tetap Bawah	0 $^{\circ}\text{C}$	20 $^{\circ}$
Suhu	50 $^{\circ}\text{C}$... $^{\circ}\text{X}$

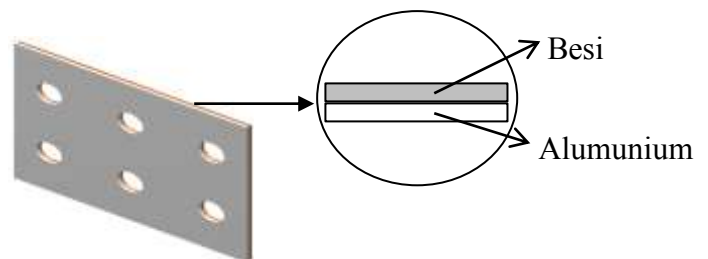
Fluida	Termometer A	Termometer B
x	125 $^{\circ}$	125 $^{\circ}$
y	100 $^{\circ}$	75 $^{\circ}$
z	50 $^{\circ}$	t

22. Perhatikan grafik pemanasan 2 kg es berikut ini! Jika kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor lebur es 336.000 J/kg dan kalor jenis air adalah $4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, maka kalor yang dibutuhkan dalam proses dari P-Q-R adalah.



23. Sebuah balok es 30 g pada 0°C dicelupkan ke dalam bejana berisi 200 g air pada 30°C . Jika bejana dianggap tidak menyerap kalor, berapakah suhu akhir campuran? kalor lebur es = $336 \times 10^3 \text{ J/kg}$, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kg K}$. Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut.
24. Berapa banyak kalor harus diambil dari 2 kg es bersuhu 0°C untuk mengubahnya menjadi air bersuhu 0°C ? Diketahui jika kalor lebur es = $3,36 \times 10^5 \text{ J/kg}$, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kg}$.
25. Berapa banyak kalor harus diambil dari 0,5 kg air bersuhu 30°C untuk mengubahnya menjadi es bersuhu 0°C ? Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut. Diketahui jika kalor lebur es = $3,36 \times 10^5 \text{ J/kg}$, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kg}$

26. Mengapa keping bimetal melengkung ketika dipanaskan atau didinginkan? Ke manakah arah melengkungnya bimetal disamping ini ketika dipanaskan? (atas atau bawah). Lalu Ke manakah arah melengkungnya bimetal disamping ini ketika didinginkan?



{keterangan: koefisien muai aluminium $2,55 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, sedangkan besi $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ }.

--- Selamat mengerjakan ---

LAMPIRAN 22
SKOR VALIDITAS SOAL UJI COBA *PRETEST-POSTTEST*

SOAL BENAR-SALAH	Absen	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	SKOR	
	1	2	2	2	2	1,5	2	1	1	0,5	2	0,5	0,5	1	1	0,5	0	19,5	
	2	0	2	2	2	1,5	1	2	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	15	
	3	1,5	2	2	2	1	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	1,5	1	0,5	17,5	
	4	2	2	1,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	0,5	1	0,5	0,5	1	0	19,5	
	5	1	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	0	0	1	0,5	0,5	1	0,5	16,5
	6	2	2	2	2	1,5	1,5	1	2	2	1	1	1	0,5	0,5	1	1	0	21
	7	1	2	2	1	1	1,5	1	2	2	1	0,5	0	0,5	1,5	1	0,5	18,5	
	8	2	2	2	1,5	1	2	2	1	2	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	17
	9	2	2	1	2	2	2	2	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1	0	22
	10	1	2	0,5	2	0	1	2	0	1,5	0	0	0	0	1,5	0,5	0,5	0,5	12,5
	11	1	2	2	2	0	2	2	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	13,5
	12	2	2	0,5	2	0,5	1,5	2	0	1	0,5	0,5	1	1	1	2	1,5	1	19
	13	2	1,5	0	0	1	1,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	14	2	2	2	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	13,5
	15	0	2	2	1	0	1	2	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0	0	11
	16	2	2	1	2	1	2	2	1	1,5	0	1	0,5	1	1,5	0	0,5	0	19
	17	1	2	2	1	1,5	1	1,5	2	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	2	2	19
	18	2	2	2	2	0	1	1	1,5	0,5	0	1	0,5	0,5	1,5	0	0	0	15,5
	19	2	2	1	2	0,5	0,5	1,5	1	1	0	0	1	1	1	0,5	0	0	14
	20	0	2	2	2	1	1	2	0	2	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0,5	14,5
	21	1	2	2	2	2	1,5	2	1,5	0,5	2	1	1	1	1	2	1	0	22,5
	22	2	2	1	2	0,5	2	2	1,5	1	0,5	0,5	1	0,5	2	1,5	0	0	20
	23	2	2	1	2	1	0,5	2	2	2	0	1	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	19
	24	0	2	2	2	2	1	1	2	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	14
	25	2	2	2	2	1,5	2	2	1	1,5	2	1	1	1	2	0,5	0	0	23,5
	26	1	2	1,5	2	0,5	1,5	1,5	2	1	1,5	0	0	1	1	0	0	0	16,5
	27	2	2	2	2	2	2	2	0,5	2	0	0,5	0	2	0,5	1	0,5	0	21
	28	2	2	0,5	2	1,5	0,5	1,5	0	1	0	1	0	1,5	1,5	0	0,5	0	15,5
	29	2	1	2	2	1,5	1	2	2	0,5	1	1	1	1	1	1,5	0	0	20,5
	30	2	2	2	2	0,5	2	2	0,5	1	0	1	1	0,5	0	0	0	0	16,5
	31	0	2	2	2	1,5	1	1,5	0	0	0,5	0	0	0	0	1,5	0	0	12
	32	2	2	1	2	1	2	1,5	1	2	0	2	0,5	2	2	1,5	1	0	23,5
	33	2	2	2	2	2	2	2	1,5	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1	1	25
34	2	2	2	2	1	2	2	1	1	0,5	1	1	1	1	2	1	1,5	23	
Nilai Val.	0,466	0,092	0,221	0,439	0,465	0,515	0,296	0,499	0,425	0,502	0,661	0,499	0,622	0,535	0,566	0,361			
Kriteria	valid	tidak	tidak	valid	valid	valid	tidak	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	tidak		

SKOR RELIABILITAS SOAL UJI COBA *PRETEST-POSTTEST*

SOAL BENAR-SALAH	Absen	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	SKOR	Y ²	
	1	2	2	2	2	1,5	2	1	1	0,5	2	0,5	0,5	0,5	1	1	0,5	0	19,5	380,25
	2	0	2	2	2	1,5	1	2	1,5	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	15	225
	3	1,5	2	2	2	1	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	1,5	1	0,5	17,5	306,25
	4	2	2	1,5	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0	19,5	380,25
	5	1	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	0	0	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	16,5	272,25
	6	2	2	2	2	1,5	1,5	1	2	2	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	0	21	441
	7	1	2	2	1	1	1,5	1	2	2	1	0,5	0	0,5	0,5	1,5	1	0,5	18,5	342,25
	8	2	2	2	1,5	1	2	2	1	2	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	17	289
	9	2	2	1	2	2	2	2	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1	22	484
	10	1	2	0,5	2	0	1	2	0	1,5	0	0	0	0	0	1,5	0,5	0,5	12,5	156,25
	11	1	2	2	2	0	2	2	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	13,5	182,25
	12	2	2	0,5	2	0,5	1,5	2	0	1	0,5	0,5	1	1	1	2	1,5	1	19	361
	13	2	1,5	0	0	1	1,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	49
	14	2	2	2	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	13,5	182,25
	15	0	2	2	1	0	1	2	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0	0	11	121
	16	2	2	1	2	1	2	2	1	1,5	0	1	0,5	1	1,5	0	0,5	0,5	19	361
	17	1	2	2	1	1,5	1	1,5	2	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	2	2	19	361
	18	2	2	2	2	0	1	1	1,5	0,5	0	1	0,5	0,5	0,5	1,5	0	0	15,5	240,25
	19	2	2	1	2	0,5	0,5	1,5	1	1	0	0	1	1	0,5	0	0	0	14	196
	20	0	2	2	2	1	1	2	0	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	14,5	210,25
	21	1	2	2	2	2	1,5	2	1,5	0,5	2	1	1	1	1	2	1	0	22,5	506,25
	22	2	2	1	2	0,5	2	2	1,5	1	0,5	0,5	1	0,5	2	1,5	0	0	20	400
	23	2	2	1	2	1	0,5	2	2	2	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	19	361
	24	0	2	2	2	2	1	1	2	1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	14	196
	25	2	2	2	2	1,5	2	2	1	1,5	2	1	1	1	1	2	0,5	0	23,5	552,25
	26	1	2	1,5	2	0,5	1,5	1,5	2	1	1,5	0	0	0	1	1	0	0	16,5	272,25
	27	2	2	2	2	2	2	2	0,5	2	0	0,5	0	0	2	0,5	1	0,5	21	441
	28	2	2	0,5	2	1,5	0,5	1,5	0	1	0	1	0	0	1,5	1,5	0	0,5	15,5	240,25
	29	2	1	2	2	1,5	1	2	2	0,5	1	1	1	1	1	1	1,5	0	20,5	420,25
	30	2	2	2	2	0,5	2	2	0,5	1	0	1	1	1	0,5	0	0	0	16,5	272,25
	31	0	2	2	2	1,5	1	1,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	1,5	0	12	144
	32	2	2	1	2	1	2	1,5	1	2	0	2	0,5	2	2	2	1,5	1	23,5	552,25
	33	2	2	2	2	2	2	2	1,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1	25	625
34	2	2	2	2	1	2	2	1	1	0,5	1	1	1	1	2	1	1,5	23	529	
∑																			597,5	11052,25
∑ X	50,5	66,5	54	62	37,5	48	56,5	36,5	39,5	17	20	18,5	21,5	31,5	25	13				
∑ X ²	93,25	131,25	97,5	119,50	53,75	78	99,25	57,25	58,25	21,50	18,50	14,75	24,25	46,75	31,50	13				
σ _i ²	0,553	0,035	0,356	0,195	0,375	0,310	0,162	0,547	0,374	0,394	0,204	0,142	0,323	0,532	0,398	0,243				
∑σ _i ²	5,145																			
σ _t ²	16,729																			
r ₁₁	0,713																			

Kriteria: TINGGI

SOAL URAIAN	Absen	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	soal 21	soal 22	soal 23	soal 24	soal 25	soal 26	SKOR	Y ²
	1	3	0	6	5	0	6	0	7	7	6	40	1600
	2	6	7	7	5	2	5	2	7	4	0	45	2025
	3	6	3	3	7	5	5	0	7	7	6	49	2401
	4	5	6	9	5	6	2	0	5	7	5	50	2500
	5	3	0	7	3	0	6	0	5	4	5	33	1089
	6	6	4	7	5	5	6	5	7	5	7	57	3249
	7	0	3	4	5	0	7	2	5	2	5	33	1089
	8	5	3	7	5	0	7	7	7	5	5	51	2601
	9	6	7	4	5	5	5	2	5	5	5	49	2401
	10	6	6	4	5	0	4	2	5	2	0	34	1156
	11	6	6	4	5	4	3	2	5	2	0	37	1369
	12	6	6	4	5	6	4	2	5	2	0	40	1600
	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	36
	14	0	6	4	5	4	5	2	5	4	0	35	1225
	15	5	0	7	4	4	5	0	5	3	3	36	1296
	16	6	0	3	5	4	4	0	5	5	5	37	1369
	17	6	0	0	5	0	5	2	5	5	5	33	1089
	18	5	0	7	5	5	5	0	5	5	5	42	1764
	19	6	5	5	5	0	3	1	5	2	0	32	1024
	20	2	6	7	7	0	5	7	7	6	5	52	2704
	21	5	3	7	5	5	3	0	5	5	7	45	2025
	22	6	7	4	5	5	3	2	6	2	0	40	1600
	23	5	7	4	5	5	7	2	6	6	3	50	2500
	24	4	7	4	5	0	3	2	6	2	0	33	1089
	25	4	7	7	4	5	4	0	7	5	5	48	2304
	26	4	0	3	4	3	4	0	7	2	0	27	729
	27	5	0	7	5	0	3	2	0	6	5	33	1089
	28	4	4	5	6	7	4	2	6	4	2	44	1936
	29	0	4	7	5	5	6	3	7	4	5	46	2116
	30	4	7	7	7	0	5	0	7	3	0	40	1600
	31	4	0	6	7	0	7	1	5	3	5	38	1444
	32	6	7	7	5	7	5	2	5	6	2	52	2704
	33	3	3	5	3	4	4	0	5	7	7	41	1681
34	3	7	4	5	5	4	0	6	5	2	41	1681	
Σ												1369	58085
ΣX	151	131	176	167	101	154	52	185	142	110			
ΣX^2	779	775	1052	873	513	776	190	1095	704	574			
σ_i^2	3,284	8,190	4,271	1,598	6,454	2,378	3,348	2,678	3,362	6,610			
$\Sigma \sigma_i^2$	42,172												
σ_t^2	89,776												
r_{11}	0,546												

Kriteria: CUKUP

LAMPIRAN 23

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN FISIKA
BERBASIS *HYPOTHETICAL LEARNING TRAJECTORY* (HLT)**

Petunjuk Pengisian:

Lembar ini diisi oleh pengamat pada saat proses pembelajaran, yang memuat aspek-aspek pengukuran dari keterlaksanaan strategi pembelajaran berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT). Berilah tanda *check list* (√) pada angka-angka yang sesuai dengan pengamatan Anda pada kolom indikator yang tersedia:

Skor (5): Baik Sekali, (4): Baik, (3): Cukup, (2): Kurang, (1): Kurang Sekali

No.	Aspek yang di amati	1	2	3	4	5
1	Menyediakan dan mengelola sumber-sumber belajar (laptop, LCD, buku, dll) yang mendukung kelancaran proses pembelajaran dan sesuai KD yang akan dicapai					
2	Menjelaskan tujuan pembelajaran					
3	Memberikan materi pengantar atau materi pokok					
4	Perumusan masalah untuk dipecahkan oleh siswa.					
5	Mengajak siswa mencari informasi, data, dan fakta yang diperlukan untuk menjawab permasalahan.					
6	Mengklarifikasi atau memberikan bantuan kepada siswa dalam memecahkan permasalahan					
7	Interaksi (komunikasi) multi arah antara guru dengan siswa dan antara siswa dengan siswa.					
8	Proses pembelajaran berpusat pada siswa					
9	Penghargaan dan pemberian kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran.					
10	Guru memperhitungkan alokasi waktu dalam kegiatan pembelajaran					
11	Berdasarkan hasil diskusi atau kerja kelompok, guru mampu membimbing siswa menarik kesimpulan (generalisasi).					
12	Guru menggunakan metode pembelajaran yang bervariasi untuk meningkatkan keterampilan berpikir ilmiah siswa sesuai rencana yang ada pada RPP					

Pati,

(.....)

LAMPIRAN 24
LEMBAR OBSERVASI AKTIVITAS BELAJAR SISWA

Kelas : _____
Hari / Tanggal : _____
Nama Observer : _____

Tujuan :

1. Memperoleh data dari jumlah siswa di suatu kelas yang aktif belajar selama implementasi strategi pembelajaran berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)
2. Memperoleh data aktivitas belajar siswa selama implementasi strategi pembelajaran berbasis *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)

Petunjuk :

1. Observer harus berada pada posisi yang tidak mengganggu pembelajaran tetapi tetap dapat memantau setiap kegiatan yang dilakukan siswa.
2. Observer memberikan skor sesuai dengan petunjuk berikut:
 - Banyak siswa :
 - Skor 1 untuk (0%) sampai (< 20%)
 - Skor 2 untuk (20%) sampai (< 40%)
 - Skor 3 untuk (40%) sampai (< 60%)
 - Skor 4 untuk (60%) sampai (< 80%)
 - Skor 5 untuk (80%)sampai (100%) aktif.
 - Aktivitas siswa : 1 = sangat kurang; 2 = kurang; 3 = cukup; 4 = baik; 5 = baik sekali

No	Aspek yang di amati	Skor	
		Banyak Siswa	Aktivitas Siswa
1	Kesiapan siswa dalam mengikuti pelajaran		
2	Siswa memperhatikan penjelasan guru		
3	Respon atas penjelasan atau pertanyaan guru		
4	Keaktifan siswa dalam kelompok		
5	Menyimpulkan materi yang telah dipelajari		

Pati,

(.....)

LAMPIRAN 25

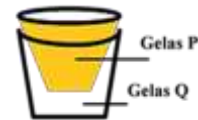
"SOAL PRETEST-POSTTEST SUHU DAN KALOR"

Petunjuk Mengerjakan :

1. Bacalah doa sebelum Anda mengerjakan soal
2. Soal **TIDAK** boleh dicoret-coret
3. Tuliskan Nama, No Urut, dan Kelas pada lembar jawaban
4. Selesaikan soal dalam waktu 80 menit dan jawablah pada lembar jawaban Anda dengan tepat

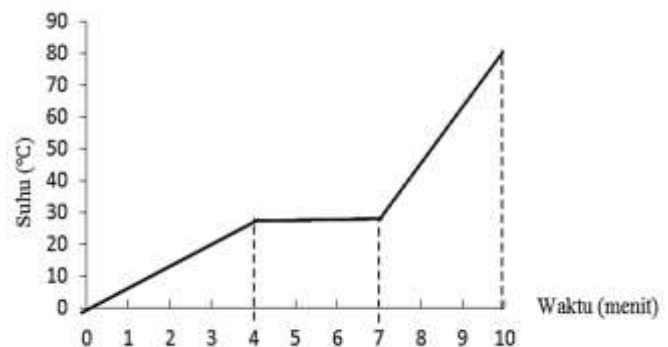
A. Benar atau salahkah pernyataan berikut? Berikan alasan yang mendasari jawaban Anda

1. Pemasangan kabel listrik harus dipasang kendur dari satu tiang ke tiang yang lain, hal ini karena pada malam hari atau saat udara dingin kabel akan menyusut sehingga ikatan kabel menjadi longgar.
2. Pada proses perubahan wujud yaitu menguap, berarti zat melepaskan kalor.
3. Agar gelas tidak pecah ketika kita ingin menuangkan air panas ke dalam gelas tersebut, maka kita harus menuangkan air panas secara perlahan-lahan.
4. Andi ingin membuka dua buah gelas kaca yang macet (tidak dapat dipisahkan) seperti pada gambar. Maka hal yg dilakukan Andi adalah memberikan air dingin 0°C pada gelas P.
5. Semua bahan memuai jika dipanaskan
6. Semua termometer memberikan skala yang sama bila mengukur suhu sistem tertentu
7. Selama perubahan fasa (perubahan wujud), suhu suatu zat adalah konstan
8. Nilai dari kalor lebur tidak dipengaruhi oleh banyaknya kalor yang diberikan pada suatu zat. Melainkan dipengaruhi oleh karakteristik zat itu sendiri.



Grafik di bawah ini untuk pertanyaan (9) sampai (12). Informasi dalam grafik menunjukkan kenaikan suhu 1 kg suatu zat, yang awalnya padat, dan dipanaskan dengan laju yang seragam 3000 J/menit.

9. Kalor jenis zat lebih kecil ketika padat daripada ketika cair
10. Setelah 4 menit pemanasan, zat seluruhnya menjadi cair
11. Kalor lebur zat adalah 9000 J/kg
12. Setelah 7 menit, zat seluruhnya menjadi gas.

**B. Uraian**

13. Pada suhu berapa skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama? Jelaskan.
14. Sebatang baja dengan panjang 2,0 m dipanasi dari 290 K sampai 540 K. Hitung panjang baja pada suhu 540 K. Koefisien muai panjang baja adalah $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

15. Nino membuat sebuah termometer yang disebut dengan termometer X dan memberikan hasil sesuai dengan tabel disamping. Ketika Nino mengukur suhu air panas menggunakan termometer Celsius, maka suhu air panas tersebut menunjukkan angka 50°C . Berapa suhu air panas tersebut jika diukur menggunakan termometer X?

Tabel Perbandingan Skala Termometer Celcius dan Termometer X

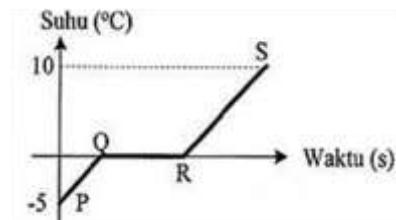
	Termometer Celcius ($^{\circ}\text{C}$)	Termometer X ($^{\circ}\text{X}$)
Titik Tetap Atas	100°C	150°
Titik Tetap Bawah	0°C	20°

16. Termometer A dan B digunakan untuk mengukur suhu fluida x, y, dan z. Tentukan nilai t pada tabel di bawah ini.

(buatlah urutan skala kedua termometer untuk menyelesaikan soal ini)

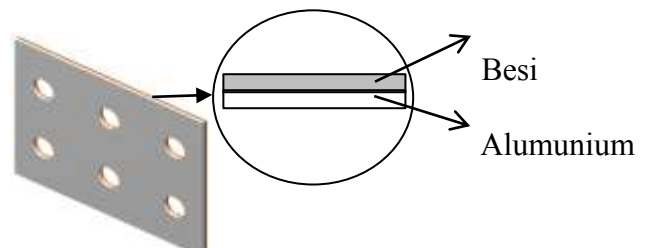
Fluida	Termometer A	Termometer B
x	125°	125°
y	100°	75°
z	50°	t

17. Perhatikan grafik pemanasan 2 kg es berikut ini! Jika kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es 336.000 J/kg dan kalor jenis air adalah $4.200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$, maka kalor yang dibutuhkan dalam proses dari P-Q-R adalah.



18. Sebuah balok es 30 g pada 0°C dicelupkan ke dalam bejana berisi 200 g air pada 30°C . Jika bejana dianggap tidak menyerap kalor, berapakah suhu akhir campuran? kalor lebur es = $336 \times 10^3 \text{ J/kg}$, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kg K}$. Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut.
19. Berapa banyak kalor harus diambil dari 2 kg es bersuhu 0°C untuk mengubahnya menjadi air bersuhu 0°C ? Diketahui jika kalor lebur es = $3,36 \times 10^5 \text{ J/kg}$, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kg}$.
20. Berapa banyak kalor harus diambil dari 0,5 kg air bersuhu 30°C untuk mengubahnya menjadi es bersuhu 0°C ? Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut. Diketahui jika kalor lebur es = $3,36 \times 10^5 \text{ J/kg}$, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kg}$.

21. Mengapa keping bimetal melengkung ketika dipanaskan atau didinginkan? Ke manakah arah melengkungnya bimetal disamping ketika dipanaskan? (atas atau bawah). Lalu Ke manakah arah melengkung bimetal ketika didinginkan?



{keterangan: koefisien muai aluminium $2,55 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, dan besi $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ }

--- Selamat mengerjakan ---

KUNCI JAWABAN *PRETEST-POSTTEST* SUHU DAN KALOR**A. Pernyataan Benar atau Salah**

1. Salah. Pemasangan kabel listrik harus dipasang kendur dari satu tiang ke tiang yang lain, hal ini karena pada malam hari atau saat udara dingin kabel akan menyusut sehingga panjangnya akan berkurang (bukan semakin longgar). Jika tidak dipasang kendur, penyusutan panjang dapat menyebabkan kabel putus.
2. Salah. Proses menguap adalah proses perubahan wujud dari cair menjadi gas, sehingga memerlukan atau menerima kalor (Q positif).
3. Benar. Hal ini karena ketika sebuah gelas kaca diisi air panas, energi dari air panas itu akan merambat mulai dari dinding gelas yang paling dalam sampai ke dinding gelas yang paling luar. Ketika suatu lapisan dinding gelas menerima energi tambahan, lapisan tersebut akan langsung memuai. Jadi, yang lebih dulu memuai adalah dinding gelas yang paling dalam, sedangkan dinding gelas yang paling luar memuai paling akhir. Menuangkan air panas secara perlahan akan membuat energi panas tersebar ke seluruh dinding gelas dengan merata dan gelas akan memuai secara relatif bersamaan sehingga gelas terhindar dari pecah.
4. Benar. Ketika suatu zat (kaca) diberikan air dingin maka zat tersebut akan mengalami penyusutan sehingga volume gelas kaca menjadi sedikit berkurang dan antara gelas akan terdapat celah sehingga kedua gelas dapat lebih mudah untuk dipisahkan.
5. Salah. Tidak semua benda bila dipanaskan akan mengalami pemuaian, sebagai contoh adalah beberapa benda padat dalam golongan isolator yaitu kayu dan plastik yang apabila dipanaskan tidak akan memuai.
6. Salah, karena setiap termometer memiliki titik tetap bawah dan titik tetap atas yang berbeda sehingga ketika digunakan untuk mengukur suhu suatu sistem akan memberikan skala yang berbeda.
7. Benar, hal ini karena kalor yang digunakan dalam perubahan fasa hanya digunakan untuk merubah bentuk zat, sehingga zat tidak mengalami perubahan suhu atau suhu zat adalah konstan. Penjelasan lain juga dapat dilihat dari persamaan kalor untuk perubahan wujud yaitu $Q = m.L$. Dari persamaan tersebut, tidak terlihat adanya ΔT atau perubahan suhu. Hal ini menunjukkan jika suhu zat dalam perubahan wujud adalah konstan.

8. Salah. Kalor lebur didefinisikan sebagai banyaknya energi kalor yang diterima atau dilepas tiap satuan massa suatu zat untuk berubah wujud ($Q = m \cdot L$). Sehingga kalor lebur dipengaruhi oleh banyaknya kalor yang diterima oleh suatu zat.

9. Salah. Dalam menentukan kalor jenis zat, maka diperlukan persamaan $c = \frac{Q}{m \Delta T}$. Terlihat dalam grafik jika saat benda mengalami fase padat dari menit ke-0 sampai menit ke-4 atau berlangsung selama 4 menit dengan suhu benda naik 30°C . Sedangkan benda mengalami fase cair, adalah ketika menit ke-7 sampai menit ke-10, atau berlangsung selama 3 menit dengan suhu benda naik 50°C .

$$c_{\text{padat}} = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{P \cdot t}{m \cdot \Delta T} = \frac{(3000 \text{ J/menit}) \times (4 \text{ menit})}{m \cdot (30 - 0)} = \frac{12000}{30m} = \mathbf{400 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{cair}} = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{P \cdot t}{m \cdot \Delta T} = \frac{(3000 \text{ J/menit}) \times (3 \text{ menit})}{m \cdot (80 - 30)} = \frac{9000}{50m} = \mathbf{180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, terlihat jika kalor jenis benda saat padat lebih besar dibandingkan kalor jenis benda saat cair.

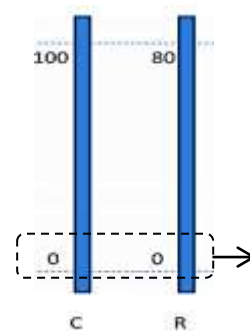
10. Salah. Setelah 4 menit pemanasan, zat dalam proses perubahan wujud. Pada proses ini zat tidak mengalami kenaikan suhu, karena kalor yang digunakan hanya untuk mengubah wujud zat, yaitu es (wujud padat) menjadi air (wujud cair). Sedangkan zat akan menjadi cair seluruhnya ketika memasuki **lebih dari** menit ke-7.

11. Benar. Kalor lebur atau L_f dapat dihitung dari persamaan $Q = m \cdot L_f$, sehingga $L_f = \frac{Q}{m} = \frac{3000}{1} = 3000 \text{ J/kg}$ dalam 1 menit. Karena waktu yang diperlukan untuk melebur 3 menit maka $L_f = 3000 \times 3 = 9000 \text{ J/kg}$.

12. Salah. Setelah lebih dari 7 menit pemanasan, zat akan mengalami fase cair bukan fase gas sebagai akibat dari kalor yang diterima selama perubahan wujud dari benda yang awalnya berupa padatan.

B. Uraian

13. Skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama pada suhu 0° . Hal ini karena skala Celcius dan Reamur memiliki titik beku atau titik lebur yang sama yaitu 0° sesuai yang terlihat dalam gambar perbandingan skala suhu termometer seperti disamping.



Menunjukkan angka yang sama pada titik tetap bawah yaitu suhu 0°

14. Diketahui : $L_0 = 2,0 \text{ m}$
 $T_0 = 290 \text{ K}$

$$T_{akhir} = 540 \text{ K}$$

$$\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

Ditanya : $L \dots ?$

Jawab:

$$\Delta T = T - T_0$$

$$= 540 - 290 = 250 \text{ K}$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$= (1,2 \times 10^{-5})(2,0)(250) = 0,006 \text{ m}$$

Panjang akhir L_f dihitung dari $L_f = L_0 + \Delta L$

$$= 2,0 \text{ m} + 0,006 \text{ m} = \mathbf{2,006 \text{ m}}$$

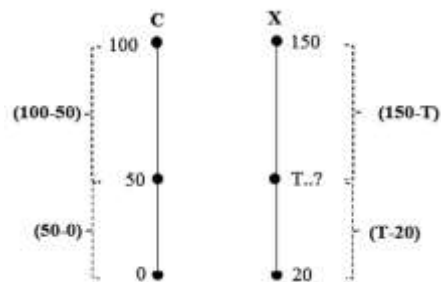
15. Diketahui: $X_b = 20^\circ \text{X}$ (titik tetap bawah)

$X_a = 150^\circ \text{X}$ (titik tetap atas)

$C_b = 0^\circ \text{X}$

$C_a = 100^\circ \text{X}$

$T_C = 50^\circ \text{C}$



Ditanya: $T_C \dots ?$

Jawab:

Cara 1 (dengan Rumus)

$$\frac{X_a - X_b}{C_a - C_b} = \frac{(T_X - 20)}{(T_C - 0)}$$

$$\frac{150 - 20}{100 - 0} = \frac{(T_X - 20)}{(50 - 0)}$$

$$\frac{130}{100} = \frac{(T_X - 20)}{(50 - 0)}$$

$$65 + 20 = T_X$$

$$T_X = \mathbf{85^\circ \text{X}}$$

Cara 2 (melalui Gambar)

$$\frac{C}{X} = \frac{C}{X}$$

$$\frac{100 - 50}{50 - 0} = \frac{150 - T}{T - 20}$$

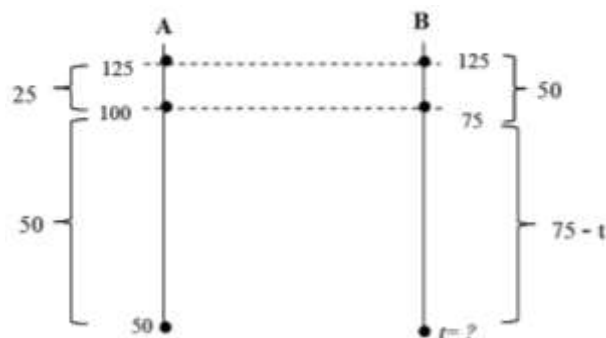
$$\frac{50}{50} = \frac{150 - T}{T - 20}$$

$$1 = \frac{150 - T}{T - 20}$$

$$(T - 20) = (150 - T)$$

$$T = \mathbf{85^\circ \text{X}}$$

16. Dari data tabel dapat di gambarkan sebagai berikut:



Misalkan $t_A = 50^\circ$ dan ditanyakan t_B

$$\begin{aligned} \frac{(t_A - 100)}{(t_B - 75)} &= \frac{25}{50} \\ \frac{(50 - 100)}{(t_B - 75)} &= \frac{1}{2} \\ \frac{-50}{(t_B - 75)} &= \frac{1}{2} \\ (t_B - 75) &= 2 \times (-50) \\ (t_B - 75) &= -100 \\ t_B &= -25^\circ\text{B} \end{aligned}$$

17. Diketahui : $m = 2 \text{ kg}$
 $c_{es} = 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
 $L_f = 336\,000 \text{ J/kg}$
 $c_{air} = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
 $\Delta T = -5^\circ\text{C}$

Ditanya : $Q_{P-Q-R} \dots?$

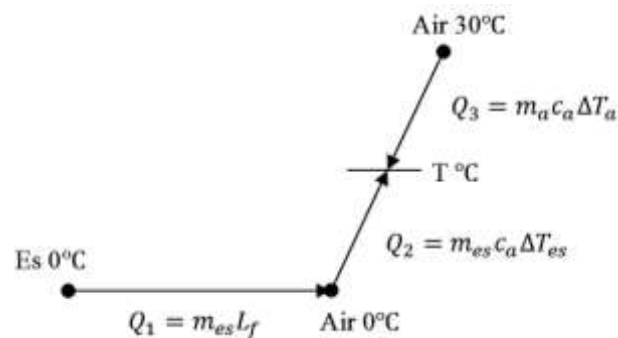
Jawab:

$$\begin{aligned} Q_{P-Q} &= m c_{es} \Delta T \\ &= 2 \cdot 2100 \cdot (0 - (-5)) \\ &= 21\,000 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{Q-R} &= m L_f \\ &= 2 \cdot 336\,000 \\ &= 672\,000 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } Q_{P-Q-R} &= Q_{P-Q} + Q_{Q-R} \\ &= 21\,000 \text{ J} + 672\,000 \text{ J} \\ &= \mathbf{693.10^3 \text{ J}} \end{aligned}$$

18. Misalkan suhu akhir campuran adalah $T^\circ\text{C}$ dengan $0^\circ < T < 30^\circ$, maka diagram suhu kalor ditunjukkan pada gambar di bawah ini,



Kalor yang diterima es adalah

$$Q_1 = m_{es} L_f$$

$$Q_2 = m_{es} c_a \Delta T_{es}$$

$$\text{Dengan } \Delta T_{es} = (T - 0)^\circ\text{C}$$

Kalor yang dilepas air adalah

$$Q_3 = m_a c_a \Delta T_{air}$$

$$\text{Dengan } \Delta T_a = (30 - T)^\circ\text{C}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{terima}} &= Q_{\text{lepas}} \\
 Q_1 + Q_2 &= Q_3 \\
 m_{\text{es}}L_f + m_{\text{es}}c_a\Delta T_{\text{es}} &= m_a c_a \Delta T_{\text{air}} \\
 (0,03)(336 \times 10^3) + (0,03)(4200)(T-0) &= (0,2)(4200)(30-T) \\
 10080 + 126 T &= 25\,200 - 840 T \\
 966 T &= 15120 \\
 \mathbf{T} &= \mathbf{15,6^\circ\text{C}}
 \end{aligned}$$

19. Diketahui : $m = 2 \text{ kg}$
 $c = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
 $L_f = 336\,000 \text{ J/kg}$
 $\Delta T = 0^\circ\text{C}$

Ditanya : $Q_{\text{merubah fase}} \dots?$

Jawab : $Q_{\text{merubah fase}} = m \cdot L_f$
 $= 2 \cdot 336\,000$
 $= 672\,000 \text{ J}$

Maka $Q_{\text{merubah fase}} = 672 \times 10^3 \text{ J}$

20. Diketahui : $m = 0,5 \text{ kg}$
 $c_a = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
 $L_f = 336\,000 \text{ J/kg}$
 $\Delta T = 30^\circ\text{C}$

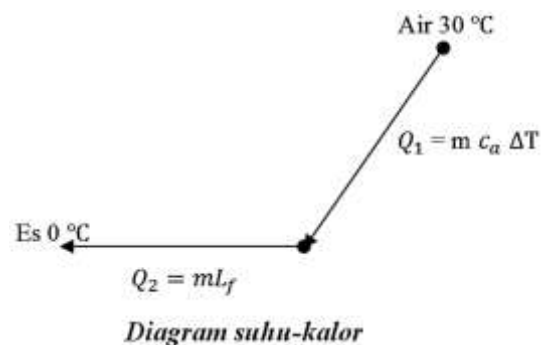
Ditanya : $Q \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= m c_a \Delta T \\
 &= (0,5) \cdot (4200) \cdot (30) \\
 &= 63\,000 \text{ J}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= m L_f \\
 &= 0,5 \cdot 336\,000 \\
 &= 168\,000 \text{ J}
 \end{aligned}$$

Maka $Q = Q_1 + Q_2$
 $= 63\,000 \text{ J} + 168\,000 \text{ J} = \mathbf{231 \cdot 10^3 \text{ J}}$



21. Mengidentifikasi contoh pemuaian pada zat padat:

- Keping bimetal terbuat dari dua buah logam dengan koefisien muai berbeda yang dikeliling bersama. Ketika dipanaskan, kedua logam akan mengalami pertambahan panjang yang berbeda. Dan ketika didinginkan kedua logam akan mengalami pengurangan panjang (penyusutan) yang berbeda. Sebagai akibat dari pemanasan dan pendinginan ini, keping bimetal akan melengkung.
- Besi yang memiliki koefisien muai lebih besar dari pada aluminium, akan mengalami pemuaian lebih panjang dibandingkan aluminium. Akibatnya keping bimetal melengkung ke atas (ke arah logam besi).
- Ketika bimetal didinginkan, besi menyusut lebih besar daripada panjang aluminium, dan ini menyebabkan keping bimetal melengkung ke bawah (ke arah logam aluminium).

LAMPIRAN 27
PENSKORAN *PRETEST-POSTTEST* SUHU DAN KALOR

A. Pertanyaan Benar atau Salah (Aspek yang dinilai adalah bahasa)

Tabel 1
Pedoman Penskoran Aspek Bahasa Setiap Soal

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menguasai kosakata berupa perbendaharaan kata, istilah, atau ungkapan, disertai penyampaian materi dengan baik	Mampu menentukan pernyataan yang benar atau salah dengan tepat, disertai penggunaan kata dalam menjelaskan alasan pemilihan jawaban sesuai yang ditanyakan.	1
	Mampu menentukan pernyataan yang benar atau salah dengan tepat, tanpa disertai ketepatan penggunaan kata dalam menjelaskan alasan pemilihan jawaban.	$\frac{1}{2}$
Menerapkan struktur kalimat yang baik (tanpa memperhatikan pemilihan jawaban benar atau salah)	Hampir tidak terjadi kesalahan struktur kalimat (subjek, predikat, objek, dan keterangan) dalam menjelaskan alasan pemilihan jawaban sehingga jawaban mudah dipahami.	1
	Sesekali terdapat kesalahan struktur (subjek, predikat, objek, dan keterangan) dalam menjelaskan alasan pemilihan jawaban namun masih dapat dipahami.	$\frac{1}{2}$

Skor maksimal untuk setiap opsi pertanyaan: 2 point

Skor total maksimal seluruh pertanyaan benar-salah = 2 point \times 12 soal = 24 point

B. Uraian

13) Aspek yang dinilai adalah bahasa dan matematika

Pertanyaan: Skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama

Tabel 2
Pedoman Penskoran Aspek Bahasa

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menerapkan struktur kalimat yang baik (tanpa memperhatikan pemilihan jawaban benar atau salah)	Hampir tidak terjadi kesalahan struktur kalimat (subjek, predikat, objek, dan keterangan) dalam menjelaskan alasan pemilihan jawaban sehingga jawaban mudah dipahami.	3

	Sesekali terdapat kesalahan struktur (subjek, predikat, objek, dan keterangan) dalam menjelaskan alasan pemilihan jawaban namun jawaban masih dapat dipahami.	2
	Terdapat banyak kesalahan struktur (subjek, predikat, objek, dan keterangan) dalam menjelaskan alasan pemilihan jawaban sehingga jawaban sulit dipahami	1

Tabel 3
Pedoman Penskoran Aspek Matematika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menerapkan strategi untuk menyelesaikan masalah	Mampu menjelaskan skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka sama dengan tepat dengan disertai pelukisan skala termometer Celcius dan Reamur sebagai bukti perbandingan	4
	Mampu menjelaskan skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka sama dengan tepat namun tanpa disertai pelukisan skala termometer Celcius dan Reamur sebagai bukti perbandingan	3
	Hanya menuliskan angka ketika skala Celcius dan Reamur menunjukkan nilai yang sama disertai pelukisan skala termometer Celcius dan Reamur sebagai bukti perbandingan dengan tepat namun tanpa disertai penjelasan pemilihan jawaban.	2
	Hanya menuliskan skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka sama tanpa disertai pelukisan skala termometer Celcius dan Reamur sebagai bukti perbandingan dan tanpa penjelasan pemilihan jawaban.	1

Skor maksimal: $3 + 4 = 7$ point

14) Aspek yang dinilai adalah matematika

Pertanyaan: Menghitung panjang baja setelah dipanaskan dalam suhu tertentu

Tabel 4
Pedoman Penskoran Aspek Matematika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui dan ditanyakan	Menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan tepat dan lengkap (panjang awal, suhu awal, suhu akhir, koefisien muai panjang, dan panjang akhir)	3

	Menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan kurang tepat (tidak mencantumkan salah satu dari nilai panjang awal, suhu awal, suhu akhir, koefisien muai panjang, dan panjang akhir)	2
	Menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan tidak tepat atau salah (nilai panjang awal, suhu awal, suhu akhir, koefisien muai panjang, dan panjang akhir)	1
Menjelaskan dan menginterpretasikan hasil	Penjelasan dan interpretasi hasil perhitungan panjang akhir suatu benda selama kenaikan suhu tertentu lengkap dan benar	4
	Penjelasan dan interpretasi hasil perhitungan panjang akhir suatu benda selama kenaikan suhu tertentu kurang tepat (penulisan hasil salah meskipun semua langkah penyelesaian benar)	3
	Penjelasan dan interpretasi hasil perhitungan panjang akhir suatu benda selama kenaikan suhu tertentu kurang tepat (penulisan hasil salah meskipun mampu menuliskan setengah langkah penyelesaian dengan benar)	2
	Penjelasan dan interpretasi hasil perhitungan panjang akhir suatu benda selama kenaikan suhu tertentu tidak tepat (penulisan hasil dan langkah penyelesaian salah)	1

Skor maksimal: $3 + 4 = 7$ point

15) Aspek yang dinilai adalah matematika dan statistika.

Pertanyaan: Melakukan kalibrasi termometer

Tabel 5
Pedoman Penskoran Aspek Matematika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menjelaskan dan menginterpretasikan hasil	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam mengkalibrasi termometer lengkap dan tepat (langkah penyelesaian dan perolehan hasil benar)	4
	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam mengkalibrasi termometer kurang tepat (langkah penyelesaian benar, namun perolehan hasil salah)	3
	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam mengkalibrasi termometer kurang	2

	tepat (langkah penyelesaian dan perolehan hasil salah, namun dalam menyelesaikan soal mampu mengaitkan prinsip kesebandingan matematika)	
	Penjelasan dan interpretasi jawaban ada namun salah (tidak mengaitkan prinsip kesebandingan matematika)	1

Tabel 6
Pedoman Penskoran Aspek Statistika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menafsirkan arti dari data tabel.	Mengubah data tabel menjadi suatu urutan skala termometer dengan tepat.	3
	Mengubah data tabel menjadi suatu urutan skala termometer dengan kurang tepat (terdapat bagian skala termometer yang tidak sesuai).	2
	Mengubah data tabel menjadi suatu urutan skala termometer dengan tidak tepat atau salah.	1

Skor maksimal: $4 + 3 = 7$ point

16) Aspek yang dinilai adalah matematika dan statistika.

Pertanyaan: Melakukan kalibrasi termometer

Tabel 7
Pedoman Penskoran Aspek Matematika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menjelaskan dan menginterpretasikan hasil	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam mengkalibrasi termometer lengkap dan tepat (langkah penyelesaian dan perolehan hasil benar)	4
	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam mengkalibrasi termometer kurang tepat (langkah penyelesaian benar, namun perolehan hasil salah)	3
	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam mengkalibrasi termometer kurang tepat (langkah penyelesaian dan perolehan hasil salah, namun dalam menyelesaikan soal mampu mengaitkan prinsip kesebandingan matematika)	2
	Penjelasan dan interpretasi jawaban ada namun salah (tidak mengaitkan prinsip kesebandingan matematika)	1

Tabel 8
Pedoman Penskoran Aspek Statistika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menafsirkan arti dari data tabel.	Mengubah data tabel menjadi suatu urutan skala termometer dengan tepat.	3
	Mengubah data tabel menjadi suatu urutan skala termometer dengan kurang tepat (terdapat bagian skala termometer yang kurang sesuai).	2
	Mengubah data tabel menjadi suatu urutan skala termometer dengan tidak tepat atau salah.	1

Skor maksimal: $4 + 3 = 7$ point

17) Aspek yang dinilai adalah matematika dan statistika.

Pertanyaan: Menentukan besarnya kalor yang diterima zat dalam melakukan perubahan wujud

Tabel 9
Pedoman Penskoran Aspek Matematika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui dan ditanyakan	Menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan tepat dan lengkap (massa es, simbol disertai nilai dari kalor jenis dan kalor lebur, besaran yang ditanyakan yaitu Q_{P-Q-R}).	3
	Menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan kurang tepat dan lengkap (massa es, simbol disertai nilai dari kalor jenis dan kalor lebur, besaran yang ditanyakan yaitu Q_{P-Q-R}).	2
	Tidak menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan tepat dan lengkap (massa es, simbol disertai nilai dari kalor jenis dan kalor lebur, besaran yang ditanyakan yaitu Q_{P-Q-R}).	1

Tabel 10
Pedoman Penskoran Aspek Statistika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menafsirkan arti dari data tabel atau grafik	Mampu menafsirkan arti dari grafik untuk mencari kalor yang dibutuhkan dalam suatu proses P-Q-R dengan baik dan tepat ($Q_{P-Q} = m c_{es} \Delta T$ dan $Q_{Q-R} = mL_f$ sehingga $Q_{P-Q-R} = Q_{P-Q} + Q_{Q-R}$)	4

	Menafsirkan arti dari grafik untuk mencari kalor yang dibutuhkan dalam suatu proses P-Q-R dengan kurang tepat (merumuskan Q_{P-Q} dan Q_{Q-R} tepat, namun tidak menjumlahkan kalor yang dibutuhkan dalam proses tersebut)	3
	Menafsirkan arti dari grafik untuk mencari kalor yang dibutuhkan dalam suatu proses P-Q-R dengan kurang tepat (merumuskan Q_{P-Q} dengan tepat namun Q_{Q-R} tidak tepat, begitu sebaliknya sehingga mempengaruhi hasil.	2
	Salah menafsirkan arti dari grafik untuk mencari kalor yang dibutuhkan dalam suatu proses P-Q-R	1

Skor maksimal: $3 + 4 = 7$ point

18) Aspek yang dinilai adalah matematika dan statistika.

Pertanyaan: Menentukan suhu akhir campuran dan melukiskan diagram suhu-kalor

Tabel 11
Pedoman Penskoran Aspek Matematika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menerapkan strategi untuk menyelesaikan Masalah	Strategi penyelesaian masalah dengan menerapkan Azas Black lengkap dan benar ($Q_{terima} = Q_{lepas}$) $Q_1 + Q_2 = Q_3$ $m_{es}L_f + m_{es}c_a\Delta T_{es} = m_a c_a \Delta T_{air}$	4
	Strategi penyelesaian masalah dengan menerapkan Azas Black lengkap dan kurang tepat dalam melakukan proses perhitungan. ($Q_{terima} = Q_{lepas}$) $Q_1 + Q_2 = Q_3$ $m_{es}L_f + m_{es}c_a\Delta T_{es} = m_a c_a \Delta T_{air}$	3
	Strategi penyelesaian masalah dengan menerapkan Azas Black kurang tepat (salah dalam mensubstitusikan besaran yang diketahui, atau mengidentifikasi perubahan suhu) ($Q_{terima} = Q_{lepas}$) $Q_1 + Q_2 = Q_3$ $m_{es}L_f + m_{es}c_a\Delta T_{es} = m_a c_a \Delta T_{air}$	2

	Strategi penyelesaian masalah dengan menerapkan Azas Black tidak tepat (salah dalam mengidentifikasi Q_1 , Q_2 , dan Q_3)	1
--	--	---

Tabel 12
Pedoman Penskoran Aspek Statistika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menyiapkan data dalam bentuk grafik atau diagram	Penyampaian data dalam bentuk diagram tepat dan struktur penyusunan baik (dimulai dari es 0°C berubah wujud menjadi air es 0°C dengan $Q_1 = m_{es}L_f$, air 0°C sampai suhu $T^{\circ}\text{C}$ dengan $Q_2 = m_{es}c_a\Delta T_{es}$, dan suhu air 30°C turun menuju suhu $T^{\circ}\text{C}$ dengan $Q_3 = m_a c_a \Delta T_a$)	3
	Penyampaian data dalam bentuk diagram kurang tepat (terdapat salah satu komponen $Q_1, 2$, atau 3 yang tidak dicantumkan sehingga mempengaruhi hasil) namun pelukisan diagram benar.	2
	Penyampaian data dalam bentuk diagram salah (dimulai dari es 0°C berubah wujud menjadi air 0°C , air 0°C sampai suhu $T^{\circ}\text{C}$, dan suhu air 30°C turun menuju suhu $T^{\circ}\text{C}$)	1

Skor maksimal: $4 + 3 = 7$ point

19) Aspek yang dinilai adalah matematika

Pertanyaan: Menentukan kalor yang dibutuhkan untuk merubah wujud benda.

Tabel 13
Pedoman Penskoran Aspek Matematika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui dan ditanyakan	Menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan tepat dan lengkap (massa es, simbol disertai nilai dari kalor jenis dan kalor lebur)	3
	Menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan kurang tepat dan kurang lengkap (massa es, simbol disertai nilai dari kalor jenis dan kalor lebur)	2
	Tidak menuliskan unsur fisika yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan tepat dan lengkap	1
Menjelaskan dan menginterpretasikan hasil	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam menentukan kalor yang dibutuhkan untuk merubah wujud benda lengkap dan	4

	tepat (langkah penyelesaian dan perolehan hasil benar)	
	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam menentukan kalor yang dibutuhkan untuk merubah wujud benda kurang tepat (langkah penyelesaian salah yaitu $Q = m_{es}L_f + mc\Delta T$, dengan nilai $Q = mc\Delta T$ adalah nol sehingga tidak mempengaruhi hasil atau hasil benar)	3
	Penjelasan dan interpretasi jawaban dalam menentukan kalor yang dibutuhkan untuk merubah wujud benda salah (langkah penyelesaian salah yaitu $Q = m_{es}L_f + mc\Delta T$, dengan $Q = mc\Delta T$ memiliki nilai tertentu sehingga mempengaruhi hasil akhir jawaban)	2
	Penjelasan dan interpretasi jawaban ada namun salah (tidak berkaitan dengan konsep kalor laten)	1

Skor maksimal: 3 + 4 = 7 point

20) Aspek yang dinilai adalah matematika dan statistika.

Pertanyaan: Menentukan suhu akhir campuran dan melukiskan diagram suhu kalor

Tabel 14
Pedoman Penskoran Aspek Matematika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menerapkan strategi untuk menyelesaikan Masalah	Strategi penyelesaian masalah dengan menerapkan persamaan kalor untuk merubah wujud benda lengkap dan tepat $Q = Q_1 + Q_2$ $Q = m c_a \Delta T + mL_f$	4
	Strategi penyelesaian masalah dengan menerapkan persamaan kalor untuk merubah wujud benda kurang tepat (terjadi kesalahan dalam operasi hitung atau salah dalam penulisan jawaban akhir) $Q = Q_1 + Q_2$ $Q = m c_a \Delta T + mL_f$	3
	Strategi penyelesaian masalah dengan menerapkan persamaan kalor untuk merubah wujud benda kurang tepat (terjadi kesalahan dalam menentukan $Q_1 = m c_a \Delta T$, atau $Q_2 = mL_f$)	2

	Strategi penyelesaian masalah dengan menerapkan persamaan kalor untuk merubah wujud benda salah. (terjadi kesalahan dalam menentukan $Q_1 = m c_a \Delta T$, dan $Q_2 = mL_f$)	1
--	--	---

Tabel 15
Pedoman Penskoran Aspek Statistika

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menyiapkan data dalam bentuk diagram	Penyampaian data dalam bentuk diagram tepat dan struktur penyusunan baik. Dimulai dari suhu air 30°C menurun menjadi air 0°C ($Q_1 = m c_a \Delta T$), dilanjutkan dengan perubahan wujud air menjadi es 0°C ($Q_2 = mL_f$)	3
	Penyampaian data dalam bentuk diagram kurang tepat, yaitu bentuk diagram benar dengan suhu air 30°C menurun menjadi air 0°C namun $Q_1 \neq m c_a \Delta T$ atau perubahan wujud air menjadi es 0°C, namun $Q_2 \neq mL_f$	2
	Penyampaian data dalam bentuk diagram salah, dengan suhu air 30°C menurun menjadi air 0°C ($Q_1 \neq m c_a \Delta T$) dan perubahan wujud air menjadi es 0°C, ($Q_2 \neq mL_f$)	1

Skor maksimal: 4 + 3 = 7 point

21) Aspek yang dinilai adalah bahasa.

Pertanyaan: Menjelaskan alasan melengkungnya keping bimetal disertai arah melengkungnya ketika dipanaskan dan didinginkan.

Tabel 16
Pedoman Penskoran Aspek Bahasa

Indikator	Aspek Penilaian	Skor
Menguasai kosakata berupa perbendaharaan kata, istilah, atau ungkapan, disertai penyampaian materi dengan baik	Penggunaan kata dalam menjelaskan alasan keping bimetal melengkung, arah melengkungnya keping bimetal ketika dipanaskan, dan didinginkan tepat serta sesuai dengan apa yang ditanyakan.	4
	Penggunaan kata dalam menjelaskan salah satu alasan dari keping bimetal melengkung, arah melengkungnya keping bimetal ketika dipanaskan, atau didinginkan kurang tepat serta kurang sesuai dengan apa yang ditanyakan.	3

	Penggunaan kata dalam menjelaskan alasan dari dua pertanyaan yaitu, keping bimetal melengkung, arah melengkungnya keping bimetal ketika dipanaskan, atau didinginkan kurang tepat serta kurang sesuai dengan apa yang ditanyakan.	2
	Penggunaan kata dalam menjelaskan alasan dari ketiga pertanyaan yaitu, keping bimetal melengkung, arah melengkungnya keping bimetal ketika dipanaskan, atau didinginkan kurang tepat serta kurang sesuai dengan apa yang ditanyakan.	1
Menerapkan struktur kalimat yang baik dan benar (tanpa memperhatikan jawaban benar atau salah)	Hampir tidak terjadi kesalahan struktur kalimat (subjek, predikat, objek, dan keterangan) dalam menjelaskan alasan dari ketiga pertanyaan yaitu, keping bimetal melengkung, arah melengkungnya keping bimetal ketika dipanaskan, dan didinginkan sehingga mudah dipahami.	3
	Sesekali terdapat kesalahan struktur (subjek, predikat, objek, dan keterangan) dalam menjelaskan alasan dari ketiga pertanyaan yaitu, keping bimetal melengkung, arah melengkungnya keping bimetal ketika dipanaskan, dan didinginkan namun masih dapat dipahami.	2
	Kesalahan struktur (subjek, predikat, objek, dan keterangan) terjadi berulang-ulang namun dalam menjelaskan alasan dari ketiga pertanyaan yaitu, keping bimetal melengkung, arah melengkungnya keping bimetal ketika dipanaskan, dan didinginkan masih dapat dipahami	1

Skor maksimal: $4 + 3 = 7$ point

<p>JUMLAH TOTAL SKOR MAKSIMAL = $(2 \text{ point} \times 12 \text{ soal}) + (7 \text{ point} \times 9 \text{ soal})$ = $24 + 63$ point = 87 point</p>

LAMPIRAN 28

ANALISIS JAWABAN *PRETEST-POSTTEST* SETIAP KELOMPOK (POLA BERPIKIR SISWA)

- Kelompok Rendah

- A. Benar atau salah disertai alasan

No.	Pertanyaan	Pretest	Persentase	Posttest	Persentase
1.	Pemasangan kabel listrik harus dipasang kendur dari satu tiang ke tiang yang lain, hal ini karena pada malam hari atau saat udara dingin kabel akan menyusut sehingga ikatan kabel menjadi longgar.	Benar, karena pada malam hari suhu akan menjadi rendah sehingga akan menyusut.	11,76%	Benar, karena pada siang hari atau saat udara panas maka kabel akan memuai dan pada malam hari atau saat udara dingin maka kabel akan menyusut.	17,65%
		Benar, karena kabel tersebut pada siang hari mengalami pemuaian dan saat malam hari mengalami penyusutan.	17,65%	Salah, ketika malam hari atau saat udara dingin maka kabel akan menyusut sehingga ikatan kabel menjadi kencang dan rawan terputus.	82,35% (tepat)
		Benar, karena pada malam hari kabel akan kencang sehingga pemasangan kabel dibuat kendur agar tidak putus saat mulai mengencang tersebut.	11,76%		
		Salah, pada malam hari atau saat udara dingin kabel akan menyusut sehingga ikatan kabel menjadi kencang bukan longgar.	17,65% (tepat)		
		Salah, karena pemasangan kabel dipasang kendur hanya untuk menghindari pemuaian kabel pada siang hari atau saat udara panas.	11,76%		
2.	Pada proses perubahan wujud yaitu menguap, berarti zat melepaskan kalor.	Benar, karena menguap adalah proses benda cair berubah menjadi gas atau uap, sehingga zat cair akan melepaskan kalor.	17,65%	Benar, karena dalam proses perubahan wujud menguap, kalor dilepaskan dalam bentuk uap air atau gas.	23,53%
		Benar, karena pada proses menguap terjadi pelepasan kalor yaitu berupa uap atau gas	35,29%	Salah, menguap adalah proses perubahan zat cair menjadi gas, dan untuk melakukan perubahan wujud tersebut maka zat harus	5,88%
		Benar, karena saat menguap suhu zat akan	11,76%		

	menurun sehingga dapat dikatakan jika zat tersebut melepas kalor		menerima kalor		
	Salah, karena saat proses menguap maka zat membutuhkan kalor, bukan melepaskan kalor.	17,65% (tepat)	Salah, karena saat proses menguap maka zat membutuhkan atau menerima kalor.	70,59% (tepat)	
3.	Agar gelas tidak pecah ketika kita ingin menuangkan air panas ke dalam gelas tersebut, maka kita harus menuangkan air panas secara perlahan-lahan	Benar, jika air panas tiba-tiba dituangkan kedalam gelas maka suhu gelas akan naik secara tiba-tiba dan menyebabkan gelas pecah.	23,53%	Benar, perlakuan tersebut dimaksudkan agar perubahan suhu dalam gelas dapat berubah dengan perlahan (suhu tidak naik drastis)	11,76%
	Benar, agar pemuaiian dalam gelas berlangsung secara perlahan dan merata.	11,76%	Benar, hal ini karena bagian dalam dan luar gelas memuai secara bersamaan sehingga gelas tidak pecah.	23,53% (tepat)	
	Benar, karena dengan menuangkan air panas secara perlahan maka pemuaiian gelas akan merata sehingga gelas tidak pecah.	17,65%	Benar, karena dengan menuangkan air panas secara perlahan maka gelas dapat menyesuaikan energi kalor yang diberikan.	11,76%	
	Salah, untuk menghindari pecahnya gelas akibat dituangkan air panas maka di dalam gelas dapat diberikan logam.	17,65%	Benar, ketika air panas dituangkan secara perlahan maka pemuaiian bagian dalam gelas tidak akan lebih besar dari pemuaiian dari luar gelas sehingga gelas terhindar dari retak atau pecah.	11,76% (tepat)	
	Salah, perlakuan tersebut tidak mempengaruhi proses pemuaiian panas oleh gelas.	5,88%			
	Salah, jika gelas tersebut sering digunakan untuk tempat air dingin lalu suatu saat digunakan untuk tempat air panas, maka gelas tersebut akan tetap pecah, begitu sebaliknya.	11,76%	Benar, agar pemuaiian dalam gelas berlangsung secara perlahan.	41,18%	
4.	Andi ingin membuka dua buah gelas kaca yang macet (tidak dapat dipisahkan) seperti pada gambar. Maka hal yg dilakukan Andi adalah memberikan air dingin 0°C pada gelas P.	Benar, jika gelas P diberi suhu rendah maka gelas akan menyusut sehingga mudah dilepaskan dari gelas Q	52,94% (tepat)	Benar, pemberian air dingin pada gelas P menyebabkan ukuran gelas P menyusut sehingga dapat dilepaskan dari gelas Q.	94,12% (tepat)
	Salah, apabila gelas P diberikan air dingin maka gelas akan semakin sulit untuk dilepaskan. Hal yang harus dilakukan adalah memberikan air hangat pada gelas P sehingga	17,65%	Benar, ketika kita memberikan air dingin pada gelas P, maka gelas P akan menyusut dan kedua gelas dapat dipisahkan. Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan	5,88% (tepat)	



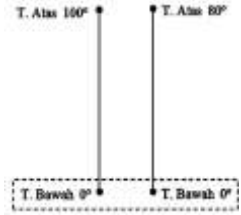
	kedua gelas dapat dipisahkan.		mencelupkan dasar gelas Q kedalam air panas sehingga gelas Q akan memuai dan kedua gelas dapat dipisahkan pula.	
	Salah, hal yang seharusnya dilakukan adalah memberikan air dingin pada gelas Q.	11,76%		
	Salah, hal yang harus dilakukan adalah merendam gelas Q dalam air panas agar gelas Q mengalami pemuaian	5,88%		
5. Semua bahan memuai jika dipanaskan	Benar, hal ini karena setiap zat memiliki partikel yang apabila dipanaskan maka partikel tersebut akan bergerak semakin cepat sehingga terjadi pemuaian.	35,29%	Benar, karena kenaikan suhu dapat menyebabkan partikel penyusun zat meregang sehingga benda dapat memuai.	17,65%
	Benar, karena pemuaian dapat terjadi untuk semua zat padat, cair, dan gas.	11,76%	Salah, terdapat bahan yang ketika dipanaskan tidak mengalami pemuaian (kayu dan plastik)	29,41% (tepat)
	Benar, karena untuk memuai diperlukan suhu yang lebih tinggi.	5,88%	Salah, karena yang dapat memuai adalah bahan yang terbuat dari logam, sedangkan seperti kayu, karet, dan plastik tidak dapat memuai.	23,53%
	Salah, karena terdapat bahan yang apabila dipanaskan tidak memuai, contohnya kayu dan karet.	17,65% (tepat)	Salah, hanya benda yang dapat menghantarkan panas saja yang ketika dipanaskan akan memuai.	11,76%
	Salah, karena bahan yang dapat menghantarkan panas saja yang dapat memuai.	11,76%	Salah, karena terdapat benda yang ketika dipanaskan justru mengalami perubahan wujud seperti mencair.	17,65%
6. Semua termometer memberikan skala yang sama bila mengukur suhu suatu sistem tertentu	Benar, karena cairan yang mengisi termometer adalah sama.	5,88%	Salah, karena setiap termometer memiliki skala yang berbeda-beda.	64,71%
	Salah, setiap termometer memiliki satuan dan skala yang berbeda.	29,41%	Salah, karena setiap termometer mempunyai titik didih dan titik beku yang berbeda-beda sehingga skala setiap termometer berbeda pula.	35,29% (tepat)
	Salah, karena setiap termometer memiliki titik didih dan titik beku yang berbeda-beda sehingga menghasilkan skala yang berbeda.	11,76% (tepat)		
	Salah, bergantung jenis termometer yang digunakan (celcius, reamur, fahrenheit, kelvin).	35,29%		

	Salah, karena pada setiap termometer sudah dipasang patokan ukur yang berbeda-beda, sehingga saat mengukur suhu maka skala termometer akan berbeda.	11,76%		
7. Selama perubahan fasa (perubahan wujud), suhu suatu zat adalah konstan	Benar, dibuktikan dari rumus $Q=m.L$ yang tidak mengikut sertakan ΔT .	11,76% (tepat)	Benar, hal ini terlihat dari rumus perubahan wujud yaitu $Q=m.L$ di mana tidak ada keterangan ΔT (perubahan suhu).	17,65%
	Benar, karena kalor yang diterima atau dilepas digunakan untuk mengubah wujud sehingga suhu zat konstan	5,88% (tepat)	Benar, karena kalor dalam perubahan wujud hanya digunakan untuk mengubah wujud zat tanpa digunakan untuk menaik atau menurunkan suhu zat tersebut.	23,53% (tepat)
	Salah, karena suhu suatu zat akan naik atau turun sesuai perubahan zat tersebut.	11,76%	Salah, suatu zat dapat berubah karena kenaikan atau penurunan suhu sehingga suhu zat tidak konstan.	35,29%
	Salah, sebagai contoh adalah proses mencari. Jika suhu zat konstan, maka zat tersebut tidak dapat melakukan proses perubahan wujud.	52,94%		
8. Nilai dari kalor lebur tidak dipengaruhi oleh banyaknya kalor yang berikan pada suatu zat. Melainkan dipengaruhi oleh karakteristik zat itu sendiri.	Benar, karakteristik dari zat juga mempengaruhi nilai dari kalor lebur.	41,18%	Benar, hal ini karena nilai dari kalor lebur berasal dari karakteristik bahan tertentu.	23,53%
	Benar, karena kalor lebur ditentukan oleh partikel penyusun dari zat tersebut.	11,76%	Salah, karena banyaknya kalor sangat mempengaruhi nilai dari kalor lebur. Hal ini karena pada saat melebur maka zat membutuhkan kalor.	11,76% (tepat)
	Salah, karena banyaknya kalor juga mempengaruhi nilai dari kalor lebur sesuai rumus $Q=m.L$ dengan Q adalah kalor, m adalah massa, dan L adalah kalor lebur itu sendiri.	17,65% (tepat)	Salah, hal ini dapat dijelaskan dalam persamaan $Q=m.L$ di mana jika ingin menentukan kalor lebur (L) maka harus diketahui nilai kalor (Q) dan massa (m)	35,29% (tepat)
9. Kalor jenis zat lebih kecil ketika padat daripada ketika cair (<i>tampilan grafik</i>)	Benar, terlihat dari grafik yang semakin naik.	11,76%	Benar, karena dibutuhkan kalor yang lebih banyak ketika ingin mengubah benda padat daripada ketika benda cair.	35,29%
	Benar, kalor jenis zat padat lebih kecil daripada ketika cair.	23,53%	Salah, hal ini sesuai perhitungan:	23,53% (tepat)
	Salah, kalor jenis zat padat lebih besar	17,65%		

	daripada ketika cair.		$c_{\text{padat}} = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{(3000 \text{ J/menit}) \times (4 \text{ menit})}{m \cdot (30 - 0)}$ $= \frac{12000}{30m} = \mathbf{400 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}$ $c_{\text{cair}} = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{(3000 \text{ J/menit}) \times (3 \text{ menit})}{m \cdot (80 - 30)}$ $= \frac{9000}{50m} = \mathbf{180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}$		
10.	Setelah empat menit pemanasan zat seluruhnya menjadi cair	Benar, karena es melebur pada suhu 30° saat empat menit pertama.	17,65%	Benar, hal ini karena zat telah mengalami proses mencair.	11,76%
		Salah, zat akan mencair pada menit ke tujuh	29,41%	Salah, zat seluruhnya menjadi cair pada menit ke-7 Salah, karena setelah menit ke-4 sampai ke-7, zat masih dalam proses perubahan wujud sehingga zat belum cair seluruhnya.	23,53% (tepat) 35,29% (tepat)
11.	Kalor lebur zat adalah 9000 J/kg	Salah, karena kalor lebur zat (air) 2100 J/kg	17,65%	Benar, hal ini dapat dibuktikan dengan rumus $Q=m.L$ sehingga $Q = m.L$ $P.t = m.L$ $3000 \text{ J/menit} \times 3 \text{ menit} = 1.L$ L= 9000 J/kg	35,29% (tepat)
		Salah, pada grafik menunjukkan 4 titik di mana satu titik bernilai 3000 J/kg. Sehingga kalor jenis zat adalah 4.3000 J/kg atau 12 000 J/kg.	17,65%	Salah, hal ini dapat dibuktikan dengan rumus $Q=m.L$ sehingga $Q = m.L$ $3000 = 1.L$ L= 3000 J/kg	11,76%
12.	Setelah 7 menit, zat seluruhnya menjadi gas	Benar, dari grafik terlihat perubahan wujud cair menjadi gas terjadi selama 4 menit yang berawal dari menit ke-3 sehingga zat menjadi gas saat menit ke-7.	17,65%	Salah, karena saat menit ke-7 zat mengalami fase cair bukan gas	58,82% (tepat)
		Benar, karena pada menit ke-7 zat tersebut telah mengalami perubahan wujud dari padar menjadi cair dan kemudian menjadi gas.	11,76%	Salah, karena pada menit ke-7 sampai ke 10, zat mengalami proses perubahan wujud dari cair menjadi gas.	11,76%

Salah, karena zat mencair saat menit ke-4 sampai menit ke-7, dan menjadi gas saat menit ke-10	17,65% (tepat)
Salah, karena saat 7 menit suhu masih berada pada 30° sehingga zat belum menjadi gas. <i>Zat akan menjadi gas setelah mencapai suhu 100°.</i>	23,53%

B. Uraian

No.	Pertanyaan	Pretest	Persentase	Posttest	Persentase
13.	Pada suhu berapa skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama? Jelaskan	Pada 0°.	17,65%	Pada -40°.	5,88%
		Pada 0°, karena termometer C memiliki skala 0°-100°, sedangkan termometer R memiliki skala 0°-80°.	11,76%	Pada 0°.	29,41%
				Pada 0°. karena pada suhu 0° kedua termometer Celcius-Reamur memiliki titik beku yang sama.	35,29% (tepat)
				Pada 0°, misal suhu kedua termometer yang sama adalah x, maka	11,76% (tepat)
				$C = R$ $\frac{x - 0}{100 - 0} = \frac{x - 0}{80 - 0}$ $80x = 100x$ $-20x = 0$ $x = 0^\circ$	
				Pada 0°. hal ini ditunjukkan pada skala kedua termometer yang memiliki kesamaan nilai titik beku.	17,65% (tepat)
					

14. Sebatang baja dengan panjang 2,0 m dipanasi dari 290 K sampai 540 K. Hitung panjang baja pada suhu 540 K. Koefisien muai panjang baja adalah $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$

$$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$$

$$= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$$

$$= 2 \times 1,003 = \mathbf{2,006 \text{ m}}$$

58,82%
(tepat)

$$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$$

$$= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$$

$$= 2 \times 1,003 = \mathbf{2,006 \text{ m}}$$

88,24%
(tepat)

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$= (1,2 \times 10^{-5})(2,0)(250)$$

$$= 0,006 \text{ m}$$

11,76%
(tepat)

$$L_f = L_0 + \Delta L$$

$$= 2,0 \text{ m} + 0,006 \text{ m} = \mathbf{2,006 \text{ m}}$$

$$\Delta L = \alpha \Delta T$$

$$= (1,2 \times 10^{-5})(250)$$

$$= 0,003 \text{ m}$$

11,76%

$$L_f = L_0 + \Delta L$$

$$= 2,0 \text{ m} + 0,003 \text{ m} = \mathbf{2,003 \text{ m}}$$

$$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$$

$$= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 540)$$

$$= 2 \times 0,01298$$

$$= \mathbf{2,01298 \text{ m}}$$

6,25%

15. Nino membuat sebuah termometer yang disebut dengan termometer X dan memberikan hasil sesuai dengan tabel disamping. Ketika Nino mengukur suhu air panas menggunakan termometer Celsius, maka suhu air panas tersebut menunjukkan angka 50°C. Berapa suhu air panas tersebut jika diukur menggunakan termometer X.

$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{X-20}{150-20}$$

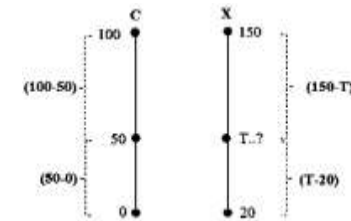
$$\frac{50}{100} = \frac{X-20}{130}$$

$$130 = 2X - 40$$

$$170 = 2X$$

$$X = 85^\circ X$$

23,53%
(tepat)



82,35%
(tepat)

$$\frac{100 - 50}{50 - 0} = \frac{150 - T}{T - 20}$$

$$\frac{50}{50} = \frac{150 - T}{T - 20}$$

$$(T - 20) = (150 - T)$$

$$2T = 170$$

$$\mathbf{T = 85^\circ X}$$

	Celcius	X
Tetap Atas	100 °C	150 °X
Tetap Bawah	0°C	20 °X

Selisih termometer C = 100°
 Selisih termometer X = 130°
 Perbandingan C : X = 1 : 1,3
 Sehingga untuk 50°C = 50 × 1,3 = 65°X

11,76%

$$\frac{X_a - X_b}{C_a - C_b} = \frac{(T_x - 20)}{(T_c - 0)}$$

$$\frac{150 - 20}{100 - 0} = \frac{(T_x - 20)}{(50 - 0)}$$

$$(1,3) \cdot (50) = (T_x - 20)$$

$$65 + 20 = T_x$$

$$T_x = 85^\circ X$$

17,65%
 (tepat)

16. Termometer A dan B digunakan untuk mengukur suhu fluida x, y, dan z. Tentukan nilai *t* pada tabel di bawah ini.

$$\frac{100}{50} = \frac{75}{t}$$

$$100t = 3750$$

$$t = 37,5^\circ B$$

23,53%

64,71%
 (tepat)

Fluida	Termometer A	Termometer B
x	125°	125°
y	100°	75°
z	50°	<i>t</i>

$$\frac{125-50}{100-50} = \frac{125-t}{75-t}$$

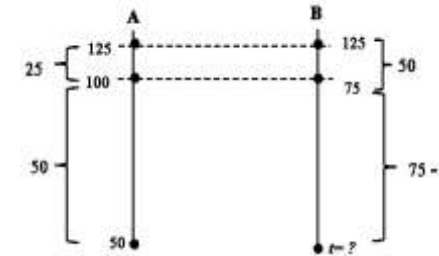
$$\frac{75}{50} = \frac{125-t}{75-t}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{125-t}{75-t}$$

$$250-2t = 225-3t$$

$$t = -25^\circ B$$

11,76%
 (tepat)



$$\frac{25}{50} = \frac{50}{(75 - t)}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{50}{(75 - t)}$$

$$(75 - t) = 2 \cdot 50$$

$$(75 - t) = 100 \rightarrow t = -25^\circ B$$

$$\frac{125}{100} : \frac{125}{75}$$

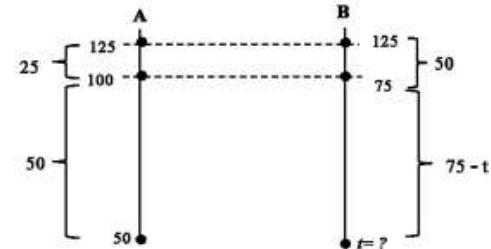
$$\frac{5}{4} : \frac{5}{3}$$

$$15 : 20$$

$$3 : 4$$

Sehingga, $t = \frac{4}{3} \times 50 = 66,7^\circ\text{B}$

17,65%



29,41%

$$\frac{25}{50} = \frac{50}{(75-t)}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{50}{(75-t)}$$

$$(75-t) = 2.50$$

$$(75-t) = 100$$

$$t = 25^\circ\text{B}$$

17. Perhatikan grafik pemanasan 2 kg es berikut ini! Jika kalor jenis es 2.100 J/kg°C, kalor lebur es 336.000 J/kg dan kalor jenis air adalah 4.200 J/kg°C, maka kalor yang dibutuhkan dalam proses dari P-Q-R adalah..

$$Q_{P-Q} = m c_{es} \Delta T$$

$$= 2. 2100. (0-(-5))$$

$$= 21\ 000\ \text{J}$$

$$Q_{Q-R} = m. L_f$$

$$= 2. 336\ 000$$

$$= 672\ 000\ \text{J}$$

$$\therefore Q_{P-Q-R} = Q_{P-Q} + Q_{Q-R}$$

$$= 21\ 000\ \text{J} + 672\ 000\ \text{J} = \mathbf{693.10^3\ J}$$

29,41%
(tepat)

$$Q_{P-Q} = m c_{es} \Delta T$$

$$= 2. 2100. (0-(-5))$$

$$= 21\ 000\ \text{J}$$

$$Q_{Q-R} = mL_f$$

$$= 2. 336\ 000$$

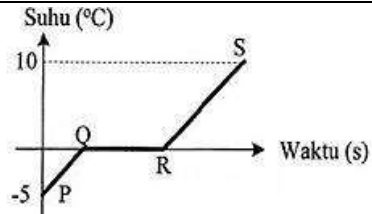
$$= 672\ 000\ \text{J}$$

$$\therefore Q_{P-Q-R} = Q_{P-Q} + Q_{Q-R}$$

$$= 21\ 000\ \text{J} + 672\ 000\ \text{J}$$

$$= \mathbf{693.10^3\ J}$$

100%
(tepat)



$$\begin{aligned}
 Q_P &= m c_{es} \Delta T \\
 &= 2. 2100. (0-(-5)) \\
 &= 21\ 000\ \text{J} \\
 Q_Q &= mL_f \\
 &= 2. 336\ 000 \\
 &= 672\ 000\ \text{J} \\
 Q_R &= m c_{air} \Delta T \\
 &= 2. 4200. 10 \\
 &= 84\ 000\ \text{J} \\
 \therefore Q_{P-Q-R} &= Q_P + Q_Q + Q_R \\
 &= 21000 + 672000 + 84000 \\
 &= 777.10^3\ \text{J}
 \end{aligned}$$

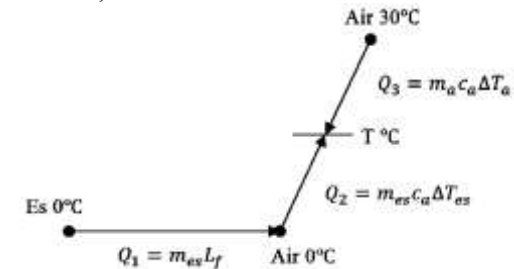
23,53%

18. Sebuah balok es 30 g pada 0°C dicelupkan ke dalam bejana berisi 200 g air pada 30°C. Jika bejana dianggap tidak menyerap kalor, berapakah suhu akhir campuran? kalor lebur es = 336×10^3 J/kg, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3$ J/kg K. Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut

$$\begin{aligned}
 Q_{terima} &= Q_{lepas} \\
 Q_1 &= Q_2 \\
 m_{es}c_a\Delta T_{es} &= m_{es}L_f \\
 (0,03)(4200)(30-T) &= (0,03)(336 \times 10^3) \\
 840(30-T) &= 10080 \\
 30-T &= 12 \\
 T &= 18^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

11,76%

$$\begin{aligned}
 Q_{terima} &= Q_{lepas} && \mathbf{35,29\%} \\
 Q_1 + Q_2 &= Q_3 && \mathbf{(tepat)} \\
 m_{es}L_f + m_{es}c_a\Delta T_{es} &= m_a c_a \Delta T_{air} \\
 (0,03)(336 \times 10^3) + (0,03)(4200)(T-0) &= (0,2)(4200)(30-T) \\
 10080 + 126T &= 25\ 200 - 840T \\
 966T &= 15120 \\
 T &= 15,6^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



$$Q_{terima} = Q_{lepas} \quad 17,65\%$$

$$m c \Delta T = m c \Delta T$$

$$(0,2) (4200) (30-T) = (0,03) (336 \times 10^3) (T-0)$$

$$25200 - 840 T = 10080 (T-0)$$

$$T = 2,3^\circ\text{C}$$

$$Q_{terima} = Q_{lepas} \quad 17,65\%$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_{es} c_a \Delta T_{es} = m_{es} L_f$$

$$(0,03) (4200) (30-T) = (0,03) (336 \times 10^3)$$

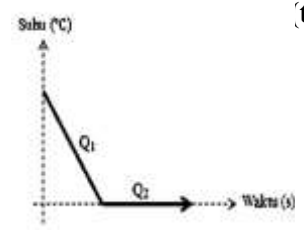
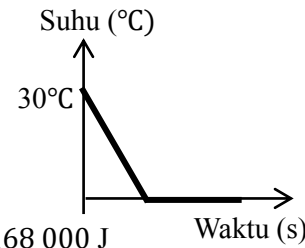
$$840 (30-T) = 10080$$

$$30-T = 12$$

$$T = 18^\circ\text{C}$$

<p>19. Berapa banyak kalor harus diambil dari 2 kg es bersuhu 0°C untuk mengubahnya menjadi air bersuhu 0°C? Diketahui kalor lebur es= 3,36× 10⁵J/kg, kalor jenis air= 4,2× 10³ J/kg</p>	$Q = mL_f$ $= 2.336\ 000$ $= 672\ 000\ \text{J}$ <hr/> $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ $= 2 \times 4,2 \cdot 10^3 \times 0$ $= 0\ \text{J}$	<p>58,82% (tepat)</p> <hr/> <p>11,76%</p>	$Q = mL_f$ $= 2.336\ 000$ $= 672\ 000\ \text{J}$ <p>100% (tepat)</p>
--	--	---	--

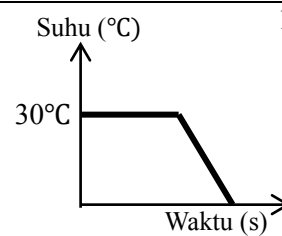
<p>20. Berapa banyak kalor harus diambil dari 0,5 kg air bersuhu 30°C untuk mengubahnya menjadi es bersuhu 0°C? Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut. Diketahui jika kalor lebur es= 3,36× 10⁵J/kg, kalor jenis air= 4,2× 10³ J/kg</p>	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (-30)$ $= - 63\ 000\ \text{J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336\ 000$ $= 168\ 000\ \text{J}$ <p>Maka $Q = Q_1 + Q_2$</p> $= - 63\ 000\ \text{J} + 168\ 000\ \text{J}$ $= 105.10^3\ \text{J}$	<p>41,18%* & 17,65%</p>	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (30)$ $= 63\ 000\ \text{J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336\ 000$ $= 168\ 000\ \text{J}$ $Q = Q_1 + Q_2$ $= 63\ 000 + 168\ 000$ $= 231.10^3\ \text{J}$ <p>35,29% (tepat)</p>
---	--	-------------------------------------	--



$$Q = m c_a \Delta T$$

$$= (0,5). (4200). (30)$$

$$= 63\ 000\ \text{J}$$



17,65%*
&
5,88%

$$Q_1 = m c_a \Delta T$$

$$= (0,5). (4200). (-30)$$

$$= -63\ 000\ \text{J}$$

$$Q_2 = mL_f$$

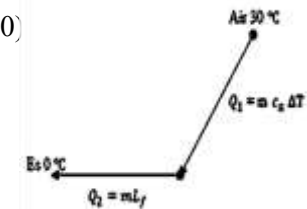
$$= 0,5. 336\ 000$$

$$= 168\ 000\ \text{J}$$

$$\therefore Q = Q_1 + Q_2$$

$$= -63\ 000 + 168\ 000$$

$$= 105.10^3\ \text{J}$$



29,41%

$$Q_1 = m c_a \Delta T$$

$$= (0,5). (4200). (30)$$

$$= 63\ 000\ \text{J}$$

$$Q_2 = mL_f$$

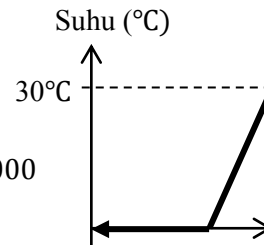
$$= 0,5. 336\ 000$$

$$= 168\ 000\ \text{J}$$

Maka $Q = Q_1 + Q_2$

$$= 63\ 000 + 168\ 000$$

$$= 231.10^3\ \text{J}$$



17,65%*
&
5,88%
(tepat)

21. Mengapa keping bimetal melengkung ketika dipanaskan atau didinginkan? Ke manakah arah melengkungnya bimetal disamping ini ketika dipanaskan? (atas atau bawah). Lalu Ke manakah arah melengkungnya bimetal disamping ini ketika didinginkan?

{keterangan: koefisien muai alumunium $2,55 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, sedangkan besi $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ }.}

- Ketika dipanaskan akan melengkung ke bawah (arah alumunium) karena alumunium memiliki koefisien muai yang lebih besar daripada besi.
- Ketika didinginkan akan melengkung ke atas (arah besi) karena koefisien muai besi lebih kecil daripada alumunium.

17,65%

- Karena bimetal memiliki koefisien yang berbeda-beda
- Jika dipanaskan akan melengkung ke atas

29,41%
(tepat)

- Karena terjadi pertambahan panjang pada setiap logam penyusun bimetal sebagai akibat dari dua jenis logam yang berbeda disatukan. Karena kedua jenis logam berbeda, maka koefisien muainya berbeda pula sehingga keping bimetal dapat melengkung ketika dipanaskan dan didinginkan.
- Jika dipanaskan melengkung ke atas
- Jika didinginkan melengkung ke bawah
- Jika dipanaskan akan melengkung ke atas
- Jika didinginkan akan melengkung ke bawah

17,65%
(tepat)

52,94%

- | | | |
|---|--|--------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Jika didinginkan akan melengkung ke bawah | <ul style="list-style-type: none"> • Jika dipanaskan akan melengkung ke bawah (aluminium) • Jika didinginkan akan melengkung ke bawah (besi) | 11,76% |
|---|--|--------|

Keterangan: (*) tidak menyertakan grafik

- Kelompok Sedang

A. Benar atau salah disertai alasan

No.	Pertanyaan	Pretest	Persentase	Posttest	Persentase
1.	Pemasangan kabel listrik harus dipasang kendur dari satu tiang ke tiang yang lain, hal ini karena pada malam hari atau saat udara dingin kabel akan menyusut sehingga ikatan kabel menjadi longgar.	Benar, karena pada malam hari suhu akan menjadi rendah sehingga akan menyusut.	10,00%	Benar, jika kabel tidak dipasang kendur maka ketika malam hari atau saat udara dingin, kabel akan menyusut dan dapat mengakibatkan kabel terputus.	17,50%
		Benar, karena pada malam hari kabel akan kencang sehingga pemasangan kabel dibuat kendur agar tidak putus saat mulai mengencang tersebut.	65,00%	Salah, tujuan pemasangan kabel dibuat kendur adalah untuk menghindari pemuaian pada siang hari atau saat cuaca panas sehingga kabel tidak akan terputus	5,00%
		Salah, tujuan pemasangan kabel yang dibuat kendur adalah ketika malam hari atau saat udara dingin ikatan kabel akan menjadi kencang sehingga apabila kabel tidak dipasang kendur maka kabel akan terputus.	20,00% (tepat)	Salah, karena pada malam hari atau saat udara dingin ukuran kabel akan menyusut, hal ini berarti ikatan kabel menjadi kencang dan bukan longgar	77,50% (tepat)
		Salah, karena pemasangan kabel dibuat kendur adalah agar ketika siang hari kabel tidak terputus akibat pemuaian.	5,00%		
2.	Pada proses perubahan wujud yaitu menguap, berarti zat melepaskan kalor.	Benar, karena pada proses penguapan terjadi perpindahan kalor dari suhu tinggi menuju suhu yang lebih rendah sehingga dapat dikatakan melepas kalor.	12,50%	Benar, karena dalam perubahan wujud menguap (dari cair menjadi gas) maka kalor dilepaskan dalam bentuk uap	17,50%

	Salah, karena menguap merupakan proses perubahan zat cair menjadi gas sehingga dalam perubahan wujud tersebut membutuhkan kalor.	17,50% (tepat)	Salah, karena dalam untuk berubah wujud dari cair menjadi gas atau, maka zat membutuhkan kalor.	62,50% (tepat)
	Salah, karena proses penguapan membutuhkan kalor (menerima kalor)	27,50% (tepat)		
	Benar, karena pada proses menguap, kalor akan dilepas ke udara dan menjadi uap air.	35,00%		
3. Agar gelas tidak pecah ketika kita ingin menuangkan air panas ke dalam gelas tersebut, maka kita harus menuangkan air panas secara perlahan-lahan	Benar, agar pemuaiian dalam gelas akibat penguapan air panas dapat terjadi secara perlahan.	5,00%	Benar, ketika air panas dituangkan secara perlahan maka gelas bagian luar dapat menyesuaikan suhu gelas bagian dalam.	17,50%
	Benar, karena jika dituang secara perlahan maka pemuaiian yang terjadi pada gelas akan terjadi secara merata.	30,00%	Benar, jika air panas dituangkan secara perlahan maka gelas akan menerima kalor secara perlahan dan terhindar dari pecah.	12,50%
	Benar, karena di dalam gelas terjadi pemuaiian. Jika tidak dituang secara perlahan maka gelas akan pecah karena tidak dapat menyesuaikan suhu akibat pemuaiian tersebut.	40,00%	Benar, agar pemuaiian di dalam dan luar gelas seimbang sehingga gelas tidak pecah	47,50% (tepat)
	Benar, menuangkan air secara perlahan-lahan bertujuan agar gelas mampu menyesuaikan suhu pada gelas.	5,00%	Benar, ketika kita menuangkan air panas secara cepat maka bagian dalam gelas akan memuai terlebih dahulu dan bagian luar gelas belum memuai atau pemuaiian kecil, sehingga gelas akan pecah. Menuangkan air panas secara perlahan dimaksudkan agar bagian luar gelas ikut memuai bersamaan dengan bagian dalam gelas.	17,50% (tepat)
	Benar, agar bagian dalam gelas tidak memuai lebih besar dari bagian luar gelas.	2,50% (tepat)		
	Salah, karena menuangkan air panas ke dalam gelas secara perlahan-lahan atau langsung akan tetap membuat gelas menjadi pecah. Jika ingin mengurangi dampak dari pecahnya gelas akibat pemuaiian maka dapat dilakukan dengan cara meletakkan sendok logam ke dalam gelas tersebut.	25,00%		

	Salah, karena gelas dapat pecah tidak disebabkan oleh air panas yang dituangkan secara tiba-tiba, namun karena pemuaian gelas yang tidak merata.	7,50%	Salah, tergantung kualitas dan tebal tipisnya gelas.	5,00%
4. Andi ingin membuka dua buah gelas kaca yang macet (tidak dapat dipisahkan) seperti pada gambar. Maka hal yg dilakukan Andi adalah memberikan air dingin 0°C pada gelas P.	Benar, karena jika gelas P diberi es maka gelas dapat menyusut sehingga dapat dipisahkan dari gelas Q	45,00% (tepat)	Benar, karena gelas P mengalami penyusutan akibat penurunan suhu, sehingga kedua gelas memiliki celah untuk dipisahkan.	17,50% (tepat)
	Benar, karena jika gelas P diberikan air dingin maka volume gelas tersebut akan menyusut sehingga gelas dapat dipisahkan.	20,00% (tepat)	Benar, ketika gelas P diberi air dingin maka gelas akan menyusut dan kedua gelas dapat dipisahkan. Cara lain yang dapat dilakukan adalah menyelupkan dasar gelas Q ke air panas sehingga gelas Q akan memuai dan kedua gelas dapat dipisahkan.	15,00% (tepat)
	Salah, karena gelas P akan bertambah lebar (tidak menyusut) sehingga gelas akan semakin susah untuk dikeluarkan.	10,00%	Salah, seharusnya gelas P diberikan air panas agar terjadi pemuaian sehingga kedua gelas dapat dipisahkan.	67,50%
	Salah, untuk melepaskan kedua gelas maka hal yang harus dilakukan adalah memberikan air panas pada gelas P sehingga gelas P dapat menyusut.	15,00%		
5. Semua bahan memuai jika dipanaskan	Benar, karena semua bahan berasal dari zat padat, cair, dan gas yang apabila dipanaskan akan memuai.	12,50%	Benar, karena semua bahan memiliki molekul penyusun, dan ketika molekul tersebut mendapatkan energi panas maka molekul benda akan bergerak sehingga benda tersebut akan memuai.	12,50%
	Benar, karena untuk memuai semua bahan memerlukan kalor.	20,00%		
	Salah, tidak semua bahan jika dipanaskan akan memuai. Contohnya kayu, plastik, dan karet.	32,50% (tepat)	Benar, karena setiap benda memiliki koefisien muai.	7,50%
	Salah, hanya bahan tertentu saja seperti bahan <i>logam</i> yang apabila dipanaskan dapat memuai.	7,50%	Salah, karena terdapat bahan yang jika dipanaskan akan mencair.	27,50%
	Salah, karena terdapat bahan yang apabila dipanaskan dapat menjadi cair seperti besi atau	5,00%	Salah, karena bahan yang terbuat dari logam atau konduktor yang dapat memuai	17,50%



		aluminium yang dipanaskan dalam suhu tinggi, sehingga tidak semua bahan apabila dipanaskan akan memuai.			jika dipanaskan.. Salah, tidak semua bahan jika dipanaskan akan memuai. Sebagai contoh plastik, kayu, dan karet.	32,50% (tepat)
6.	Semua termometer memberikan skala yang sama bila mengukur suhu suatu sistem tertentu	Benar, karena ketika kita mengukur suhu suatu sistem maka termometer akan menunjukkan skala yang sama dengan sistem tersebut.	15,00%		Salah, karena setiap termometer memiliki titik tetap atas (titik didih) dan titik tetap bawah (titik beku) yang berbeda, sehingga setiap termometer memberikan skala yang berbeda pula.	42,50% (tepat)
		Salah, karena setiap termometer memiliki titik didih dan titik beku yang berbeda.	12,50% (tepat)		Salah, karena setiap termometer memiliki skala tersendiri.	32,50%
		Salah, tergantung skala dari termometer yang digunakan.	12,50%		Salah, karena setiap termometer memiliki skala yang berbeda-beda, seperti termometer celcius, reamur, fahrenheit, atau kelvin	7,50%
		Salah, karena termometer memiliki beberapa jenis: Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin.	42,50%		Salah, tergantung sensitivitas setiap termometer.	7,50%
7.	Selama perubahan fasa (perubahan wujud), suhu suatu zat adalah konstan	Benar, karena suatu zat memiliki suhu yang konstan.	7,50%		Benar, karena kalor yang diterima atau dilepas digunakan untuk merubah wujud zat sehingga suhu konstan	22,50% (tepat)
		Benar, karena dalam rumus $Q=m.L$ tidak terdapat faktor ΔT sehingga suhu dalam perubahan wujud adalah konstan.	2,50% (tepat)		Benar, karena dalam persamaan perubahan wujud $Q=m.L$, terlihat jika perubahan suhu tidak mempengaruhi atau suhu zat adalah konstan.	52,50% (tepat)
		Salah, perubahan wujud merupakan suatu proses yang ditandai dengan perubahan suhu suatu zat sehingga tidak mungkin apabila suhu tersebut konstan. Sebagai contoh adalah proses air menjadi es di mana suhu dari zat berubah.	45,00%		Benar, hal ini terlihat dalam grafik suhu-kalor. Ketika suatu zat berubah wujud maka ditandai dengan garis lurus pada sumbu y (suhu). Hal ini berarti suhu zat adalah konstan.	7,50% (tepat)
		Salah, karena dalam perubahan wujud terjadi perpindahan kalor, ada yang menerima dan melepaskan kalor sehingga suhunya berubah.	20,00%			

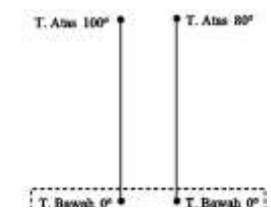
8. Nilai dari kalor lebur tidak dipengaruhi oleh banyaknya kalor yang diberikan pada suatu zat. Melainkan dipengaruhi oleh karakteristik zat itu sendiri.	Benar, karena karakteristik benda sangat berpengaruh terhadap nilai dari kalor lebur.	17,50%	Benar, karena nilai dari kalor lebur sudah ditetapkan berdasarkan karakteristik masing-masing zat.	17,50%
	Benar, karena banyaknya kalor tidak selalu mempengaruhi kalor lebur, tergantung pada jenis benda tersebut.	10,00%	Salah, karena selama perubahan wujud maka <i>suhu zat juga ikut berubah</i> sesuai kalor yang diterima atau kalor dilepas.	12,50%
	Salah, nilai dari kalor lebur dipengaruhi oleh kalor dan karakteristik zat.	15,00%	Salah, karena banyaknya kalor juga mempengaruhi nilai dari kalor lebur sesuai rumus $Q=m.L$, dengan L (kalor lebur) dipengaruhi oleh Q (kalor) dan m (massa)	47,50% (tepat)
	Salah, jumlah kalor lebur berbanding lurus dengan kalor yang dilepas atau diterima benda..	35,00% (tepat)		
9. Kalor jenis zat lebih kecil ketika padat daripada ketika cair (<i>tampilan grafik</i>)	Benar, karena kalor jenis zat cair adalah 4200 J/kg°C sedangkan saat menjadi padat kalor jenis bernilai 2100 J/kg°C.	12,50%	Benar, karena kalor jenis zat cair adalah 4200 J/kg°C sedangkan saat menjadi padat kalor jenis bernilai 2100 J/kg°C.	20,00%
	Benar, karena dari grafik terlihat jika semakin zat menjadi cair maka semakin tinggi suhu yang diperlukan atau semakin banyak kalor yang diperlukan.	7,50%	Salah, karena kalor dalam zat padat lebih besar daripada zat cair. Sehingga nilai kalor jenis zat padat juga lebih besar dibandingkan ketika cair.	15,00%
	Benar, karena perubahan suhu pada zat padat (30°C) lebih kecil daripada perubahan suhu zat cair (60°C)	12,50%	Salah, hal ini sesuai perhitungan sebagai berikut: $c_{\text{padat}} = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{(3000 \text{ J/menit}) \times (4 \text{ menit})}{m \cdot (30 - 0)}$ $= \frac{12000}{30m} = \mathbf{400 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}$	35,00% (tepat)
	Salah, kalor jenis terkecil adalah ketika suhu suatu zat konstan.	5,00%	$c_{\text{cair}} = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{(3000 \text{ J/menit}) \times (3 \text{ menit})}{m \cdot (80 - 30)}$ $= \frac{9000}{50m} = \mathbf{180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}$	
	Salah, kalor jenis zat pada saat padat lebih besar daripada ketika cair.	30,00%		
				Salah, nilai dari kalor jenis selalu tetap meskipun zat berada dalam keadaan padat, cair, atau gas.
10. Setelah empat menit pemanasan zat seluruhnya menjadi cair	Benar, karena zat mengalami perubahan pada suhu 30°C ketika memasuki menit ke-4.	15,00%	Benar, karena sebelum menit ke-4, zat telah mengalami kenaikan suhu dari bentuk awal berupa padatan. Oleh karena	12,50%

			itu setelah 4 menit pemanasan zat yang awalnya padat menjadi zair.	
	Benar, karena saat menit ke 0-4 zat memiliki wujud padat, menit ke 4-7 memiliki wujud cair, dan menit ke 7-10 zat menjadi uap atau gas.	10,00%	Benar, karena pada menit ke 4 terjadi perubahan wujud dari padat menjadi cair sehingga pada menit tersebut zat dapat berupa wujud cair.	7,50%
	Salah, karena setelah empat menit pemanasan zat masih mengalami perubahan wujud yaitu melebur atau mencair.	7,50% (tepat)	Salah, karena setelah 4 menit pemanasan, zat mengalami proses mencair, dan saat menit ke-7, zat seluruhnya menjadi cair.	27,50% (tepat)
	Salah, karena untuk menjadi cair maka zat harus dipanaskan dengan suhu 100°C	22,50%	Salah, karena saat empat menit pemanasan, zat dalam proses menjadi cair (belum sepenuhnya menjadi cair)	20,00%
	Salah, setelah 4 menit zat masih menjadi es atau zat padat.	7,50%	Salah, zat sepenuhnya menjadi cair saat menit ke-7	22,50% (tepat)
11.	Kalor lebur zat adalah 9000 J/kg	Benar, karena didapatkan dari persamaan $Q=m.L$ maka diperoleh 3 menit \times 3000J/menit = 1 kg. L, sehingga $L= 9000$ J/kg	Benar, hal ini dapat dibuktikan dengan rumus $Q=m.L$ sehingga $Q = m.L$ $P.t = m.L$ $3000 \text{ J/menit} \times 3 \text{ menit} = 1.L$ $L= 9000$ J/kg	55,00% (tepat)
	Salah, nilai dari kalor lebur zat tersebut adalah 3000 J/menit.	10,00%		
	Salah, karena kalor lebur zat adalah 10 000J/kg.	5,00%	Salah, hal ini dapat dibuktikan dengan rumus $Q=m.L$ sehingga $Q = m.L$ $3000 = 1.L$ $L= 3000$ J/kg	15,00%
	Salah, karena kalor yang diperlukan tiap menit adalah 3000 J. Sedangkan dalam proses peleburan dibutuhkan waktu selama 4 menit, sehingga kalor lebur zat adalah $4 \times 3000 \text{ J} = 12 000 \text{ J/kg}$.	15,00%		
12.	Setelah 7 menit, zat seluruhnya menjadi gas	Benar, karena saat menit ke-7 sampai ke-10 sudah terjadi perubahan wujud yaitu menguap.	Benar. Karena saat menit ke-4 sampai ke-7 zat telah menjadi cair sehingga setelah menit ke-7 zat akan berubah wujud menjadi gas.	17,50%
	Salah, karena pada menit ke-7 zat masih menjadi cair.	10,00% (tepat)	Salah, karena setelah menit ke-7 zat masih menjadi cair.	60,00% (tepat)

Salah, karena pada menit ke-7 zat masih mengalami peleburan menjadi cair dengan suhu 30°C	5,00%	Salah, zat akan menjadi gas seluruhnya setelah menit ke-10	10,00%
Salah, karena untuk menjadi gas maka suatu benda harus dipanaskan pada suhu 100°C	20,00%		

B. Uraian

No.	Pertanyaan	Pretest	Persentase	Posttest	Persentase
13.	Pada suhu berapa skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama? Jelaskan	Pada 0°.	42,50%	Pada 0°.	22,50%
		Pada -40°	20,00%	Pada -40°	7,50%
		Pada 0°, karena pada suhu tersebut skala Celcius dan Reamur menunjukkan titik beku yang sama yaitu 0°	12,50% (tepat)	Pada 0°. hal ini ditunjukkan pada skala kedua termometer yang memiliki kesamaan nilai titik beku.	17,50% (tepat)
				Pada 0°, hal ini karena pada suhu tersebut kedua termometer menunjukkan titik tetap bawah atau titik beku yang sama.	32,50% (tepat)
				Pada 0°, misal suhu kedua termometer yang sama adalah x, maka	20,00% (tepat)
				$C = R$ $\frac{x - 0}{100 - 0} = \frac{x - 0}{80 - 0}$ $80x = 100x$ $-20x = 0$ $x = 0°$	
14.	Sebatang baja dengan panjang 2,0 m dipanasi dari 290 K sampai 540 K. Hitung panjang	$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ $= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$ $= 2 \times 1,003 = 2,006 \text{ m}$	57,50% (tepat)	$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ $= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$ $= 2 \times 1,003 = 2,006 \text{ m}$	65,00% (tepat)



baja pada suhu 540 K. Koefisien muai panjang baja adalah $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$	$L = \alpha L_0 \Delta T$ $= (1,2 \times 10^{-5})(2,0)(250)$ $= \mathbf{0,006 \text{ m}}$	5,00%	$L = L_0(1 + \alpha \Delta T)$ $= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$ $= 2 \times 0,003 = \mathbf{2,003 \text{ m}}$	7,50%
	$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ $= (1,2 \times 10^{-5})(2,0)(250)$ $= 0,006 \text{ m}$ $L_f = L_0 + \Delta L$ $= 2,0 \text{ m} + 0,006 \text{ m} = \mathbf{2,006 \text{ m}}$	10,00% (tepat)	$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ $= (1,2 \times 10^{-5})(2,0)(250)$ $= 0,006 \text{ m}$ $L_f = L_0 + \Delta L$ $= 2,0 \text{ m} + 0,006 \text{ m} = \mathbf{2,006 \text{ m}}$	27,50% (tepat)
	$\Delta L = \alpha \Delta T$ $= (1,2 \times 10^{-5})(250)$ $= 0,003 \text{ m}$ $L_f = L_0 + \Delta L$ $= 2,0 \text{ m} + 0,003 \text{ m} = \mathbf{2,003 \text{ m}}$	7,50%		

15. Nino membuat sebuah termometer yang disebut dengan termometer X dan memberikan hasil sesuai dengan tabel disamping. Ketika Nino mengukur suhu air panas menggunakan termometer Celsius, maka suhu air panas tersebut menunjukkan angka 50°C. Berapa suhu air panas tersebut jika diukur menggunakan termometer X.	$\frac{C-0}{100-0} = \frac{X-20}{150-20}$ $\frac{50}{100} = \frac{X-20}{130}$ $130 = 2X - 40$ $170 = 2X$ $X = 85^\circ X$	35,00% (tepat)		32,50% (tepat)								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Celcius</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tetap Atas</td> <td>100°C</td> <td>150°X</td> </tr> <tr> <td>Tetap Bawah</td> <td>0°C</td> <td>20°X</td> </tr> </tbody> </table>			Celcius	X	Tetap Atas	100°C	150°X	Tetap Bawah	0°C	20°X	
	Celcius	X										
Tetap Atas	100°C	150°X										
Tetap Bawah	0°C	20°X										

$$\frac{100 - 50}{50 - 0} = \frac{150 - T}{T - 20}$$

$$\frac{50}{50} = \frac{150 - T}{T - 20}$$

$$1 = \frac{150 - T}{T - 20}$$

$$(T - 20) = (150 - T)$$

$$2T = 170$$

$$T = 85^\circ X$$

$\frac{C-0}{100-0} = \frac{X}{150-20}$ $\frac{50}{100} = \frac{X}{130}$ $50.130 = 100X$ $6500 = 100X$ $X = 65^{\circ}X$	22,50%	<p>C : X $(100-0) : (150-20)$ $100 : 130$ $10 : 13$</p> <p>Maka untuk $50^{\circ}C$, nilai X adalah, $= \frac{13}{10} \times 50 = \mathbf{65^{\circ}X}$</p>	5,00%	
---	--------	--	-------	--

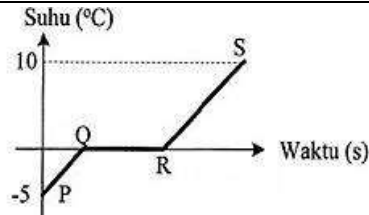
Selisih termometer C = 100° Selisih termometer X = 130° Perbandingan C : X = 1 : 1,3 Sehingga untuk $50^{\circ}C = 50 \times 1,3 = 65^{\circ}X$	7,50%	$\frac{X_a - X_b}{C_a - C_b} = \frac{(T_x - 20)}{(T_c - 0)}$ $\frac{150 - 20}{100 - 0} = \frac{(T_x - 20)}{(50 - 0)}$ $(1,3). (50) = (T_x - 20)$ $65 + 20 = T_x$ $T_x = \mathbf{85^{\circ}X}$	62,50% (tepat)
--	-------	---	--------------------------

16. Termometer A dan B digunakan untuk mengukur suhu fluida x, y, dan z. Tentukan nilai t pada tabel di bawah ini.

Fluid	Termometer A	Termometer B
x	125°	125°
y	100°	75°
z	50°	t

$\frac{100}{50} = \frac{75}{t}$ $100t = 3750$ $t = \mathbf{37,5^{\circ}B}$	10,00%	$\frac{25}{50} = \frac{50}{(75 - t)}$ $\frac{1}{2} = \frac{50}{(75 - t)}$ $(75 - t) = 2.50$ $(75 - t) = 100$ $t = \mathbf{-25^{\circ}B}$	57,50% (tepat)
$\frac{125-50}{100-50} = \frac{125-t}{75-t}$ $\frac{75}{75} = \frac{125-t}{75-t}$ $\frac{50}{3} = \frac{75-t}{125-t}$ $\frac{2}{3} = \frac{75-t}{125-t}$ $250-2t = 225-3t$ $t = \mathbf{-25^{\circ}B}$	20,00% (tepat)		

	$125 : 125$ $25 \downarrow \quad \downarrow 50$ $100 \quad 75$ $50 \downarrow \quad \downarrow 100$ $50 \quad (75-100 = -25^\circ)$	<p>7,50% (tepat)</p>		<p>17,50%</p>
	$A : B$ $(125-100) : (125-75)$ $25 : 50$ $1 : 2$ $\frac{A}{B} : \frac{2}{1}$ $\frac{50}{t} : \frac{2}{1}$ $t = \frac{50 \cdot 1}{2} = 25^\circ$	<p>15,00%</p>	$\frac{25}{50} = \frac{50}{(75-t)}$ $\frac{1}{2} = \frac{50}{(75-t)}$ $(75-t) = 2 \cdot 50$ $(75-t) = 100$ $t = 25^\circ B$	
<p>17. Perhatikan grafik pemanasan 2 kg es berikut ini! Jika kalor jenis es 2.100 J/kg°C, kalor lebur es 336.000 J/kg dan kalor jenis air adalah 4.200 J/kg°C, maka kalor yang dibutuhkan dalam proses dari P-Q-R adalah</p>	$Q_{P-Q} = m c_{es} \Delta T$ $= 2 \cdot 2100 \cdot (0 - (-5))$ $= 21\,000 \text{ J}$ $Q_{Q-R} = mL_f$ $= 2 \cdot 336\,000$ $= 672\,000 \text{ J}$ $\therefore Q_{P-Q-R} = Q_{P-Q} + Q_{Q-R}$ $= 21\,000 \text{ J} + 672\,000 \text{ J}$ $= 693 \cdot 10^3 \text{ J}$	<p>27,50% (tepat)</p>	$Q_{P-Q} = m c_{es} \Delta T$ $= 2 \cdot 2100 \cdot (0 - (-5))$ $= 21\,000 \text{ J}$ $Q_{Q-R} = mL_f$ $= 2 \cdot 336\,000$ $= 672\,000 \text{ J}$ $\therefore Q_{P-Q-R} = Q_{P-Q} + Q_{Q-R}$ $= 21\,000 \text{ J} + 672\,000 \text{ J}$ $= 693 \cdot 10^3 \text{ J}$	<p>97,50% (tepat)</p>



$$\begin{aligned}
 Q_P &= m c_{es} \Delta T \\
 &= 2.2100. (0-(-5)) \\
 &= 21\,000\text{ J} \\
 Q_Q &= mL_f \\
 &= 2.336\,000 \\
 &= 672\,000\text{ J} \\
 Q_R &= m c_{air} \Delta T \\
 &= 2.4200. 10 \\
 &= 84\,000\text{ J} \\
 \therefore Q_{P-Q-R} &= Q_P + Q_Q + Q_R \\
 &= 21000 + 672000 + 84000 \\
 &= 777.10^3\text{ J}
 \end{aligned}$$

20,00%

$$\begin{aligned}
 Q_{P-Q} &= m c_{es} \Delta T \\
 &= 2.4200. (0-(-5)) \\
 &= 42\,000\text{ J} \\
 Q_{Q-R} &= mL_f \\
 &= 2.336\,000 \\
 &= 672\,000\text{ J} \\
 \therefore Q_{P-Q-R} &= Q_{P-Q} + Q_{Q-R} \\
 &= 42\,000\text{ J} + 672\,000\text{ J} \\
 &= 714.10^3\text{ J}
 \end{aligned}$$

2,50%

18. Sebuah balok es 30 g pada 0°C dicelupkan ke dalam bejana berisi 200 g air pada 30°C. Jika bejana dianggap tidak menyerap kalor, berapakah suhu akhir campuran? kalor lebur es = 336×10^3 J/kg, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3$ J/kg K. Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut

$$\begin{aligned}
 Q_{terima} &= Q_{lepas} \\
 m c \Delta T &= m L \\
 (0,2) (4200) (30-T) &= (0,03) (336 \times 10^3) \\
 840 (30-T) &= 10080 \\
 30-T &= 12 \\
 T &= 18^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

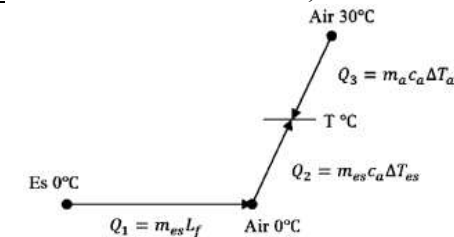
7,50%

$$\begin{aligned}
 Q_{terima} &= Q_{lepas} \\
 Q_1 + Q_2 &= Q_3 \\
 m_{es}L_f + m_{es}c_a\Delta T_{es} &= m_a c_a \Delta T_{air} \\
 (0,03) (336 \times 10^3) + (0,03) (4200) (T-0) &= (0,2) (4200) (30-T) \\
 966 T &= 15120 \rightarrow T = 15,6^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

62,50%
(tepat)

$$\begin{aligned}
 Q_{terima} &= Q_{lepas} \\
 m c \Delta T &= m c \Delta T \\
 (0,2) (4200) (30-T) &= (0,03) (336 \times 10^3) (T-0) \\
 25200 - 840 T &= 10080 (T-0) \\
 25200 &= 10920 T \\
 T &= 2,3^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

5,00%



$$\begin{aligned}
 Q_{terima} &= Q_{lepas} \\
 m c \Delta T &= m L \\
 (0,2) (4200) (30-T) &= (0,03) (336 \times 10^3) \\
 840 (30-T) &= 10080, T = 18^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

15,00%

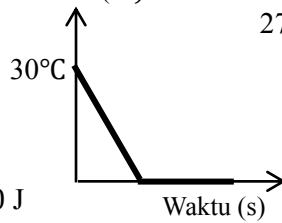
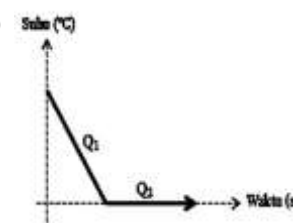
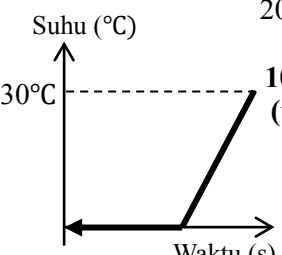
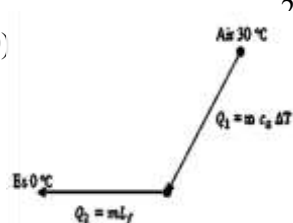
19. Berapa banyak kalor harus diambil dari 2 kg es bersuhu 0°C untuk mengubahnya

$$\begin{aligned}
 Q &= mL_f \\
 &= 2.336\,000 \\
 &= 672\,000\text{ J}
 \end{aligned}$$

57,50%
(tepat)

$$\begin{aligned}
 Q &= mL_f \\
 &= 2.336\,000 \\
 &= 672\,000\text{ J}
 \end{aligned}$$

100%
(tepat)

<p>menjadi air bersuhu 0°C? Kalor lebur es= 3,36× 10⁵J/kg, kalor jenis air= 4,2× 10³ J/kg</p>	$Q = m c \Delta T$ $= 2,4,2 \times 10^3$ $= 8400 \text{ J}$	<p>5,00%</p>	
<p>20. Berapa banyak kalor harus diambil dari 0,5 kg air bersuhu 30°C untuk mengubahnya menjadi es bersuhu 0°C? Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut. Diketahui jika kalor lebur es= 3,36× 10⁵J/kg, kalor jenis air= 4,2× 10³ J/kg</p>	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (-30)$ $= - 63 000 \text{ J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336 000$ $= 168 000 \text{ J}$ $\therefore Q = Q_1 + Q_2$ $= - 63 000 \text{ J} + 168 000 \text{ J}$ $= \mathbf{105.10^3 \text{ J}}$	<p>Suhu (°C)</p>  <p>7,50% & 27,50%*</p>	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (30)$ $= 63 000 \text{ J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336 000$ $= 168 000 \text{ J}$ $Q = Q_1 + Q_2$ $= 63 000 + 168 000$ $= \mathbf{231.10^3 \text{ J}}$ <p>65,00% tepat</p> 
	$Q = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (-30)$ $= - 63 000 \text{ J}$	<p>10,00%</p>	$Q = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (-30)$ $= - 63 000 \text{ J}$ <p>7,50%</p>
	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (30)$ $= 63 000 \text{ J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336 000$ $= 168 000 \text{ J}$ $\therefore Q = Q_1 + Q_2$ $= 63 000 + 168 000$ $= \mathbf{231.10^3 \text{ J}}$	<p>Suhu (°C)</p>  <p>20,00%* & 10,00% (tepat)</p>	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (-30)$ $= - 63 000 \text{ J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336 000$ $= 168 000 \text{ J}$ $\therefore Q = Q_1 + Q_2$ $= - 63 000 + 168 000$ $= \mathbf{105.10^3 \text{ J}}$ <p>27,50%</p> 
<p>21. Mengapa keping bimetal melengkung ketika dipanaskan atau didinginkan? Ke manakah arah melengkungnya bimetal disamping ini ketika dipanaskan? (atas atau bawah). Lalu Ke manakah arah melengkungnya bimetal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ketika dipanaskan akan melengkung ke bawah (arah alumunium) karena alumunium memiliki koefisien muai yang lebih besar daripada besi. • Ketika didinginkan akan melengkung ke atas (arah besi) karena koefisien muai besi lebih kecil daripada alumunium. 	<p>17,50%</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ketika bimetal dipanaskan maka keping bimetal akan melengkung menuju logam dengan koefisien yang lebih kecil (besi). • Namun sebaliknya, jika bimetal didinginkan maka bimetal akan melengkung ke arah logam yang memiliki koefisien yang lebih besar (alumunium). <p>37,50%</p>	

disamping ini ketika didinginkan? {keterangan: koefisien muai alumunium $2,55 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, sedangkan besi $1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ }.	<ul style="list-style-type: none"> • Karena dalam bimetal terdapat dua logam yang memiliki perbedaan koefisien muainya. • Jika dipanaskan akan melengkung ke atas • Jika didinginkan akan melengkung ke bawah 	37,50% (tepat)	<ul style="list-style-type: none"> • Karena dalam bimetal terdapat dua logam yang memiliki perbedaan koefisien muai. • Ketika dipanaskan melengkung ke atas • Ketika didinginkan maka melengkung ke bawah (alumunium). 	45,00% (tepat)
	<ul style="list-style-type: none"> • Karena bimetal peka terhadap suhu • Jika dipanaskan akan melengkung ke atas • Jika didinginkan akan melengkung ke bawah 	7,50%	<ul style="list-style-type: none"> • Ketika dipanaskan maka melengkung ke bawah (alumunium). • Ketika didinginkan melengkung ke atas (besi) 	15,00%

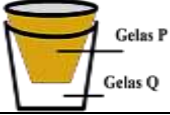
Keterangan: (*) tidak menyertakan grafik

- Kelompok Tinggi

A. Benar atau salah disertai alasan

No.	Pertanyaan	Pretest	Persentase	Posttest	Persentase
1.	Pemasangan kabel listrik harus dipasang kendur dari satu tiang ke tiang yang lain, hal ini karena pada malam hari atau saat udara dingin kabel akan menyusut sehingga ikatan kabel menjadi longgar.	Benar, karena kabel pada malam hari akan menyusut sehingga ikatan kabel menjadi longgar.	40,00%	Benar, suhu dingin menyebabkan kabel menyusut sehingga dalam pemasangannya dibuat kendur untuk menghindari putusya kabel. Apabila kabel pada malam hari menyusut, maka ikatan menjadi longgar.	20,00%
		Benar, karena ketika udara dingin atau pada malam hari ukuran kabel akan ikut menyusut dan pada siang hari akan memuai.	13,33%	Salah, karena pada malam hari atau saat udara dingin, kabel akan mengalami penyusutan sehingga dikatan kabel menjadi kencang (bukan longgar) dan rawan terputus.	73,33% (tepat)
		Benar, hal ini dimaksudkan agar ketika kabel menyusut, kabel tersebut tidak terputus	6,67%	Salah, tujuan sebenarnya dari pemasangan kabel tersebut adalah untuk menghindari pemuaiian saat siang hari atau saat udara panas.	6,67%
		Salah, seharusnya ketika kabel pada malam hari atau saat udara dingin kabel akan menyusut sehingga ikatannya menjadi kencang	20,00% (tepat)		

	Salah, karena tujuan sebenarnya dari kabel listrik yang dibuat kendur adalah pada siang hari kabel akan memuai sehingga nantinya ikatan kabel menjadi pas pada tiang tersebut.	13,33%			
2.	Pada proses perubahan wujud yaitu menguap, berarti zat melepaskan kalor.	Benar, karena proses menguap adalah proses perubahan wujud dari cair menjadi gas yang melepaskan kalor.	33,33%	Benar, misal secangkir air panas menguap maka setelah proses tersebut suhu air akan turun yang artinya melepaskan kalor.	6,67%
		Salah, karena dalam proses menguap maka membutuhkan kalor.	60,00% (tepat)	Salah, karena pada saat proses menguap, zat mendapatkan kalor sehingga terjadi perubahan wujud dari cair ke gas	93,33% (tepat)
3.	Agar gelas tidak pecah ketika kita ingin menuangkan air panas ke dalam gelas tersebut, maka kita harus menuangkan air panas secara perlahan-lahan	Benar, karena dengan menuangkan air panas perlahan-lahan maka pemuaiian <i>pada bagian dalam gelas akan lebih cepat</i> . Jika air panas dituangkan dengan cepat maka kemungkinan bagian dalam gelas akan mengalami pemuaiian yang relatif kecil.	6,67%	Benar, jika air panas dituang secara cepat maka pemuaiian bagian dalam gelas akan lebih besar dari pemuaiian luar gelas sehingga gelas akan pecah. Penuangan air panas secara perlahan dimaksudkan agar sisi dalam dan luar gelas mengalami pemuaiian yang sama besar.	73,33% (tepat)
		Benar, karena jika proses menuangkan air panas tidak secara perlahan maka pemuaiian bagian dalam dari gelas akan lebih besar dari pemuaiian bagian luar gelas sehingga dapat mengakibatkan gelas menjadi retak atau pecah.	13,33% (tepat)	Benar, agar terjadi penyesuaian suhu antara gelas dan air panas.	13,33%
		Benar, karena jika kita menuangkan air panas kedalam gelas dengan cepat maka gelas akan menerima kalor secara langsung sehingga menyebabkan gelas tidak dapat menahan perubahan suhu yang mendadak dan akhirnya gelas menjadi pecah.	33,33%	Benar, perlakuan tersebut bertujuan agar gelas tidak menerima banyak kalor secara tiba-tiba sehingga gelas tidak akan pecah.	6,67%
		Benar, karena saat menuangkan air panas secara cepat maka <i>suhu</i> di dalam dan di luar gelas tidak sama sehingga gelas pecah.	13,33%	Salah, perlakuan tersebut tidak mempengaruhi. Hal yang paling mempengaruhi adalah besarnya suhu air panas tersebut	6,67%
	Salah, agar gelas tidak pecah maka harus	20,00%			

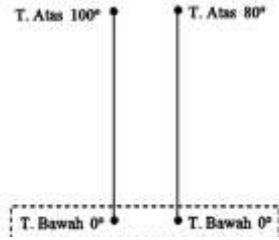
	diberikan sendok logam atau diberikan gula, hal ini karena benda atau zat tersebut dapat menghambat panas sehingga gelas tidak pecah.				
	Salah, hal tersebut pada dasarnya tidak memiliki pengaruh yang berarti.	13,33%			
4.	Andi ingin membuka dua buah gelas kaca yang macet (tidak dapat dipisahkan) seperti pada gambar. Maka hal yg dilakukan Andi adalah memberikan air dingin 0°C pada gelas P.	Benar, karena dengan pemberian air dingin maka gelas P akan menyusut sehingga dapat dipisahkan dari gelas Q.	73,33% (tepat)	Benar, agar gelas P menyusut akibat suhu yang rendah sehingga kedua gelas dapat dipisahkan	86,67% (tepat)
		Salah, karena jika gelas P diisi dengan air dingin maka gelas P akan menyusut dan akan semakin susah untuk dipisahkan dengan gelas Q. Hal yang seharusnya dilakukan adalah memberikan air panas pada gelas P.	26,67	Salah, jika ingin memisahkan kedua gelas maka gelas P harus diberikan air panas agar gelas dapat menyusut dan kedua gelas dapat dipisahkan.	13,33%
					
5.	Semua bahan memuai jika dipanaskan	Benar, karena pemuaian dapat terjadi pada zat padat, cair, dan gas.	13,33%	Benar, karena semua benda memiliki koefisien muai. Hal ini berarti semua benda dapat memuai ketika dipanaskan.	6,67%
		Benar, karena kalor dalam proses pemanasan suatu zat dapat membuat penambahan panjang, luas, dan volume dari ukuran zat tersebut.	13,33%	Benar, semua bahan di muka bumi memiliki molekul-molekul penyusun zat, dan ketika dipanaskan maka molekul tersebut akan bergerak cepat dan mengakibatkan pemuaian.	26,67%
		Benar, karena setiap zat memiliki partikel atom di dalamnya, sehingga apabila dipanaskan maka partikel tersebut akan bergerak cepat dan membuat zat tersebut menjadi semakin panjang dari ukuran sebelumnya.	13,33%	Salah, karena terdapat bahan yang apabila dipanaskan tidak mengalami proses pemuaian melainkan perubahan wujud. Contohnya: plastik, karet, dan kayu	46,67% (tepat)
		Salah, karena hanya bahan yang dapat menghantarkan panas saja yang dapat memuai ketika dipanaskan.	20,00%	Salah, karena sebagian besar bahan yang mudah memuai adalah bahan konduktor, sedangkan bahan lain seperti plastik justru	20,00%

	Salah, tidak semua bahan ketika dipanaskan akan memuai. Sebagai contoh adalah kertas.	40,00% (tepat)	akan meleleh ketika dipanaskan dan tidak memuai.	
6. Semua termometer memberikan skala yang sama bila mengukur suhu suatu sistem tertentu	Salah, karena masing-masing termometer menunjukkan <i>suhu</i> yang berbeda-beda untuk suatu zat. Hal ini karena titik beku dan titik didih antar termometer berbeda.	13,33%	Salah, karena setiap termometer memiliki skala yang berbeda berdasarkan titik didih dan titik beku masing-masing.	53,33% (tepat)
	Salah, karena setiap termometer memiliki titik tetap atas dan titik tetap bawah yang berbeda.	33,33% (tepat)	Salah, karena setiap termometer memiliki skala-skala tersendiri seperti celcius, reamur, fahrenheit, dan kelvin.	33,33%
	Salah, karena terdapat beberapa jenis termometer seperti Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin, sehingga akan memberikan skala yang berbeda ketika mengukur suatu sistem.	46,67%		
7. Selama perubahan fasa (perubahan wujud), suhu suatu zat adalah konstan	Benar, karena kalor yang didapatkan digunakan untuk merubah bentuk zat sehingga suhunya konstan.	13,33% (tepat)	Benar, karena dalam rumus $Q=m.L$ tidak terdapat faktor ΔT sehingga suhu dalam perubahan wujud adalah konstan.	40,00% (tepat)
	Salah, karena perubahan wujud membutuhkan suhu suatu zat sesuai rumus $Q = m.c.\Delta T$, dengan ΔT adalah perubahan suhu suatu zat.	20,00%	Benar, karena ketika perubahan wujud, kalor digunakan untuk merubah wujud zat.	6,67% (tepat)
	Salah, sebagai contoh mencair maka zat tersebut menerima kalor sehingga suhu zat berubah.	53,33%	Benar, karena dalam perubahan wujud suhu zat adalah konstan	46,67%
	Salah, suhu zat tersebut akan naik atau turun sesuai perubahan wujud yang dialami.	13,33%		
8. Nilai dari kalor lebur tidak dipengaruhi oleh banyaknya kalor yang berikan pada suatu zat. Melainkan dipengaruhi oleh karakteristik zat itu sendiri.	Benar, nilai kalor lebur suatu zat hanya dipengaruhi oleh karakteristik zat tersebut.	26,67%	Benar, besarnya kalor lebur hanya dipengaruhi oleh karakteristik benda sehingga memiliki nilai yang sudah pasti.	20,00%
	Benar, karena ketika kita memanaskan suatu benda A dan benda B pada suhu 100°C , maka kita bisa menjumpai benda A sudah meleleh, sedangkan benda B belum meleleh.	13,33%	Salah, dapat dilihat dari rumus $Q=m.L$ di mana nilai dari L dipengaruhi oleh jumlah kalor dan massa suatu zat.	60,00% (tepat)

	Salah, karena kalor yang diberikan mempengaruhi nilai kalor lebur suatu zat.	46,67% (tepat)		
9. Kalor jenis zat lebih kecil ketika padat daripada ketika cair (<i>tampilan grafik</i>)	Benar, misalnya adalah air. Pada kondisi cair, air memiliki nilai kalor jenis 4200 J/kg°C sedangkan pada kondisi padat memiliki kalor jenis 2100 J/kg°C.	20,00%	Benar, misalnya adalah air. Pada kondisi cair, air memiliki nilai kalor jenis 4200 J/kg°C sedangkan pada kondisi padat memiliki kalor jenis 2100 J/kg°C.	33,33%
	Benar, hal ini dibuktikan melalui perhitungan: $c_{\text{padat}} = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{3000}{1.30} = 100$ $c_{\text{cair}} = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{3000}{1.50} = 60$ Sehingga dapat disimpulkan jika kalor jenis untuk benda padat lebih besar dibandingkan dengan benda cair.	13,33%	Salah, hal ini karena: $c_{\text{padat}} = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{(3000 \text{ J/menit}) \times (4 \text{ menit})}{m \cdot (30 - 0)}$ $= \frac{12000}{30m} = \mathbf{400 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}$ $c_{\text{cair}} = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{(3000 \text{ J/menit}) \times (3 \text{ menit})}{m \cdot (80 - 30)}$ $= \frac{9000}{50m} = \mathbf{180 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}$	20,00% (tepat)
	Salah, karena ketika padat nilai kalor jenis adalah 100, sedangkan ketika cair nilai kalor jenis adalah 3000: $Q_{\text{padat}} = m \cdot c \cdot \Delta T \quad Q_{\text{cair}} = m \cdot L$ $3000 = 1 \cdot c \cdot 30 \quad 3000 = 1 \cdot L$ $c = 100 \quad 3000 = L$	6,67%	Salah, hal ini karena ketika padat nilai kalor jenis adalah 750, sedangkan ketika cair nilai kalor jenis adalah 1000. $Q_{\text{padat}} = m \cdot c \cdot \Delta T \quad Q_{\text{cair}} = m \cdot c \cdot \Delta T$ $3000 = 1 \cdot c \cdot 4 \quad 3000 = 1 \cdot c \cdot 3$ $c = 750 \quad 1000 = L$	13,33%
Salah, karena kalor jenis zat baik berupa padat, cair, dan gas selalu sama.	13,33%			
10. Setelah empat menit pemanasan zat seluruhnya menjadi cair	Benar, pada suhu 30°C dan ketika menit ke-4 zat seluruhnya menjadi cair.	13,33%	Benar, karena terlihat jika suhu pada menit ke-4 adalah konstan sehingga terjadi proses perubahan wujud dari padat menjadi cair (air)	26,67%
	Salah, karena zat tersebut mengalami perubahan wujud yaitu melebur setelah menit ke-4 sampai menit ke-7.	20,00% (tepat)	Salah, karena setelah 4 menit pemanasan, zat mengalami proses perubahan wujud yaitu mencair, dan saat menit ke-7 zat seluruhnya mulai menjadi cair.	73,33% (tepat)
	Salah, karena pada menit ke-4 sampai menit	13,33%		

	ke-7 terjadi proses penguapan.			
	Salah, butuh waktu 7 menit untuk mencairkan zat tersebut.	13,33% (tepat)		
	Salah, perubahan wujud terjadi ketika suhu zat tersebut konstan yaitu setelah menit ke-4 sampai ke-7 sehingga saat menit ke-7 zat tersebut menjadi cair.	6,67% (tepat)		
11. Kalor lebur zat adalah 9000 J/kg	Benar, jika dihitung dengan rumus $Q=m.L$ maka diperoleh: $Q= m.L$ 3 menit. $3000J/menit = 1 \text{ kg. } L$ $L= 9000 \text{ J/kg}$	13,33% (tepat)	Benar, jika dihitung dengan rumus $Q=m.L$ maka diperoleh: $Q= m.L$ 3 menit. $3000J/menit = 1 \text{ kg. } L$ $L= 9000 \text{ J/kg}$	73,33% (tepat)
	Salah, hal ini dapat dibuktikan dengan rumus $Q=m.L$ sehingga $Q = m.L$ $3000 = 1.L$ $L= 3000 \text{ J/kg}$	20,00%	Salah, hal ini dapat dibuktikan dengan rumus $Q=m.L$ sehingga $Q = m.L$ $3000 = 1.L$ $L= 3000 \text{ J/kg}$	20,00%
	Salah, karena kalor leburnya adalah 2100 J/kg	13,33%	Salah, nilai 9000 J/kg adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk merubah wujud.	6,67%
	Salah, karena peleburan terjadi ketika 4 menit pertama sehingga kalor leburnya 12000 J/kg.	13,33%		
12. Setelah 7 menit, zat seluruhnya menjadi gas	Benar, karena ketika menit ke-4 sampai menit ke-7 sudah terjadi proses penguapan.	20,00%	Salah, karena zat baru menguap setelah di atas suhu 100°C .	6,67%
	Salah, kondisi awal zat adalah padat sehingga pada saat perubahan wujud pada menit ke-4 sampai ke-7 zat berubah menjadi cair.	13,33% (tepat)	Salah, saat menit ke-7 zat seluruhnya menjadi cair bukan gas.	66,67% (tepat)
	Salah, karena setelah 7 menit maka zat menjadi cair bukan gas.	6,67% (tepat)	Salah, karena setelah menit ke-7 zat diantara cair dan gas	26,67%
	Salah, <i>dibutuhkan waktu 10 menit</i> untuk mengubah zat tersebut menjadi gas.	26,67%		

B. Uraian

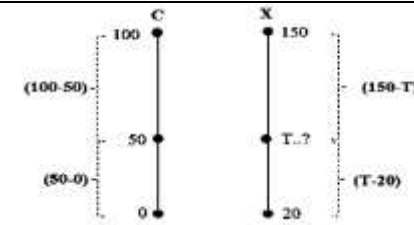
No.	Pertanyaan	Pretest	Persentase	Posttest	Persentase
13.	Pada suhu berapa skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama? Jelaskan	$\frac{c}{100} = \frac{R}{80}$ $\frac{x}{100} = \frac{x}{80}$ $80x = 100x$ $0 = 20x$ $x = 0^\circ$ <p>Sehingga skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama pada suhu 0°</p>	33,33% (tepat)	<p>Pada 0°, karena kedua termometer tersebut memiliki titik bawah atau titik beku yang sama.</p> 	86,67% (tepat)
		Pada 0° , karena pada suhu tersebut skala Celcius dan Reamur menunjukkan titik lebur yang sama yaitu 0°	20,00% (tepat)	Skala Celcius dan Reamur menunjukkan angka yang sama pada suhu 0° hal ini sesuai dengan persamaan:	13,33% (tepat)
		Pada -40°	13,33%	$\frac{100 - x}{100} = \frac{80 - x}{80}$ $8000 - 80x = 8000 - 100x$ $20x = 0$ $x = 0^\circ$	
		Pada 0° .	20,00%		
14.	Sebatang baja dengan panjang 2,0 m dipanasi dari 290 K sampai 540 K. Hitung panjang baja pada suhu 540 K. Koefisien muai $1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$	$\Delta L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ $= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$ $= 2 \times 1,003 = 2,006 \text{ m}$ <p>Jadi panjang baja pada suhu 540 K adalah $= 2 + 2,0006$ atau 4,006 m</p>	13,33%	$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ $= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$ $= 2 \times 1,003 = \mathbf{2,006 \text{ m}}$	66,67% (tepat)
		$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ $= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$ $= 2 \times 1,003 = \mathbf{2,006 \text{ m}}$	60,00% (tepat)	$L = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ $= 2(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \times 250)$ $= 2 \times 0,003 = \mathbf{2,003 \text{ m}}$	13,33%
		$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ $= (1,2 \times 10^{-5})(2,0)(250)$ $= 0,006 \text{ m}$ $L_f = L_0 + \Delta L$ $= 2,0 \text{ m} + 0,006 \text{ m} = \mathbf{2,006 \text{ m}}$	20,00% (tepat)	$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$ $= (1,2 \times 10^{-5})(2,0)(250)$ $= 0,006 \text{ m}$ $L_f = L_0 + \Delta L$ $= 2,0 \text{ m} + 0,006 \text{ m} = \mathbf{2,006 \text{ m}}$	20,00% (tepat)

$$\begin{aligned} \Delta L &= \alpha \Delta T \\ &= (1,2 \times 10^{-5})(250) \\ &= 0,003 \text{ m} \\ L_f &= L_0 + \Delta L \\ &= 2,0 \text{ m} + 0,003 \text{ m} = \mathbf{2,003 \text{ m}} \end{aligned}$$

15. Nino membuat sebuah termometer yang disebut dengan termometer X dan memberikan hasil sesuai dengan tabel disamping. Ketika Nino mengukur suhu air panas menggunakan termometer Celsius, maka suhu air panas tersebut menunjukkan angka 50°C. Berapa suhu air panas tersebut jika diukur menggunakan termometer X.

$$\begin{aligned} \frac{C-0}{100-0} &= \frac{X-20}{150-20} \\ \frac{50}{100} &= \frac{X-20}{130} \\ 130 &= 2X - 40 \\ 170 &= 2X \\ X &= 85^\circ X \end{aligned}$$

46,67%
(tepat)



73,33%
(tepat)

$$\begin{aligned} \frac{50}{100-0} &= \frac{X}{150-20} \\ \frac{50}{100-0} &= \frac{X}{130} \\ 650 &= 10X \\ X &= 65^\circ X \end{aligned}$$

26,67%

$$\begin{aligned} \frac{100 - 50}{50 - 0} &= \frac{150 - T}{T - 20} \\ \frac{50}{50} &= \frac{150 - T}{T - 20} \\ (T - 20) &= (150 - T) \\ 2T &= 170 \\ T &= \mathbf{85^\circ X} \end{aligned}$$

	Celcius	X
Γ. Tetap Atas	100°C	150°X
Γ. Tetap Bawah	0°C	20°X

$$\begin{aligned} \frac{X}{50-20} &= \frac{100-0}{150-20} \\ \frac{X}{30} &= \frac{100}{130} \\ X &= \mathbf{23,07^\circ X} \end{aligned}$$

13,33%

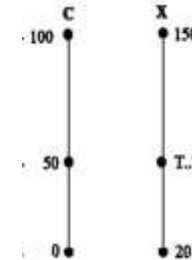
$$\begin{aligned} \frac{X_a - X_b}{C_a - C_b} &= \frac{(T_X - 20)}{(T_C - 0)} \\ \frac{150 - 20}{100 - 0} &= \frac{(T_X - 20)}{(50 - 0)} \\ (1,3) \cdot (50) &= (T_X - 20) \\ 65 + 20 &= T_X \\ T_X &= \mathbf{85^\circ X} \end{aligned}$$

33,33%
(tepat)

Selisih termometer C = 100°
 Selisih termometer X = 130°
 Perbandingan C : X = 1 : 1,3
 Sehingga untuk 50°C = (50 × 1,3) + 20 = **85°X**

6,67%
 (tepat)

C : X
 (100-0) : (150-20)
 100 : 130
 10 : 13
 Maka untuk 50°C, nilai X adalah,
 $= \frac{13}{10} \times 50 = \mathbf{65^\circ X}$



6,67%

16. Termometer A dan B digunakan untuk mengukur suhu fluida x, y, dan z. Tentukan nilai *t* pada tabel di bawah ini.

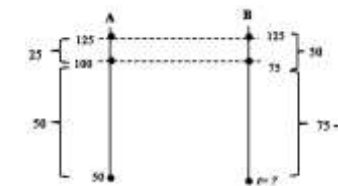
$$\frac{100}{50} = \frac{75}{t}$$

$$100t = 3750$$

$$t = \mathbf{37,5^\circ B}$$

20,00%

Fluida	Termometer A	Termometer B
x	125°	125°
y	100°	75°
z	50°	<i>t</i>



86,67%
 (tepat)

$$\frac{25}{50} = \frac{50}{(75-t)}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{50}{(75-t)}$$

$$(75-t) = 2.50$$

$$(75-t) = 100$$

$$t = \mathbf{-25^\circ B}$$

$$\frac{100-75}{50-t} = \frac{125}{125}$$

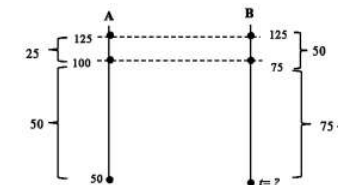
$$\frac{25}{50-t} = \frac{1}{1}$$

$$50-t = 25$$

$$-t = -25$$

$$t = \mathbf{25^\circ B}$$

33,33%



13,33%

$$\frac{25}{50} = \frac{50}{(75-t)}$$

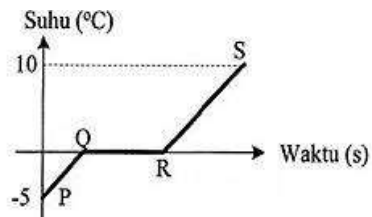
$$\frac{1}{2} = \frac{50}{(75-t)}$$

$$(75-t) = 2.50$$

$$(75-t) = 100$$

$$t = \mathbf{25^\circ B}$$

17. Perhatikan grafik pemanasan 2 kg es berikut ini! Jika kalor jenis es $2.100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, kalor lebur es 336.000 J/kg dan kalor jenis air adalah $4.200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$, maka kalor yang dibutuhkan dalam proses dari P-Q-R adalah



$$Q_{P-Q} = m c_{es} \Delta T$$

$$= 2.2100. (0-(-5))$$

$$= 21\,000 \text{ J}$$

$$Q_{Q-R} = mL_f$$

$$= 2.336\,000$$

$$= 672\,000 \text{ J}$$

$$\therefore Q_{P-Q-R} = Q_{P-Q} + Q_{Q-R}$$

$$= 21\,000 \text{ J} + 672\,000 \text{ J} = \mathbf{693.10^3 \text{ J}}$$

53,33%
(tepat)

$$Q_{P-Q} = m c_{es} \Delta T$$

$$= 2.2100. (0-(-5))$$

$$= 21\,000 \text{ J}$$

$$Q_{Q-R} = mL_f$$

$$= 2.336\,000$$

$$= 672\,000 \text{ J}$$

$$\therefore Q_{P-Q-R} = Q_{P-Q} + Q_{Q-R}$$

$$= 21\,000 \text{ J} + 672\,000 \text{ J}$$

$$= \mathbf{693.10^3 \text{ J}}$$

100%
(tepat)

$$Q_{P-Q} = m c_{es} \Delta T$$

$$= 2.2100. (0-(-5))$$

$$= 21\,000 \text{ J}$$

$$Q_{Q-R} = mL_f$$

$$= 2.336\,000$$

$$= 672\,000 \text{ J}$$

$$Q_{R-S} = m c_{air} \Delta T$$

$$= 2.4200.10$$

$$= 84\,000 \text{ J}$$

$$\therefore Q_{P-Q-R} = Q_{P-Q} + Q_{Q-R} + Q_{R-S}$$

$$= 21000 + 672000 + 84000$$

$$= \mathbf{777.10^3 \text{ J}}$$

13,33%

18. Sebuah balok es 30 g pada 0°C dicelupkan ke dalam bejana berisi 200 g air pada 30°C. Jika bejana dianggap tidak menyerap kalor, berapakah suhu akhir campuran? kalor lebur es = 336×10^3 J/kg, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3$ J/kg K. Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut

$$Q_{terima} = Q_{lepas}$$

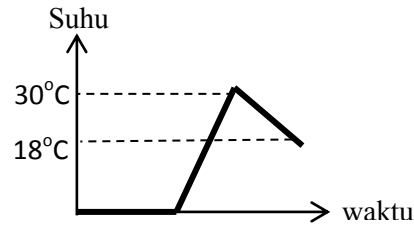
$$m c \Delta T = m L$$

$$(0,2) (4200) (30-T) = (0,03) (336 \times 10^3)$$

$$840 (30-T) = 10080$$

$$30-T = 12$$

$$T = 18^\circ\text{C}$$



$$Q_{terima} = Q_{lepas}$$

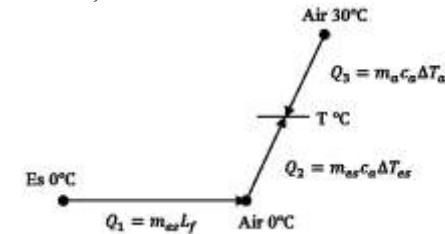
$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$m_{es}L_f + m_{es}c_a\Delta T_{es} = m_a c_a \Delta T_{air}$$

$$(0,03) (336 \times 10^3) + (0,03) (4200) (T-0) = (0,2) (4200) (30-T)$$

$$10080 + 126 T = 25200 - 840 T$$

$$T = 15,6^\circ\text{C}$$



$$Q_{terima} = Q_{lepas}$$

$$m c \Delta T = m c \Delta T$$

$$(0,2) (4200) (30-T) = (0,03) (336 \times 10^3) (T-0)$$

$$25200 - 840 T = 10080 (T-0)$$

$$T = 2,3^\circ\text{C}$$

$$Q_{terima} = Q_{lepas}$$

$$m c \Delta T = m c \Delta T$$

$$(0,2)(4200)(30-T) = (0,03) (336 \times 10^3) (T-0)$$

$$25200 - 840 T = 10080 (T-0)$$

$$T = 2,3^\circ\text{C}$$

19. Berapa banyak kalor harus diambil dari 2 kg es bersuhu 0°C untuk mengubahnya menjadi air bersuhu 0°C? Diketahui kalor lebur es = $3,36 \times 10^5$ J/kg, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3$ J/kg

$$Q = mL_f$$

$$= 2.336\,000$$

$$= 672\,000\text{ J}$$

$$Q = m c \Delta T$$

$$= 2,42 \times 10^3$$

$$= 8400\text{ J}$$

73,33%
(tepat)

13,33%

$$Q = mL_f$$

$$= 2.336\,000$$

$$= 672\,000\text{ J}$$

93,33%
(tepat)

<p>20. Berapa banyak kalor harus diambil dari 0,5 kg air bersuhu 30°C untuk mengubahnya menjadi es bersuhu 0°C? Lukislah diagram suhu kalor untuk proses tersebut. Diketahui jika kalor lebur es= $3,36 \times 10^5$ J/kg, kalor jenis air= $4,2 \times 10^3$ J/kg</p>	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (-30)$ $= - 63 000 \text{ J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336 000$ $= 168 000 \text{ J}$ $\therefore Q = Q_1 + Q_2$ $= - 63 000 \text{ J} + 168 000 \text{ J}$ $= \mathbf{105.10^3 \text{ J}}$		<p>20,00%* & 13,33%</p>	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (30)$ $= 63 000 \text{ J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336 000$ $= 168 000 \text{ J}$ $Q = Q_1 + Q_2$ $= 63 000 + 168 000$ $= \mathbf{231.10^3 \text{ J}}$		<p>60,00% (tepat)</p>
	$Q = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (-30)$ $= 63 000 \text{ J}$		<p>6,67%</p>	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (-30)$ $= - 63 000 \text{ J}$	<p>26,67%</p>	
	$Q_1 = m c_a \Delta T$ $= (0,5). (4200). (30)$ $= 63 000 \text{ J}$ $Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336 000$ $= 168 000 \text{ J}$ <p>Maka $Q = Q_1 + Q_2$</p> $= 63 000 + 168 000$ $= \mathbf{231.10^3 \text{ J}}$		<p>26,67%* & 13,33% (tepat)</p>	$Q_2 = mL_f$ $= 0,5. 336 000$ $= 168 000 \text{ J}$ $\therefore Q = Q_1 + Q_2$ $= - 63 000 + 168 000$ $= \mathbf{105.10^3 \text{ J}}$		
<p>21. Mengapa keping bimetal melengkung ketika dipanaskan atau didinginkan? Ke manakah arah melengkungnya bimetal disamping ini ketika dipanaskan? (atas atau bawah). Lalu Ke manakah arah melengkungnya bimetal disamping ini ketika didinginkan? {keterangan: koefisien muai</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ketika bimetal dipanaskan maka keping bimetal akan melengkung menuju logam dengan koefisien yang lebih kecil yaitu besi. • Namun sebaliknya, jika bimetal didinginkan maka bimetal akan melengkung ke arah logam yang memiliki koefisien yang lebih besar yaitu aluminium. • Ketika dipanaskan melengkung ke atas (besi) • Ketika didinginkan maka melengkung ke 	<p>20,00%</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ketika bimetal dipanaskan maka keping bimetal melengkung menuju logam dengan koefisien yang lebih kecil yaitu besi. • Namun sebaliknya, jika bimetal didinginkan maka bimetal akan melengkung ke arah logam yang memiliki koefisien yang lebih besar yaitu aluminium. • Ketika dipanaskan melengkung ke atas (besi) • Ketika didinginkan maka melengkung ke 	<p>26,67%</p>		

$aluminium \quad 2,55 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1},$ $sedangkan \quad besi \quad 1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \}.$	bawah (aluminium).		bawah (aluminium).	
	<ul style="list-style-type: none"> • Jika dipanaskan maka keping bimetal akan melengkung ke aluminium karena koefisien muai aluminium lebih besar dibandingkan besi • Jika didinginkan maka keping bimetal akan melengkung ke besi. 	13,33%	<ul style="list-style-type: none"> • Ketika dipanaskan maka melengkung ke bawah (aluminium). • Ketika didinginkan melengkung ke atas (besi) 	26,67%
	<ul style="list-style-type: none"> • Karena ketika mengalami pemuaiian atau penyusutan kedua logam memiliki koefisien muai yang berbeda. • Jika dipanaskan maka aluminium akan memuai lebih panjang sehingga akan memuai ke atas (arah besi) • Jika didinginkan, maka aluminium yang memiliki koefisien muai lebih besar akan lebih cepat menyusut sehingga keping bimetal akan melengkung ke bawah (arah aluminium) 	13,33% (tepat)	<ul style="list-style-type: none"> • Karena ketika mengalami pemuaiian kedua logam memiliki koefisien muai yang berbeda. • Jika dipanaskan maka aluminium akan memuai lebih panjang sehingga akan memuai ke atas (arah besi) • Jika didinginkan, maka aluminium yang memiliki koefisien muai lebih besar akan lebih cepat menyusut sehingga keping bimetal akan melengkung ke bawah (arah aluminium) 	20,00% (tepat)

Keterangan: (*) tidak menyertakan grafik

LAMPIRAN 29**Alur Belajar Hipotetik (*Hypothetical Learning Trajectory*)*****Sub materi: Suhu dan Pemuaian*****➤ Tujuan Pembelajaran**

Setelah proses mencari informasi, menanya, dan berdiskusi siswa dapat :

1. Mengkonversi skala suhu pada termometer (Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin).
2. Menetapkan skala sebuah termometer yang belum memiliki skala atau melakukan kalibrasi termometer dengan skala sembarang.
3. Memaparkan faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaian pada suatu zat padat, cair, dan gas
4. Menentukan besar pemuaian (panjang, luas, dan volume) pada berbagai zat secara kuantitatif.
5. Menjelaskan fenomena pemuaian (Ekspansi Termal) dalam kehidupan sehari-hari

➤ Sistematika Pelaksanaan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)**1.1 *Learning Goal* (Tujuan Pembelajaran)**

Mengkonversi skala termometer (Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin).

1.2 *Learning Activity* (Aktifitas Pembelajaran)

- a. Siswa memperhatikan penjelasan secara garis besar mengenai termometer Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin
- b. Siswa diajak untuk mengaitkan konsep perbandingan senilai atau seharga dalam mengkonversi skala suhu pada termometer Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin.
- c. Siswa diberikan latihan soal
- d. Beberapa siswa diminta untuk menyelesaikan latihan soal.
- e. Siswa memperhatikan penjelasan atau klarifikasi jawaban dari guru.
- f. Siswa bertanya mengenai bagian yang masih belum dimengerti

Contoh soal:

Sebuah benda memiliki suhu 131 °F, berapa suhu tersebut jika dinyatakan ke dalam derajat Celsius?

1.3 Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)

Kemungkinan penyelesaian siswa :

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad \frac{C}{F - 32} &= \frac{5}{9} \\ \frac{131 - 32}{C} &= \frac{5}{9} \\ \frac{99}{C} &= \frac{5}{9} \\ C &= \frac{5}{9} \times 99 \\ C &= 55^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad \frac{C}{F + 32} &= \frac{5}{9} \\ \frac{131 + 32}{C} &= \frac{5}{9} \\ \frac{163}{C} &= \frac{5}{9} \\ C &= \frac{5}{9} \times 163 \\ C &= 90,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c)} \quad \frac{C}{F} &= \frac{5}{9} \\ \frac{131}{C} &= \frac{5}{9} \\ C &= \frac{5}{9} \times 131 \\ C &= 72,78^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d)} \quad \frac{C}{F} &= \frac{9}{5} \\ \frac{C}{131 - 32} &= \frac{9}{5} \\ C &= \frac{9}{5} \times 99 \\ C &= 178,2^\circ\text{C} \end{aligned}$$

1.4 Teacher Support (Bantuan Guru)

- Untuk masalah siswa yang menyelesaikan soal dengan cara (b), guru membimbing siswa untuk mengingat titik tetap bawah skala fahrenheit jika dibandingkan dengan titik tetap bawah skala celcius.
 - Untuk masalah siswa yang menyelesaikan soal dengan cara (c), guru membimbing siswa untuk mengingat jika dalam mengkonversi skala termometer harus melibatkan titik tetap bawah suhu yang diketahui dan yang akan dicari.
 - Untuk masalah siswa yang menyelesaikan soal dengan cara (d), guru membimbing siswa untuk mengingat kembali perbandingan skala celcius dan fahrenheit.
-

2.1 *Learning Goal* (Tujuan Pembelajaran)

Menetapkan skala sebuah termometer yang belum memiliki skala atau melakukan kalibrasi termometer dengan skala sembarang.

2.2 *Learning Activity* (Aktifitas Pembelajaran)

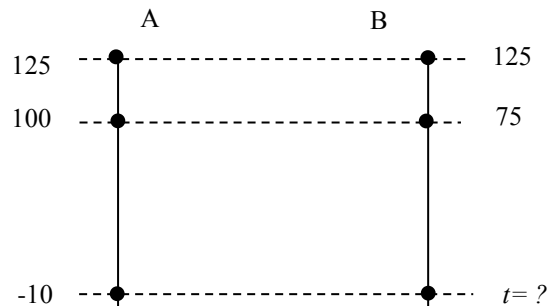
- Siswa diajak untuk mengingat kembali konsep perbandingan senilai atau seharga untuk memahami langkah mengkalibrasi termometer.
- Siswa diberikan latihan soal untuk mengasah pemahaman siswa
- Siswa menyelesaikan latihan soal dan bertanya mengenai bagian yang belum dimengerti

Contoh soal:

Termometer A dan B digunakan untuk mengukur suhu fluida x, y, dan z. Tentukan nilai t pada tabel di bawah ini.

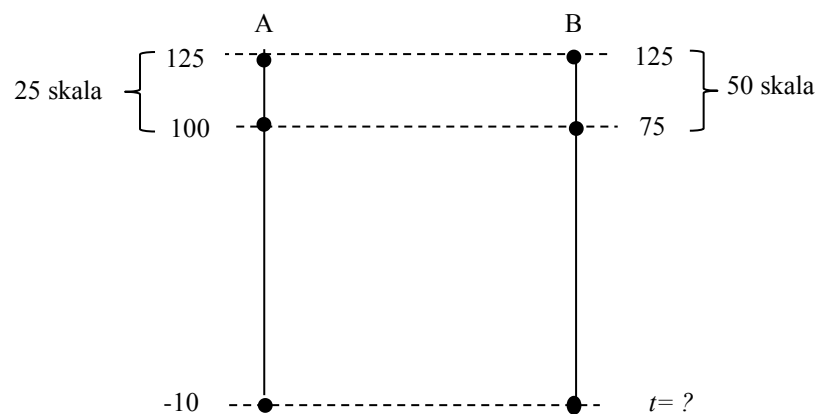
Fluida	Termometer A	Termometer B
x	125°	125°
y	100°	75°
z	-10°	t

Perhatikan gambar berikut:



2.3 *Hypothetical Learning Process* (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)

Kemungkinan Jawaban Siswa:



a. Misalkan $t_A = -10^\circ$ dan ditanyakan t_B

$$\frac{(t_A - 100)}{(t_B - 75)} = \frac{25}{50}$$

$$\frac{(-10 - 100)}{(t_B - 75)} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{-110}{(t_B - 75)} = \frac{1}{2}$$

$$(t_B - 75) = 2 \times (-110)$$

$$(t_B - 75) = -220$$

$$t_B = -145^\circ\text{B}$$

b. Misalkan $t_A = -10^\circ$ dan ditanyakan t_B

$$\frac{(100 - t_A)}{(75 - t_B)} = \frac{25}{50}$$

$$\frac{(100 - (-10))}{(75 - t_B)} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{110}{(75 - t_B)} = \frac{1}{2}$$

$$(75 - t_B) = 220$$

$$-t_B = 220 - 75$$

$$t_B = -145^\circ\text{B}$$

c. Misalkan $t_A = -10^\circ$ dan ditanyakan t_B

$$\frac{t_A}{t_B} = \frac{25}{50}$$

$$\frac{-10}{t_B} = \frac{25}{50}$$

$$t_B = \frac{-500}{25}$$

$$t_B = -20^\circ\text{B}$$

d. Siswa tidak menjawab sama sekali

2.4 Teacher Support (Bantuan Guru)

- Untuk masalah siswa yang menyelesaikan soal dengan cara (c), guru membimbing siswa untuk mengingat kembali syarat mengkalibrasi termometer yaitu dengan menentukan titik tetap bawah suatu termometer. Atau dengan kata lain, untuk mengkalibrasi suatu termometer tidak boleh hanya menggunakan persamaan matematis saja namun pengaruh titik tetap bawah tidak boleh dihilangkan.
 - Untuk masalah siswa yang tidak dapat menyelesaikan soal, guru membimbing siswa untuk memahami kembali pengertian kalibrasi termometer dari awal. Kegiatan ini dilanjutkan dengan memberikan kembali latihan soal yang serupa.
-

3.1 *Learning Goal (Tujuan Pembelajaran)*

Memaparkan faktor-faktor yang mempengaruhi besar pemuaian pada suatu zat padat, cair, dan gas

3.2 *Learning Activity (Aktifitas Pembelajaran)*

- Siswa diminta untuk memahami konsep pemuaian pada suatu zat.
- Siswa diberi pertanyaan mengenai konsep pemuaian.
- Siswa menjawab pertanyaan melalui diskusi kelas.
- Siswa mendengarkan klarifikasi dari jawaban guru.

Contoh soal:

Ke manakah arah melengkungnya bimetal di bawah ini ketika dipanaskan? Lalu Ke manakah arah melengkungnya bimetal di bawah ini ketika didinginkan?

{keterangan: koefisien muai invar (campuran antara nikel dan baja) lebih kecil daripada koefisien muai perunggu}



3.3 *Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)*

- Ketika dipanaskan, kedua logam akan mengalami penambahan panjang yang berbeda. Sebagai akibatnya, perunggu yang memiliki koefisien muai lebih besar akan memuai lebih panjang dibandingkan invar sehingga keping bimetal akan *melengkung ke atas*.

Ketika didinginkan, perunggu menyusut lebih besar daripada panjang invar, dan ini menyebabkan keping bimetal *melengkung ke bawah*.

- Ketika dipanaskan perunggu yang memiliki koefisien muai lebih besar akan memuai lebih panjang dibandingkan invar, sehingga keping bimetal akan *melengkung ke bawah*.

Ketika didinginkan, perunggu menyusut lebih besar daripada panjang invar, dan ini menyebabkan keping bimetal *melengkung ke atas*.

3.4 *Teacher Support (Bantuan Guru)*

- a. Untuk masalah siswa yang menyelesaikan soal dengan cara (a), guru memberikan ucapan apresiasi karena mampu mengembangkan keterampilan berpikir.
 - b. Untuk masalah siswa yang menyelesaikan soal dengan cara (b), guru bersama siswa kembali menalar soal dengan seksama. Ketika terdapat logam dengan koefisien muai lebih besar, maka jelas logam akan lebih memuai baik panjang, luas dan volum. Namun terkadang pemuaian luas dan volum dalam kasus keping bimetal hanya berpengaruh kecil. Sehingga sebaian pemuaian yang terjadi adalah pemuaian panjang. ketika panjang suatu logam bertambah, maka logam tersebut akan memanjang dan mengarah menuju koefisien logam yang lebih kecil. Konsep ini berlaku sebaliknya. Ketika didinginkan, logam yang memiliki koefisien muai lebih besar akan sulit untuk memuai atau dengan kata lain logam tersebut akan menyusut lebih cepat dibandingkan logam yang memiliki koefisien muai lebih kecil. Oleh karena itu ketika didinginkan arah logam akan menuju koefisien muai yang lebih besar.
-

4.1 *Learning Goal (Tujuan Pembelajaran)*

Menentukan besar pemuaian (panjang, luas, dan volume) pada berbagai zat secara kuantitatif.

4.2 *Learning Activity (Aktifitas Pembelajaran)*

- a. Siswa diminta untuk mencari informasi berupa definisi atau konsep, contoh dalam kehidupan sehari-hari, dan aplikasi soal mengenai pemuaian (panjang, luas, volume) dalam 1 halaman kertas A4, tulis tangan, dan dikumpulkan pada pertemuan berikutnya.
- b. (Pertemuan berikutnya) dua orang siswa diminta untuk menyampaikan informasi yang telah didapatkan kepada teman-teman di muka kelas.
- c. Siswa mengumpulkan tugas.
- d. Siswa memperhatikan guru dalam penyampaian informasi dan klarifikasi terhadap jawaban yang diberikan siswa.
- e. Siswa diberikan latihan soal
- f. Siswa mengerjakan soal dengan dibantu guru.

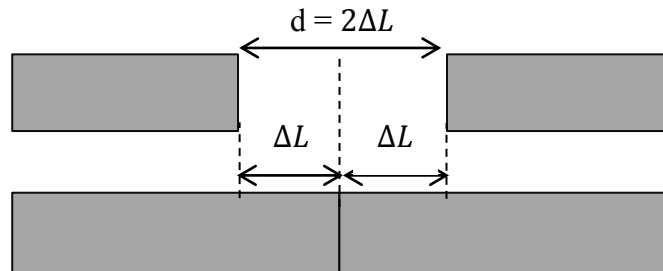
Contoh soal:

Panjang batang rel kereta api masing-masing 10 meter dipasang berurutan pada suhu 20°C . Diharapkan pada suhu 30°C rel tersebut saling bersentuhan. Koefisien muai panjang baja adalah $1,2 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$. Berapakah jarak antara kedua batang yang diperlukan pada suhu 20°C ?

4.3 Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)

Panjang awal $L_0 = 2,0 \text{ m}$, suhu awal $T_0 = 290 \text{ K}$; suhu akhir $T = 540 \text{ K}$;
 $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.

- a. Misalkan ketika memuai dari suhu 20°C ke suhu 30°C masing-masing batang rel bertambah panjang dengan ΔL , maka supaya pada suhu 30°C batang bersentuhan, jarak antara kedua batang pada suhu 20°C adalah $2\Delta L$ (perhatikan gambar)



Panjang awal $L_0 = 10 \text{ m}$, suhu awal $T_0 = 20^{\circ}\text{C}$; suhu akhir $T = 30^{\circ}\text{C}$; $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, sehingga

$$\begin{aligned}\Delta T &= T - T_0 \\ &= 30^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Kemudian dihitung pertambahan panjang ΔL dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\Delta L &= \alpha L_0 \Delta T \\ &= (1,2 \times 10^{-5})(10)(10) = 0,0012 \text{ m}\end{aligned}$$

Jadi jarak antara kedua batang adalah

$$\begin{aligned}d &= 2\Delta L \\ &= 2(0,0012) = \mathbf{0,0024 \text{ m}}\end{aligned}$$

- b. Panjang awal $L_0 = 10 \text{ m}$, suhu awal $T_0 = 20^{\circ}\text{C}$; suhu akhir $T = 30^{\circ}\text{C}$; $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, sehingga

$$\begin{aligned}\Delta T &= T - T_0 \\ &= 30^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 10^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

Kemudian dihitung pertambahan panjang ΔL dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\Delta L &= \alpha L_0 \Delta T \\ &= (1,2 \times 10^{-5})(10)(10) \\ &= 0,0012 \text{ m}\end{aligned}$$

..... (siswa tidak mengetahui cara untuk mencari jarak antara kedua batang)

4.4 *Teacher Support (Bantuan Guru)*

Untuk siswa yang menjawab (b) guru membimbing siswa untuk memahami isi soal. Dikatakan dalam soal jika diharapkan pada suhu 30°C rel *akan saling bersentuhan*. Untuk logam yang sama, maka besarnya pemuaian pada logam tersebutpun akan sama. Sehingga saat kedua logam saling bersentuhan maka jarak kedua logam tersebut harus dibagi rata oleh pemuaian sisi kanan dan kiri logam. Hal ini berarti ΔL adalah sebanding dengan jarak kedua logam dibagi 2. Atau dengan kata lain jarak kedua logam adalah sama dengan 2 kali pertambahan panjang logam.

5.1 *Learning Goal (Tujuan Pembelajaran)*

Menjelaskan fenomena pemuaian (Ekspansi Termal) dalam kehidupan sehari-hari

5.2 *Learning Activity (Aktifitas Pembelajaran)*

- Siswa diminta untuk membaca dan memahami fenomena pemuaian dalam kehidupan sehari-hari.
- Siswa mendengarkan penjelasan materi fenomena pemuaian
- Siswa diberikan pertanyaan mengenai konsep pemuaian yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari

Contoh soal:

Es batu adalah air yang didinginkan, namun mengapa tidak tenggelam? Padahal kita tahu jika ketika suatu zat didinginkan maka massa jenisnya semakin besar. Lalu, mengapa es tidak tenggelam?

5.3 *Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)*

- Air memiliki sifat yang unik dibandingkan dengan zat lain, umumnya benda lain memiliki massa jenis (ρ) yang besar dalam bentuk padat, tapi tidak dengan air. Pada suhu 4°C air memiliki masa jenis terbesar, pada bentuk cair.

Bila suhu diturunkan masa jenisnya kembali mengecil, fenomena ini dikenal dengan sifat anomali air. Itulah sebabnya mengapa es dalam air tidak tenggelam. Hal ini dikarenakan massa jenis es lebih kecil dibandingkan massa jenis air.

- b. Hal ini dikarenakan massa jenis es lebih kecil dibandingkan massa jenis air.
- c. Hal ini karena air memiliki sifat anomali.

5.4 *Teacher Support (Bantuan Guru)*

- a. Untuk siswa yang menjawab opsi (b), guru membimbing dengan memberikan pertanyaan mengenai sebab mengapa massa jenis es lebih kecil dibandingkan massa jenis air. Lalu guru kembali memberikan petunjuk untuk mengaitkan dengan fenomena anomali air.
- b. Untuk siswa yang menjawab opsi (c) guru kembali bertanya mengenai definisi anomali air. Guru membimbing siswa untuk menjelaskan pengertian anomali air. Selanjutnya guru menjelaskan jika memang air memiliki perbedaan dengan zat cair lain. Yakni pada suhu 4°C air memiliki masa jenis terbesar. Jika suhu semakin berkurang ($<4^{\circ}\text{C}$) maka air akan semakin memiliki massa jenis yang kecil dibandingkan ketika masih dalam bentuk cairan. Inilah yang menyebabkan mengapa es dapat terapung di atas zat cair lain.

Sub materi: Kalor dan Perubahan Wujud

➤ Tujuan Pembelajaran Pertemuan Kedua

Setelah proses mencari informasi, menanya, dan berdiskusi siswa dapat :

1. Menjelaskan perbedaan suhu, kalor, dan energi dalam.
2. Menjelaskan karakteristik kalor, kapasitas kalor, kalor jenis, dan kalor laten.
3. Mengidentifikasi hubungan antara perubahan suhu dengan pelepasan dan penerimaan kalor.
4. Menjelaskan proses perubahan wujud berdasarkan pelepasan-penerimaan kalor.
5. Menyelesaikan persoalan matematis yang berhubungan dengan perubahan wujud.
6. Menyelesaikan persoalan matematis yang berhubungan dengan Hukum Kekekalan energi untuk kalor (Azas Black)

➤ Sistematika Pelaksanaan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT)

1.1 *Learning Goal* (Tujuan Pembelajaran)

Menjelaskan perbedaan suhu, kalor, dan energi dalam.

1.2 *Learning Activity* (Aktifitas Pembelajaran)

- a. Siswa diminta untuk membaca pengertian suhu, kalor, dan energi dalam
- b. Siswa mendapat pertanyaan dari guru mengenai konsep suhu dan kalor
- c. Siswa menjawab pertanyaan dari guru
- d. Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban dari guru

Contoh soal:

Apakah tepat jika kita katakan bahwa suatu zat pasti mengandung kalor?

1.3 *Hypothetical Learning Process* (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)

- a. Tidak. Kalor adalah energi dalam yang dipindahkan dari benda bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah ketika kedua benda tersebut disentuh atau dicampurkan. Jika suatu sistem diisolasi sempurna sehingga tidak ada energi dalam yang dapat berpindah, maka disini kalor sama dengan nol. Jadi tidak tepat jika kita katakan bahwa suatu zat pasti mengandung kalor.
- b. Iya. Hal ini karena kalor didefinisikan sebagai energi panas yang dimiliki oleh suatu zat. Setiap benda atau zat pasti memiliki energi yang tersimpan di

dalamnya. Sehingga dapat disimpulkan jika suatu zat pasti mengandung kalor.

1.4 *Teacher Support (Bantuan Guru)*

- a. Untuk siswa yang menjawab opsi (a), guru memberikan apresiasi karena telah memahami konsep kalor.
 - b. Untuk siswa yang menjawab opsi (b), guru membimbing siswa untuk memahami definisi kalor seutuhnya. Kalor dapat diartikan sebagai energi yang berpindah dari suatu benda ke benda lain akibat perbedaan suhu. Guru lalu memancing siswa dengan bertanya, “apakah mungkin suhu suatu benda dapat berpindah?”. Ketika siswa menjawab dapat, lalu guru melanjutkan pertanyaan dengan “saat dalam kondisi apa kondisi tersebut terjadi?”. Apabila siswa merasa kesulitan maka guru memberikan petunjuk jika suhu suatu benda dapat berpindah ketika benda tersebut disentuh atau dicampurkan dengan benda lain. Guru melanjutkan pertanyaan dengan kembali bertanya “Lalu, apakah terdapat kondisi di mana suhu benda tidak dapat berpindah?”. Guru kemudian memberikan klarifikasi jika suatu sistem diisolasi sempurna maka tidak akan ada energi yang dapat berpindah. Itulah mengapa pernyataan bahwa setiap benda pasti memiliki kalor kurang tepat.
-

2.2 *Learning Goal (Tujuan Pembelajaran)*

Menjelaskan karakteristik antara kalor, kapasitas kalor, kalor jenis, dan kalor laten

2.2 *Learning Activity (Aktifitas Pembelajaran)*

- a. Siswa kembali diminta guru untuk membaca materi mengenai karakteristik antara kalor, kapasitas kalor, kalor jenis, dan kalor laten
- b. Siswa diminta untuk membentuk kelompok di mana terdiri dari 4 orang sesuai pembagian dari guru
- c. Setiap kelompok diberikan pertanyaan dan diminta untuk menyelesaikan pertanyaan tersebut.
- d. Siswa tidak diperbolehkan membuka buku, atau sumber referensi lain.
- e. Setiap kelompok diberi waktu untuk menyelesaikan pertanyaan
- f. Ketika waktu mengerjakan sudah selesai, salah satu siswa dari anggota kelompok diminta untuk mempresentasikan jawaban kelompoknya.

- g. Kelompok lain ikut menanggapi jawaban.
- h. Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban yang diberikan guru.

Contoh soal:

Benar atau salah pernyataan dan alasan berikut:

Pernyataan:

Luka bakar yang diakibatkan oleh tersiram 200 gram air bersuhu 100°C akan lebih parah dibandingkan dengan yang diakibatkan tersentuh 200 gram besi bersuhu 100°C. (*keterangan: kalor jenis air 4200 J/kg°C dan kalor jenis besi 450 J/kg°C*)

Alasan:

Kalor yang tersimpan dalam 200 gram air bersuhu 100°C lebih besar dibandingkan dengan kalor yang tersimpan dalam 200 gram besi bersuhu 100°C

2.3 Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)

- a. - Pernyataan benar namun alasan salah. Kalor yang dilepaskan oleh suatu zat dirumuskan oleh $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Pernyataan dalam soal adalah untuk massa dan suhu yang sama, sehingga besarnya kalor hanya ditentukan oleh besarnya kalor jenis benda. Diketahui dalam soal jika nilai kalor jenis air lebih besar dibandingkan kalor jenis besi, hal ini berarti besarnya kalor yang dilepas oleh air lebih besar dibandingkan dengan kalor yang dilepas oleh besi sehingga air memberikan efek luka yang lebih parah dibandingkan besi.
 - Alasan yang diberikan adalah kurang tepat. Hal ini karena kalor memiliki pengertian energi dalam yang berpindah dari suatu benda ke benda lain akibat perbedaan suhu. Dalam alasan tertulis “Kalor yang tersimpan dalam 200 gram air bersuhu 100°C”, penggunaan kata kalor tersebut kurang tepat. Hal ini karena 200 gram air bersuhu 100°C bukan termasuk kalor karena tidak terjadi perbedaan suhu (hanya 100°C). Kata kalor seharusnya diganti menjadi energi dalam suatu benda.
- b. Pernyataan benar dan alasan benar. Kalor yang dilepaskan oleh suatu zat dirumuskan oleh $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Pernyataan dalam soal adalah untuk massa dan suhu yang sama, sehingga besarnya kalor hanya ditentukan oleh besarnya kalor jenis benda. Diketahui dalam soal jika nilai kalor jenis air lebih besar dibandingkan kalor jenis besi, hal ini berarti besarnya kalor yang dilepas oleh

air lebih besar dibandingkan dengan kalor yang dilepas oleh besi sehingga air memberikan efek luka yang lebih parah.

- Alasan yang diberikan tersebut benar. Kalor yang tersimpan dalam 200 gram air bersuhu 100°C lebih besar dibandingkan dengan kalor dalam 200 gram besi bersuhu 100°C . Hal ini dipengaruhi oleh besarnya kalor jenis air yang lebih besar dibandingkan kalor jenis besi.

2.4 Teacher Support (Bantuan Guru)

Untuk siswa yang menjawab opsi (b), guru mengingatkan siswa untuk memahami definisi dari suhu, energi dalam, dan kalor. Suhu adalah besaran fisika yang menunjukkan jika dua benda atau lebih berada dalam kesetimbangan termal. Energi dalam adalah jumlah total energi (E_k dan E_p) dalam suatu benda. Sedangkan ciri khas dari kalor adalah adanya perubahan suhu atau energi dalam yang dipindahkan dari benda bersuhu tinggi menuju suhu yang lebih rendah.

3.1 Learning Goal (Tujuan Pembelajaran)

Menjelaskan proses perubahan wujud berdasarkan pelepasan dan penerimaan kalor

3.2 Learning Activity (Aktifitas Pembelajaran)

- a. Siswa kembali diminta guru untuk memahami karakteristik proses perubahan wujud berdasarkan pelepasan dan penerimaan kalor
- b. Siswa diminta untuk membentuk kelompok sesuai pembagian dari guru.
- c. Setiap kelompok diberikan pertanyaan dan diminta untuk menyelesaikan pertanyaan tersebut.
- d. Siswa tidak diperbolehkan membuka buku, atau sumber referensi lain.
- e. Setiap kelompok diberi waktu untuk menyelesaikan pertanyaan
- f. Ketika waktu mengerjakan sudah selesai, salah satu siswa dari anggota kelompok diminta untuk mempresentasikan jawaban kelompoknya.
- g. Kelompok lain ikut menanggapi jawaban.
- h. Kelompok yang mampu menyanggah atau memperbaiki jawaban diberi point.
- i. Siswa memperhatikan klarifikasi jawaban yang diberikan guru.

Contoh soal:

Benar atau salah pernyataan ini? Pada proses perubahan wujud yaitu menguap, berarti zat melepaskan kalor. Sertakan alasannya.

3.3 *Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)*

- a. Salah. Proses menguap adalah ketika zat cair berubah menjadi gas. Dalam perubahan wujud ini terjadi penerimaan kalor, atau zat cair memerlukan kalor untuk menjadi gas.
- b. Benar. Hal ini karena menguap adalah proses berubahnya zat padat menjadi zat cair. Dan untuk merubah zat padat menjadi zat cair, zat padat harus melepaskan kalor.

3.4 *Teacher Support (Bantuan Guru)*

Bagi siswa yang menjawab opsi (b), guru memberikan klarifikasi jika menguap adalah proses perubahan wujud dari cair berubah menjadi gas. Perlu diketahui jika pertanyaan mengenai melepas dan menerima kalor adalah pertanyaan yang sederhana namun dapat mengecoh pemikiran siswa. Hal yang paling utama diterapkan dalam menjawab pertanyaan seperti ini adalah, apakah zat **“membutuhkan kalor atau tidak”**. Jika zat membutuhkan kalor, maka dapat dikatakan zat menerima kalor (karena butuh kalor, maka harus menerima kalor). Namun jika untuk berubah wujud zat tidak membutuhkan kalor maka zat tersebut pasti melepas kalor. Sebagai contoh adalah proses menguap, perubahan wujud dari cair ke gas. Untuk menjadi gas, zat cair membutuhkan kalor, sehingga dapat dikatakan jika menguap adalah proses perubahan wujud yang membutuhkan kalor atau menerima kalor. Contoh lain adalah membeku, perubahan wujud cair menjadi padat. Dalam peristiwa untuk menjadi padat, zat cair tidak membutuhkan kalor, hal ini berarti dalam proses membeku kalor dilepas.

4.1 *Learning Goal (Tujuan Pembelajaran)*

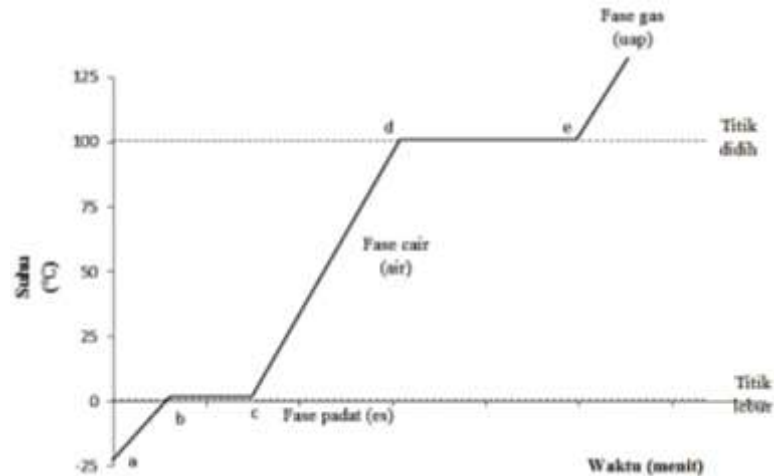
Menjelaskan hubungan antara perubahan suhu dengan pelepasan dan penerimaan kalor melalui grafik suhu terhadap waktu.

4.2 *Learning Activity (Aktifitas Pembelajaran)*

- a. Siswa diminta untuk menggambar grafik suhu dan kalor pada buku catatan.
- b. Siswa memperhatikan penjelasan dari guru mengenai arti dari grafik suhu kalor tersebut.

- c. Siswa diberikan pertanyaan dan latihan soal.
- d. Siswa menjawab pertanyaan dan latihan soal.

Contoh soal:



Perhatikan gambar, “a-b-c-d-e” adalah tahapan proses suatu zat untuk berubah wujud dari es (padat) menjadi uap (gas).

Pertanyaan 1

Pada tahap mana zat mengalami proses mencair? Jelaskan.

Pertanyaan 2

Berapa kalor (berupa persamaan) yang diterima zat pada tahap a-b-c-d?

4.3 Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)

Pertanyaan 1:

- a. Pada tahap b-c. Hal ini karena dalam proses mencair terjadi perubahan wujud dari padat (fase padat) menuju cair (fase cair) tanpa disertai perubahan suhu.
- b. Pada tahap c-d. Hal ini karena dalam proses mencair terjadi perubahan suhu dari suhu rendah menuju suhu yang lebih tinggi.
- c. Pada tahap b-c-d. Hal ini karena mencair adalah proses perubahan wujud dari padat (b-c) menjadi cair (c-d) dengan disertai perubahan suhu dari suhu rendah menuju suhu yang lebih tinggi.

Pertanyaan 2

- a. Besarnya kalor yang diterima dalam tahap a-b-c-d:

$$Q_{a-b} = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T$$

$$Q_{b-c} = m_{es} L_f$$

$$Q_{c-d} = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T$$

$$\text{Sehingga } Q_{a-b-c-d} = Q_{a-b} + Q_{b-c} + Q_{c-d}$$

- b. Besarnya kalor yang diterima dalam tahap a-b-c-d:

$$Q_{a-b} = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T$$

$$Q_{b-c} = m_{es} c_{es} \cdot \Delta T$$

$$Q_{c-d} = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T$$

$$\text{Sehingga } Q_{a-b-c-d} = Q_{a-b} + Q_{b-c} + Q_{c-d}$$

- c. Besarnya kalor yang diterima dalam tahap a-b-c-d:

$$Q_{a-b} = m_{es} \cdot c_{es} \cdot \Delta T$$

$$Q_{c-d} = m_{air} \cdot c_{air} \cdot \Delta T$$

$$\text{Sehingga } Q_{a-b-c-d} = Q_{a-b} + Q_{c-d}$$

4.4 *Teacher Support (Bantuan Guru)*

Pertanyaan 1:

Untuk siswa yang menjawab opsi (b) dan (c), maka guru membimbing siswa untuk menjelaskan pengertian dari kalor lebur. Guru bertanya kepada siswa mengenai kata kunci atau konsep inti dari pengertian tersebut. Guru memberikan klarifikasi mengenai konsep kalor lebur, yaitu kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat dari padat menjadi cair, sehingga tidak terjadi perubahan suhu pada zat tersebut. Hal ini dapat diterapkan pada proses mencair, yaitu proses mengubah zat padat menjadi zat cair. Artinya, kalor yang diterima oleh zat padat hanya digunakan untuk merubah zat padat menjadi zat cair sehingga suhu tidak berubah.

Pertanyaan 2:

Bagi siswa yang menjawab opsi (b) dan (c) maka guru membimbing siswa untuk memahami definisi dari kalor lebur, di mana $Q = m \cdot L_f$. Bila persamaan kalor lebur diterapkan dalam grafik suhu terhadap waktu maka ciri khusus dari penggunaan persamaan ini ditandai dengan tidak adanya perubahan suhu dari zat tersebut. Perlu diperhatikan pula penggunaan c untuk es dan c untuk air. Bila zat sudah berada dalam fase air, maka kalor jenis yang dimaksud adalah kalor jenis air. Namun jika terdapat soal di mana terdapat air dan es dicampur menjadi satu, maka harus benar-benar

dipahami penggunaan massa zat tersebut sudah dalam bentuk air atau masih berupa es.

5.1 *Learning Goal (Tujuan Pembelajaran)*

Menyelesaikan persoalan matematis yang berhubungan dengan perubahan wujud.

5.2 *Learning Activity (Aktifitas Pembelajaran)*

- Siswa diminta untuk memahami persamaan matematis dalam materi perubahan wujud
- Siswa diberi kesempatan bertanya mengenai hal yang belum dimengerti
- Siswa memperhatikan penjelasan atau jawaban dari guru
- Siswa diberi latihan soal dan diminta untuk mengerjakan
- Siswa menuliskan jawaban di papan tulis.
- Siswa memperhatikan klarifikasi yang diberikan oleh guru

Contoh soal:

Berapa jumlah kalor yang diterima oleh besi bersuhu 30°C bermassa 500 g untuk melebur seluruhnya menjadi cair jika diketahui kalor jenis besi 450 J/kg°C dan kalor leburnya $2,89 \times 10^5$ J/kg?

5.3 *Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)*

- Yang ditanyakan dalam soal adalah kalor yang dibutuhkan es untuk melebur menjadi air. Sehingga kita menggunakan rumus

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot L_f \\ &= (0,5 \text{ kg})(2,89 \times 10^5 \text{ J/kg}) \\ &= \mathbf{1,445 \times 10^5 \text{ J}} \end{aligned}$$

- Yang ditanyakan dalam soal adalah kalor yang dibutuhkan es untuk melebur menjadi air. Sehingga kita menggunakan rumus

$$\begin{aligned} Q_1 &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= (0,5)(450 \text{ J/kg})(30) \\ &= 6\,750 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m \cdot L_f \\ &= (0,5 \text{ kg})(2,89 \times 10^5 \text{ J/kg}) \\ &= 1,445 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

Sehingga kalor yang diperlukan besi untuk menjadi cair adalah sebesar

$$Q = Q_1 + Q_2 = 6\,750 + 144\,500 = \mathbf{151\,250 \text{ J}}$$

- c. Kalor yang dibutuhkan es untuk melebur menjadi air adalah :

$$\begin{aligned} Q &= m \cdot c \cdot \Delta T \\ &= (0,5)(450 \text{ J/kg})(30) \\ &= \mathbf{6\ 750\ J} \end{aligned}$$

5.4 *Teacher Support (Bantuan Guru)*

- a. Bagi siswa yang menjawab opsi (b) maka guru membimbing siswa untuk memahami definisi dari kalor lebur, di mana $Q = m \cdot L_f$. Persamaan tersebut memiliki arti bahwa perubahan suhu tidak mempengaruhi kalor lebur, hal ini karena kalor lebur adalah kalor yang hanya digunakan untuk merubah wujud zat. Sehingga suhu dalam zat tersebut tetap, namun wujud zat berubah dari wujud awal.
- b. Bagi siswa yang menjawab opsi (c) maka guru membimbing siswa untuk memahami pertanyaan dalam soal. Kalor yang ditanyakan adalah kalor yang digunakan untuk merubah besi menjadi bentuk cair atau disebut kalor laten. Sehingga tidak tepat jika persamaan yang digunakan adalah $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. persamaan yang tepat adalah persamaan kalor laten yaitu kalor lebur sendiri yaitu $Q = m \cdot L_f$.

6.1 *Learning Goal (Tujuan Pembelajaran)*

Menyelesaikan persoalan matematis yang berhubungan dengan Hukum Kekekalan energi untuk kalor (Azas Black)

6.2 *Learning Activity (Aktifitas Pembelajaran)*

- a. Siswa mendengarkan penjelasan dari guru jika materi selanjutnya adalah berhubungan dengan Hukum Kekekalan Energi untuk kalor (Azas Black)
- b. Siswa mengerjakan latihan soal yang diberikan oleh guru.
- c. Salah seorang siswa diminta untuk maju dan mengerjakan latihan soal di papan tulis.
- d. Siswa yang telah selesai mengerjakan soal kemudian menjelaskan jawaban kepada teman kelas.
- e. Siswa lain menanggapi jawaban yang telah dituliskan di papan tulis sehingga terjadi proses diskusi.

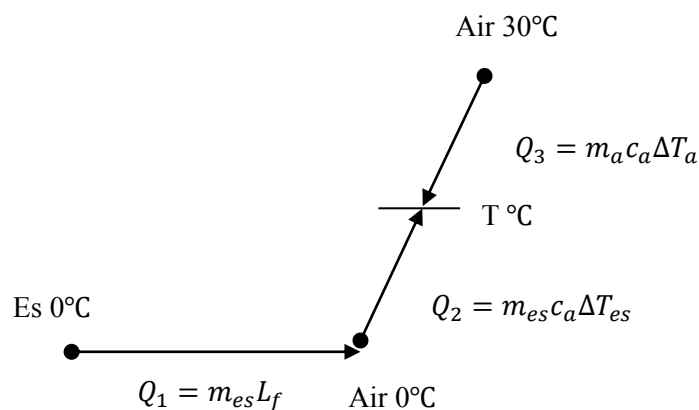
f. Guru memberikan klarifikasi jawaban yang diberikan siswa.

Contoh soal:

Sebuah balok es 30 g pada 0°C dicelupkan ke dalam bejana berisi 200 g air pada 30°C . Jika bejana dianggap tidak menyerap kalor, berapakah suhu akhir campuran? kalor lebur es = $336 \times 10^3 \text{ J/kg}$, kalor jenis air = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kg K}$.

6.3 Hypothetical Learning Process (Dugaan Alur Pemikiran Siswa)

a. Misalkan suhu akhir campuran adalah $T^{\circ}\text{C}$ dengan $0^{\circ} < T < 30^{\circ}$, maka diagram suhu kalor ditunjukkan pada gambar di bawah ini,



Kalor yang diterima es adalah

$$Q_1 = m_{es}L_f$$

$$Q_2 = m_{es}c_a\Delta T_{es}$$

Dengan $\Delta T_{es} = (T - 0)^{\circ}\text{C}$

Kalor yang dilepas air adalah

$$Q_3 = m_a c_a \Delta T_{air}$$

Dengan $\Delta T_a = (30 - T)^{\circ}\text{C}$

$$Q_{terima} = Q_{lepas}$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$m_{es}L_f + m_{es}c_a\Delta T_{es} = m_a c_a \Delta T_{air}$$

$$(0,03) (336 \times 10^3) + (0,03) (4200) (T-0) = (0,2) (4200) (30-T)$$

$$10080 + 126 T = 25\ 200 - 840 T$$

$$966 T = 15120$$

$$T = 15,6^{\circ}\text{C}$$

b.

$$Q_{terima} = Q_{lepas}$$

$$Q_1 + Q_2 = Q_3$$

$$m_{es}L_f + m_{es}c_a\Delta T_{es} = m_a c_a \Delta T_{air}$$

$$(0,03) (336 \times 10^3) + (0,03) (4200) (0) = (0,2) (4200) (30-T)$$

$$10080 + 0 = 25\ 200 - 840 T$$

$$840 T = 15120$$

$$T = 18^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c.} \quad & Q_{\text{terima}} = Q_{\text{lepas}} \\
 & Q_1 + Q_2 = Q_3 \\
 & m_{\text{es}}L_f + m_a c_a \Delta T_{\text{es}} = m_a c_a \Delta T_{\text{air}} \\
 (0,03) (336 \times 10^3) + (0,2) (4200) (T-0) &= (0,2) (4200) (30-T) \\
 10080 + 840T &= 25\,200 - 840T \\
 1680T &= 15120 \\
 T &= 9^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

6.4 Teacher Support (Bantuan Guru)

- a. Untuk siswa yang menjawab opsi (b) guru membimbing siswa untuk memahami diagram perubahan wujud zat. Dari soal diketahui jika terdapat air bersuhu 30°C yang dicampurkan es dengan suhu 0°C . Jika kedua zat tersebut dicampurkan, berapa kira-kira suhu campuran kedua zat tersebut? Apakah di atas 30°C , atau di bawah 30°C ? Ataukah di atas 0°C , atau di bawah 0°C ? Ketika siswa mampu menjawab rentang suhu akhir campuran (T) yaitu $0^\circ\text{C} < T < 30^\circ\text{C}$, maka guru mengklarifikasi jawaban yang telah dituliskan siswa adalah kurang tepat. Guru kemudian membimbing siswa untuk mengganti perubahan suhu sesuai interval yang telah dirumuskan.
- b. Untuk siswa yang menjawab opsi (c) guru membimbing siswa untuk memahami soal dengan melukiskan grafik suhu kalor. Dengan menggunakan grafik suhu kalor, maka akan terlihat bagaimana proses perubahan wujud suatu zat. Guru kemudian meminta siswa untuk menggambarkan grafik suhu dan kalor.

Setelah siswa mampu melukiskan diagram perubahan wujud dari soal, maka guru menjelaskan untuk memahami kandungan dari grafik. Jika siswa terkecoh pada penggunaan massa untuk es dan massa untuk air dalam mencari besarnya kalor, maka diperlukan ketelitian dalam menganalisis soal. Besarnya kalor $Q_2 = m_{\text{es}}c_a\Delta T_{\text{es}}$, bukan $Q_2 = m_{\text{air bejana}}c_a\Delta T_{\text{es}}$, dan bukan pula $Q_2 = m_{\text{es}}c_{\text{es}}\Delta T_{\text{es}}$. Yang dimaksud massa es disini adalah massa es ketika sudah menjadi cair bukan massa air pada bejana. Ingat, massa suatu zat yang telah berubah wujud adalah sama, hanya volume dan massanya yang berbeda. Perlu ditekankan pula jika kalor jenis pada Q_2 adalah kalor jenis air, hal ini karena es sudah seutuhnya menjadi air.

LAMPIRAN 30
CUPLIKAN WAWANCARA

Soal no 5 “Semua bahan memuai jika dipanaskan”

Siswa Kelompok Rendah

P : pewawancara; R : responden;

- P : apakah benar jika bahan yang menghantarkan panas saja yang dapat memuai?
 R : dulu saya menganggap iya, kalau sekarang kurang setuju.
 P : alasannya apa?
 R : ya tidak harus bahan penghantar panas saja, contohnya air, dan ban sepeda yang di dalamnya berisi udara juga bisa memuai jika dipanaskan.
 P : memangnya air bisa memuai?
 R : bisa, kan pemuai volume. Kalau untuk ban sepeda pemuai gas.

Siswa Kelompok Sedang

P : pewawancara; R : responden;

- P : bisa dijelaskan kenapa dulu bisa berpendapat jika hanya bahan *logam* yang apabila dipanaskan dapat memuai?
 R : karena saya menganggap logam tersusun oleh partikel zat padat. Jadi kalo menerima energi panas langsung terjadi pemuai.
 P : bisa dijelaskan mengenai partikel yang bisa memuai?
 R : mmmm... Misal ukuran partikel awal sebelum dipanaskan itu 1. Setelah dipanaskan berubah menjadi 3× lipatnya, misal ini. Hehe...
 P : apa hal itu benar?
 R : saya menganggap dulu seperti itu. Tapi kan penyebab partikel memuai bukan karena ukurannya, tapi karena jarak antar partikel yang semakin menjauh.
 P : sekarang untuk jawaban posttestnya kok berubah menjadi tidak semua bahan jika dipanaskan akan memuai. Sebagai contoh plastik, kayu, dan karet. Kenapa tidak sama saja dengan jawaban posttest?
 R : karena tidak hanya logam jika dipanaskan memuai, misalnya raksa dalam termometer. Itu kan zat cair.

Siswa Kelompok Tinggi

P : pewawancara; R : responden;

- P : apa benar jika semua bahan dapat memuai jika dipanaskan? Kok di jawaban pretest mu menjawab benar.
 R : oowh ini karena setiap benda kan memiliki sifat padat, cair, dan gas.
 P : memangnya kalau memiliki sifat-sifat tersebut dapat memuai ya?
 R : ga juga sih. Hehe... Soalnya dulu saya pernah baca jika ada 3 jenis pemuai. Pemuai zat padat, cair, dan gas. Ya saya kira itu menandakan kalau semua zat dapat memuai.
 P : memang semua zat tidak dapat memuai?

- R : iya. Contohnya es batu (zat padat). Kalau dipanaskan malah mencair atau berubah wujud. Hehe....
- P : itu kan perubahan bentuk yang bersifat sementara. Bisa memberikan contoh lain?
- R : mmmm... ya misalnya kayu dan kertas. Kalau dipanaskan malah berubah menjadi bentuk lain. Menjadi abu.
- P : kalau untuk logam bagaimana? Bisa memuai semuanya tidak?
- R : Mmmm ... kayaknya iya (masih berpikir). Eh tergantung ada tidaknya koefisien muai logam.
- P : memangnya apa itu koefisien muai?
- R : ya tingkat besarnya benda memuai. Kalau ada koefisien muai logam ya benda itu pasti bisa memuai jika dipanaskan.

Soal no 9-12 Analisis Grafik Suhu Kalor

Siswa Kelompok Rendah

P : pewawancara; R : responden;

-
- P : saat 2 menit pemanasan zat dalam bentuk apa?
- R : masih padat.
- P : kok bisa?
- R : dalam soal sudah diketahui jika zat awal berada pada fase padat.
- P : kalau untuk menit ke 5?
- R : mmmm... Cair.
- P : yakin?
- R : mmmm, kayaknya iya. Soalnya kan sehabis padat itu fase cair. Hehehe...
- P : berarti zat padat itu ketika dipanaskan langsung menjadi cair? Gitu?
- R : ya ada proses mencair dulu.
- P : apakah proses mencairnya dilukiskan pada grafik?
- R : ya ini dari menit ke-4 sampai ke-7.
- P : lho tadi katanya ini fase cair.
- R : kan proses mencair berarti menjadi cair.

Siswa Kelompok Sedang

P : pewawancara; R : responden;

-
- P : bisa ditunjukkan pada menit ke berapa zat dalam fase cair?
- R : ini (menunjuk garis pada menit ke-7 sampai ke-10)
- P : alasannya apa?
- R : dari menit ke nol kan zat masih padat. Nah ketika dipanaskan terus sampai menit ke-4, maka zat mengalami proses mencair. Prosesnya sampai menit ke-7. Jadi saat menit ke-7 sampai ke-10, zat mengalami fase cair karena telah mengalami proses mencair pada menit sebelumnya.
- P : berarti saat menit ke-4 zat mengalami proses mencair apa masih dalam fase padat?
- R : mmmm.... Gimana ya... (berpikir) Mmmm, kayaknya proses mencair.
- P : lalu fase padatnya dari menit ke-0 sampai menit ke berapa?
- R : mmm.... ya saat menit ke-4 juga.

P : berarti di menit ke-4 itu ada 2 hal? Zat masih berupa padatan dan proses mencair? Gitu?

R : iya. Pada menit ke-4, zat yang berupa padatan dan mengalami proses mencair.

Siswa Kelompok Tinggi

P : pewawancara; R : responden;

.....
P : pada saat menit ke berapa zat mengalami proses mencair?

R : ini yang garis lurus.

P : itu menit ke berapa?

R : menit ke-4 sampai menit ke-7.

P : kalau fase padatnya menit ke berapa?

R : dari menit ke-nol sampai menit ke-4.

P : berarti menit ke-4 itu terdapat dua hal? Benda dalam fase padat dan mengalami proses mencair?

R : eh engga gitu. Mmmmm... harusnya itu pada menit ke-4 masih fase padat. Kalau setelah menit ke-4 ya baru proses mencair.

P : setelahnya itu selisih berapa detik, atau berapa menit?

R : detik, ya sesegera mungkin setelah menit ke-4. Paling 4 menit lebih 1 detik. Intinya di atas 4 menit.

P : kalau untuk fase cairnya di menit ke berapa?

R : pada menit ke-7.

P : menit ke-7 bukannya masih proses mencair?

R : bukan, proses mencairnya itu dari setelah menit ke-4 sampai sebelum menit ke-7 karena benda pada menit ke-4 masih padat, terus mencair sampai sebelum menit ke-7 dan menjadi cair saat menit ke-7.

P : bagus, lalu untuk pertanyaan no 9, bagaimana cara menentukan kalor jenis untuk zat padat dan zat cair menurut pendapat mu?

R : ini harus dihitung. Pakai persamaan $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$

P : bisa dijelaskan?

R : ya tinggal diganti saja Q nya pake rumus $P \times t$. Di soal kan P nya diketahui 3000, tinggal t nya nanti menyesuaikan waktu tiap fase. Begitu juga ΔT nya. Perhitungannya biasa aja.

P : ga bisa pake logika atau teori ya? Ini jawaban pretest mu kok dimisalkan zat adalah air.

R : dulu tak kira nilai kalor jenis itu tetapan. Jadi kan ga bisa dihitung, makanya saya misalkan zat tersebut adalah air.

LAMPIRAN 31
DOKUMENTASI PENELITIAN



Pelaksanaan *Pretest* Kelas X MIA 6



Pelaksanaan *Pretest* Kelas X MIA 8



Pemberian Materi Awal



Siswa Diberikan Permasalahan



Penyampaian Hipotesis Penyelesaian Masalah



Pelaksanaan Diskusi Kelompok



Praktikum Persamaan Kalor
Kelas X MIA 6



Praktikum Persamaan Kalor
Kelas X MIA 8



Pelaksanaan *Posttest* X MIA 6



Pelaksanaan *Posttest* X MIA 8



Pelaksanaan Wawancara Responden
X MIA 6



Pelaksanaan Wawancara Responden
X MIA 8