



**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS)
BERBASIS *SCIENTIFIC APPROACH* BERBANTUAN
VIRTUAL LABORATORY UNTUK MELATIH
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA
PADA MATERI TERMODINAMIKA DI SMA**

SKRIPSI

Oleh :

**Dya Ayu Cahya Timur
NIM 150210102032**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS)
BERBASIS *SCIENTIFIC APPROACH* BERBANTUAN
VIRTUAL LABORATORY UNTUK MELATIH
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA
PADA MATERI TERMODINAMIKA DI SMA**

SKRIPSI

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

Oleh :

**Dya Ayu Cahya Timur
NIM 150210102032**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan segala cinta dan kasih kepada:

1. Ibunda tersayang “Siti Syamsiyah” dan Ayahanda tercinta “Matraji” yang berjuang untuk memberikan bekal ilmu pengetahuan hingga pendidikan yang lebih tinggi kepadaku, terima kasih atas segala doa, motivasi, dan dukungan selama ini;
2. Bapak Ibu guru serta dosen dari TK, SD, SMP, SMA hingga PTN yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat dengan ikhlas;
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang kubanggakan.

MOTTO

“Bersyukurlah kepada Allah. Dan barang siapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri, dan barang siapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah Maha Kaya lagi Maha Terpuji”.
(Terjemah surat luqman ayat 12)¹⁾



¹⁾ Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. Al Qur'an dan Terjemahnya. Bandung: CV penerbit Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dya Ayu Cahya Timur

NIM : 150210102032

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis *Scientific Approach* Berbantuan *Virtual Laboratory* untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Termodinamika di SMA” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 29 April 2019

Yang menyatakan,

Dya Ayu Cahya Timur

NIM 150210102032

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS)
BERBASIS *SCIENTIFIC APPROACH* BERBANTUAN
VIRTUAL LABORATORY UNTUK MELATIH
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA
PADA MATERI TERMODINAMIKA DI SMA**

Oleh :

Dya Ayu Cahya Timur
NIM 150210102032

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Yushardi, S.Si., M.Si

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

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “pengembangan lembar kerja siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada materi termodinamika di SMA” karya Dya Ayu Cahya Timur telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

Dr.Yushardi, S.Si., M.Si.
NIP. 196504201995121001

Drs.Bambang Supriadi, M.Sc.
NIP. 196807101993021001

Anggota II,

Anggota III,

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si
NIP. 196412301993021001

Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si
NIP. 195708011984031004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196808021993031004

RINGKASAN

Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis *Scientific Approach* Berbantuan *Virtual Laboratory* Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Termodinamika Di SMA; Dya Ayu Cahya Timur, 150210102032; 2019: 71 halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pembelajaran fisika sebagai ilmu yang mempelajari tentang fenomena alam yang dapat digunakan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Sesuai dengan kurikulum 2013 yang berlaku di SMA saat ini menuntut untuk menumbuhkan kemampuan bersikap ilmiah, bekerja, kemampuan berpikir kritis dan berkomunikasi. Kemampuan berpikir yang baik itu terjadi ketika siswa tidak hanya mampu menguasai isi setiap mata pelajaran yang dipelajarinya, tetapi juga disertai dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Pada proses pembelajaran ada beberapa permasalahan yang dapat dialami oleh guru sesuai dengan fakta yang ada dilapangan pada umumnya, misalkan tentang kesulitan siswa memahami fisika, kurangnya kegiatan praktikum, bahan ajar yang digunakan dan kemampuan siswa dalam berpikir kritis. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada guru fisika kegiatan praktikum jarang dilaksanakan dengan kendala kurang tersedianya alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum. Pada kegiatan praktikum masih menggunakan laboratorium langsung. Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan dalam praktikum dibuat sendiri oleh guru dan LKS pegangan siswa.

Strategi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan di atas yaitu dengan melakukan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis. Desain penelitian pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah prosedur penelitian dan pengembangan menurut Nieveen (2006). Adapun tahapan dari penelitian dan pengembangan menurut Nieveen (2006) meliputi : (1) *Preliminary research*, (2) *Prototyping stage*, dan (3) *Assesment stage (summative evaluation)*.

Desain penelitian yang digunakan pada tahapan *assesment stage* terhadap produk yang dikembangkan menggunakan *one group pretest-posttest design* untuk mengetahui keefektifan LKS yang dikembangkan.

Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis memperoleh hasil validasi ahli mendapatkan persentase validasi 81,67% dengan kriteria validasi sangat valid atau dapat digunakan dengan sedikit revisi agar LKS yang diuji cobakan lebih sempurna. Selanjutnya, pada validasi pengguna mendapatkan persentase validasi 95,31% dengan kriteria validasi sangat valid atau dapat digunakan tanpa revisi. Uji coba lapangan dilakukan pada siswa SMA Negeri 4 Jember kelas XI MIPA 3 semester genap tahun ajaran 2018/2019, dengan spesifikasi jumlah siswa sebanyak 36 siswa. Waktu yang digunakan dalam uji coba produk adalah 4 kali pertemuan. Pada uji coba lapangan ini, diperoleh 2 data yaitu data hasil tes kemampuan berpikir kritis dari *pretest-posttest* untuk menunjukkan keefektifan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* dan data hasil angket respon siswa untuk menunjukkan kepraktisan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory*.

Data hasil tes kemampuan berpikir kritis diperoleh melalui *posttest* yang dilakukan pada saat sesudah kegiatan pembelajaran menggunakan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory*. Nilai rata-rata *posttest* 78,33 dengan nilai rata-rata ketercapaian tiap indikator: (1) interpretasi, rata-rata nilai *posttest* 92,36. (2) analisis, rata-rata nilai *posttest* 55,55. (3) eksplanasi, rata-rata nilai *posttest* 60,41. (4) inferensi, rata-rata nilai *posttest* 88,19. (5) evaluasi, rata-rata nilai *posttest* 99,30. Pada indikator interpretasi, analisis dan evaluasi termasuk dalam kategori sangat baik dengan jumlah 35, 25 dan 26 siswa, indikator analisis dan eksplanasi termasuk dalam kategori kurang baik dengan jumlah 23 dan 19 siswa. Data hasil angket respon siswa digunakan untuk menilai kepraktisan LKS dengan persentase sebesar 87,18% dengan kategori sangat praktis.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis *Scientific Approach* Berbantuan *Virtual Laboratory* Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Termodinamika Di SMA”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember yang telah meluangkan waktu demi kelancaran penyusunan skripsi ini;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember;
4. Dr. Sri Astutik, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Dr. Yushardi, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
6. Semua dosen FKIP Pendidikan Fisika, atas semua ilmu yang telah diberikan selama menjadi mahasiswa Pendidikan Fisika;
7. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si. dan Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si. selaku validator dan penguji yang telah meluangkan waktu dan pikirannya dalam menyelesaikan tugas skripsi ini;

8. Dra. Eny Setyowati yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu kegiatan penelitian di SMAN 4 Jember;
9. Siswa kelas XI IPA 3 tahun pelajaran 2018/2019 terima kasih atas segala bantuan dan dukungan selama penelitian;
10. Adek tercinta Dwiky Cahya Setiaji dan keluarga besarku yang selalu memberikan doa, semangat, motivasi, dan dukungan yang besar dalam penulisan skripsi ini;
11. Safitri, gesi, deni, fadli, trio, arika, datul dan yola yang berkenan meluangkan waktunya untuk menjadi observer saat proses penelitian serta memberi semangat untuk mengerjakan skripsi;
12. Keluarga besar Progam Studi Pendidikan Fisika 2015 Universitas Jember yang telah memberikan do'a, semangat, motivasi dan kenangan terindah;
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Jember, 29 April 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTO.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pembelajaran Fisika	7
2.2 Lembar Kerja Siswa (LKS)	8
2.3 Pendekatan <i>scientific approach</i>	11
2.4 Kemampuan Berpikir Kritis.....	12
2.5 <i>Virtual Laboratory</i>	15
2.6 Termodinamika.....	19
2.7 Lembar Validasi LKS	26
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	27
3.2 Tempat dan Waktu Uji Pengembang.....	27

3.3 Definisi Operasional Variabel.....	28
3.4 Prosedur Pengembangan.....	30
3.4.1 Tahap Studi Pendahuluan	31
3.4.2 Tahap Perencanaan (<i>Prototyping Stage</i>).....	34
3.4.3 Tahap Penilaian (<i>Assesment Stage</i>)	38
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1 Hasil Pengembangan	43
4.4.1 Data Hasil Tahap Studi Pendahuluan	44
4.4.2 Data Hasil Tahap Perencanaan (<i>Prototyping Stage</i>).....	46
4.4.3 Data Hasil Tahap Penilaian (<i>Assesment Stage</i>)	52
4.2 Pembahasan.....	56
BAB 5. PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Langkah-langkah pembelajaran pendekatan saintifik.....	12
2.2 Indikator dan keterangan indikator kemampuan berfikir kritis.....	15
3.1 Tujuan pembelajaran pertemuan 1 dan 2	33
3.2 Tujuan pembelajaran pertemuan 3	33
3.3 Kriteria penilaian validitas	38
3.4 Kriteria kemampuan berfikir kritis	41
3.5 Kriteria interpretasi skor siswa	42
4.1 Materi, Kompetensi Dasar dan Indikator	45
4.2 Hasil data penelitian validasi ahli	50
4.3 Hasil saran dan komentar validasi ahli	50
4.4 Revisi komponen LKS	51
4.5 Hasil data penilaian validasi pengguna	51
4.6 Hasil validasi LKS	52
4.7 Rata-rata nilai Ketercapaian tiap indikator kemampuan berpikir kritis <i>posttest</i> .	53
4.8 Jumlah Siswa Pada Kategori Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	54
4.9 Data Hasil Angket Respon Siswa	55

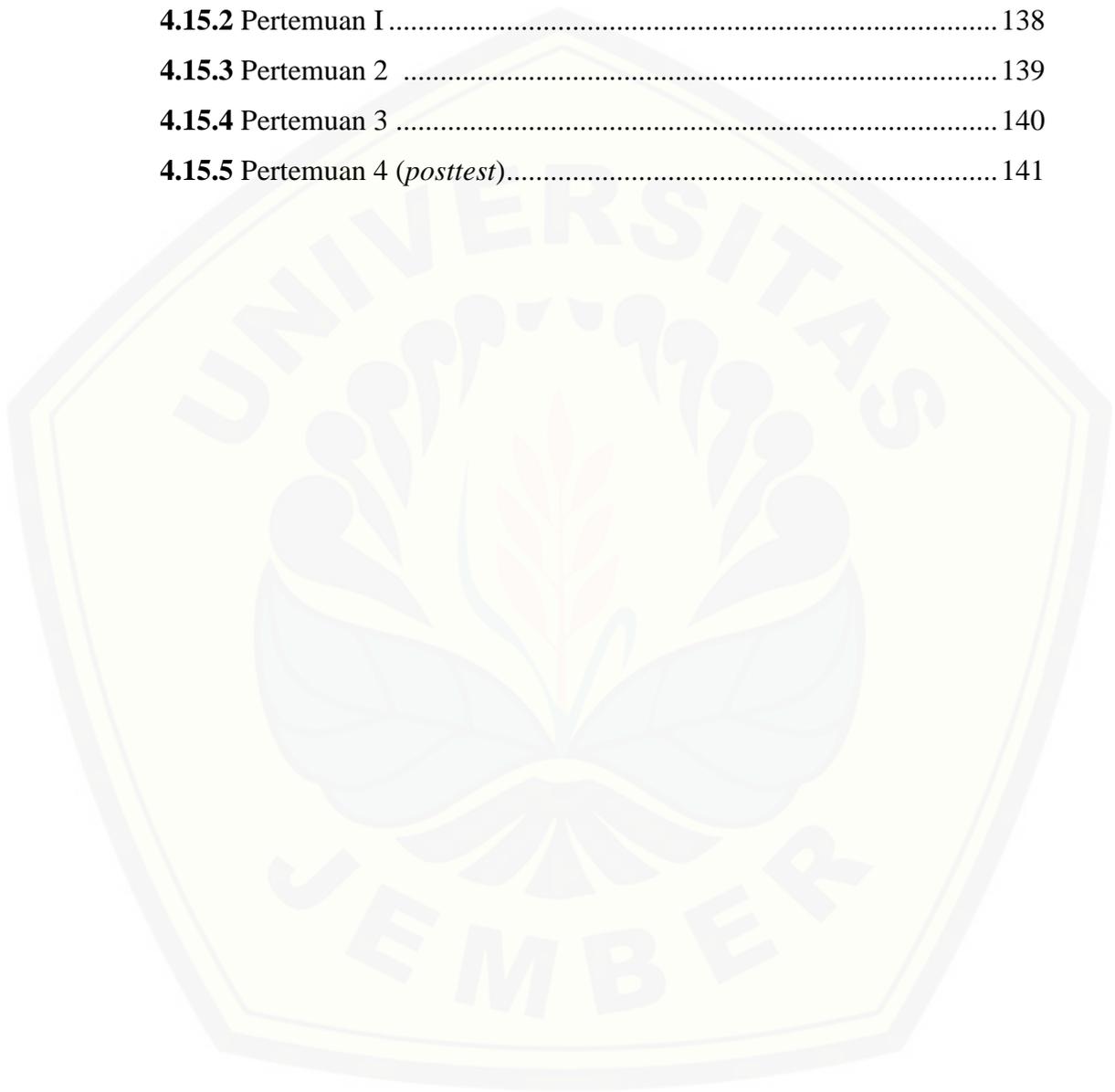
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Diagram alir langkah-langkah penyusun LKS	10
2.2 Aplikasi PHeT Simulations	18
2.3 Aplikasi Carnot Cycle	19
2.4 Grafik (P-V) Proses Isotermal	21
2.5 Grafik (P-V) Proses Adiabatik	21
2.6 Grafik (P-V) Proses Isobarik	22
2.7 Grafik (P-V) Proses Isokhorik	23
2.8 Siklus Carnot	25
3.1 Alur Tahapan Pengembangan Model Nieveen	30
3.2 Peta Konsep Termodinamika	32
3.3 Desain "One – Group Pretest – Posttest Design"	39
4.1 Tampilan sampul depan dan belakang	43
4.2 Cover LKS	47
4.3 LKS berbasis <i>scientific approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i>	49
4.4 Grafik rata-rata skor <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	53
4.5 Skor Kemampuan Berpikir Kritis	60

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Matrik penelitian	72
4.2 Hasil validasi LKS	74
4.2.1 Data dan analisis validasi ahli	74
4.2.2 Data dan analisis validasi pengguna	77
4.2.3 Hasil validasi ahli	78
4.2.4 Hasil validasi pengguna	79
4.3 Hasil validasi silabus	80
4.3.1 Data dan analisis validasi silabus	80
4.3.2 Hasil validasi silabus	82
4.4 Hasil validasi RPP	83
4.4.1 Data dan analisis RPP	83
4.4.2 Hasil validasi RPP	87
4.5 Hasil tes kemampuan berpikir kritis	88
4.5.1 Data hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	88
4.5.2 Contoh hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	89
4.6 Analisis pencapaian aspek kemampuan berpikir kritis	91
4.6.1 Pencapaian aspek kemampuan berpikir kritis <i>posttest</i>	91
4.6.2 Data Pengelompokan Skor Kemampuan Berpikir Kritis	93
4.7 Hasil respon siswa	95
4.7.1 Data dan analisis respon siswa	95
4.7.2 Contoh hasil respon siswa	97
4.8 Kisi-kisi soal tes kemampuan berpikir kritis	98
4.9 Rubrik penilaian soal tes kemampuan berpikir kritis	101
4.10 Silabus	106
4.11 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	114
4.12 LKS berbasis <i>scientific approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i>	131
4.13 Contoh LKS Berbasis <i>Scientific Approach</i> Berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>	134
4.14 Surat penelitian	135

4.14.1 Surat izin penelitian	135
4.14.2 Surat selesai penelitian.....	136
4.15 Dokumentasi penelitian.....	137
4.15.1 <i>Pretest</i>	137
4.15.2 Pertemuan I	138
4.15.3 Pertemuan 2	139
4.15.4 Pertemuan 3	140
4.15.5 Pertemuan 4 (<i>posttest</i>).....	141



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada hakikatnya pembelajaran fisika dalam memperoleh pengetahuan diperlukan suatu aspek dalam mengembangkan kecerdasan intelektual yaitu dengan menumbuhkan kemampuan bersikap ilmiah, bekerja, dan menumbuhkan kemampuan berpikir. Hal ini, sesuai dengan berlakunya kurikulum 2013 yang melatih siswa untuk memiliki kemampuan berpikir dan berkomunikasi. Kurikulum 2013 yang diterapkan di sekolah saat ini, siswa dituntut untuk menggunakan metode ilmiah untuk menemukan pemecahan masalah secara mandiri. Menurut Hariyanto (2016:366), kurikulum 2013 bertujuan untuk menjadikan manusia di Indonesia agar memiliki kemampuan hidup yang beriman, kreatif, dan inovatif melalui pembelajaran yang berpusat pada pendekatan saintifik.

Pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik merupakan proses pembelajaran yang dirancang agar siswa secara aktif mampu mengkonstruksi konsep, hukum dan prinsip melalui tahapan-tahapan mengidentifikasi masalah, membuat rumusan masalah, membuat hipotesis, melakukan pengambilan data dengan beberapa teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan serta mengomunikasikan dalam kegiatan pembelajaran (Machin, 2014). Pembelajaran menggunakan kurikulum 2013 menuntut pola dari *teaching centered learning* (TCL) ke arah pembelajaran *student centered learning* (CTL). Sehingga, dengan adanya perubahan pola tersebut maka dibutuhkan suatu bahan ajar yang sesuai dengan kurikulum 2013 dan dapat menumbuhkan respon positif pada siswa terhadap pembelajaran fisika.

PISA (*Programme for International Student Assessment*) merupakan program survey yang komprehensif di ajang Internasional yang pada dasarnya menilai tentang kemampuan bernalar siswa yang di dalamnya meliputi kemampuan berpikir kritis siswa (Rahayu dalam Rahmawati, 2016). Hasil survey Internasional yang dilakukan oleh PISA pada tahun 2015, Indonesia menempati peringkat 64 dari 72 negara yang mengikuti tes PISA. Berdasarkan data survey

tersebut, literasi sains yang meliputi kemampuan berpikir kritis di Indonesia masih jauh di bawah rata-rata Internasional. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis di Indonesia dapat dikategorikan rendah dan perlu adanya peningkatan dengan cara melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

Fisika sebagai ilmu yang mempelajari tentang fenomena alam yang dapat digunakan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa melalui penerapan metode ilmiah. Kemampuan berpikir yang baik itu terjadi ketika siswa tidak hanya mampu menguasai isi setiap mata pelajaran yang dipelajarinya, tetapi juga disertai dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan berpikir kritis itu penting untuk membantu siswa dalam melatih konsentrasi, berpikir analitik, memfokuskan pikiran untuk memecahkan permasalahan dan mengembangkan bakatnya (NEA *National Education Association*, 2010:8). Menurut Wahyuni (2015) Pembelajaran untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa itu penting, karena dengan berpikir kritis siswa dilatih untuk mengamati suatu keadaan, memunculkan pertanyaan, merumuskan hipotesis, melakukan observasi, mengumpulkan data dan memberikan kesimpulan. Berpikir kritis merupakan suatu proses yang terstruktur dengan baik dan berperan dalam mengambil keputusan untuk memecahkan permasalahan dengan menginterpretasi dan menganalisis data (Jufri, 2013:44).

Pada proses pembelajaran ada beberapa permasalahan yang dapat dialami oleh guru sesuai dengan fakta yang ada dilapangan pada umumnya, misalkan tentang kesulitan siswa memahami fisika, kurangnya kegiatan praktikum, bahan ajar yang digunakan dan kemampuan siswa dalam berpikir kritis. Menurut Musanni *et al.*(2015), mata pelajaran fisika di SMA merupakan salah satu mata pelajaran yang kurang diminati oleh siswa, karena mata pelajaran fisika identik dengan sulit, kurang menarik, tidak menyenangkan bahkan ditakuti oleh siswa. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Muzana dan Astuti (2017), yang menyatakan bahwa banyak siswa menganggap pelajaran fisika sulit dipahami. Selain itu, bahan ajar yang digunakan belum mengoptimalkan keikutsertaan siswa dalam melatih kemampuan berpikir kritis siswa (Astuti, 2015). Kurangnya minat

siswa dalam mempelajari fisika yaitu jarang dilaksanakan kegiatan praktikum karena keterbatasan alat dan bahan praktikum (Auliyani *et al.* 2018:65).

Marso dan Pigge menyatakan (dalam Brookhart, 2010:1) selama penilaian di dalam kelas, peneliti mendapatkan hasil bahwa guru saat pembelajaran berlangsung hanya mengembangkan kemampuan mengingatnya saja. Menurut Damayanti *et al.*(2013:58), persoalan yang terjadi dalam pembelajaran saat ini guru bertindak menjadi pusat pembelajaran dan siswa bertindak sebagai penerima saja. Selain itu, proses pembelajaran di kelas siswa hanya diberikan pengetahuan dengan lisan saja (ceramah) sehingga siswa hanya menerima pengetahuan yang abstrak tanpa mengalami sendiri.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara kepada guru fisika di SMA Negeri 4 Jember, kegiatan praktikum jarang dilaksanakan dengan kendala kurang tersedianya alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum. Selain itu, kegiatan praktikum dilaksanakan pada beberapa materi saja. Pada kegiatan saat praktikum, guru sudah menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS). Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan dalam praktikum dibuat sendiri oleh guru dan LKS pegangan siswa. Namun, pada kegiatan praktikum masih menggunakan laboratorium langsung. Selain itu, belum pernah diterapkannya praktikum dengan bantuan *virtual laboratory*. Berdasarkan hal tersebut, Lembar Kerja Siswa (LKS) berbantuan *virtual laboratory* ini cocok digunakan untuk membantu siswa dalam proses membangun pengetahuan.

Mengatasi permasalahan yang telah dijabarkan, maka diperlukan suatu bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik kurikulum 2013. Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan salah satu bahan ajar yang cocok digunakan dalam kegiatan pembelajaran fisika. Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* telah terbukti secara efektif untuk membantu siswa dalam kegiatan belajar. Menurut Adityani (2015:413), dengan menggunakan LKS dengan pendekatan ilmiah berbantuan Phet mendapatkan hasil LKS yang diberikan kepada peserta didik telah valid dan jika diterapkan dapat meningkatkan nilai dari peserta didik. Menurut Auliyani (2018:65-72) dalam penelitiannya penerapan LKS berbantuan *virtual laboratory* dapat meningkatkan kompetensi

siswa sesuai dengan indikator yang diteliti. Berdasarkan penelitian terdahulu maka perlu adanya Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* yang akan mendukung siswa dalam kemampuan berpikir kritis.

Beberapa penelitian yang relevan menjadi faktor pendukung dikembangkannya Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Menurut Munirudin (2017:15), siswa setelah diberikan LKS berbantuan laboratorium virtual mengalami peningkatan dalam proses pembelajaran di kelas yaitu siswa menjadi lebih aktif, kritis dan mengalami peningkatan hasil belajar. Menurut Sumargono (2014:133), hasil belajar yang diperoleh siswa menunjukkan peningkatan dan respon siswa sangat baik terhadap proses pembelajaran menggunakan media *virtual laboratory*. Menurut Adityani dan Ishafit (2015), LKS dengan pendekatan ilmiah berbasis Phet dapat menambah pemahaman konsep siswa. Menurut penelitian yang telah dilakukan Rizki dan Supardi (2017), pengembangan LKS berpikir kritis mengalami peningkatan dalam kategori rendah. Menurut Arif (2015), LKS berbasis pendekatan saintifik mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan kategori sangat baik. Menurut Yustyan *et al* (2015), *Scientific Approach* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Menurut Suriasa (2018), siswa setelah diberikan LKS berbasis *Scientific Approach* mengalami peningkatan kemampuan berpikir kritis sangat baik, ketuntasan hasil belajar dan respon yang sangat baik.

Berdasarkan uraian hasil penelitian yang telah dijelaskan, maka untuk pengembangan LKS ini sebagai terwujudnya kemampuan berpikir kritis siswa saat pembelajaran di kelas perlu adanya penerapan atau pengembangan bahan ajar. Oleh karena itu, peneliti mengembangkan bahan ajar berupa Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa di SMA. Untuk mengetahui tentang tingkat keberhasilan siswa dalam berpikir kritis, peneliti mengamati dan mendapatkan data berdasarkan instrumen yang disediakan oleh peneliti.

Berdasarkan uraian diatas, dengan mempertimbangkan alternatif solusi peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pengembangan dengan judul pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa, karena bahan ajar yang sebelumnya belum bisa menciptakan siswa dalam kemampuan berpikir kritis. Selain itu, untuk kemampuan berpikir kritis, di dalam LKS terdapat soal-soal tentang berpikir kritis. Sehingga dari permasalahan tersebut diharapkan siswa mampu memiliki kemampuan berpikir kritis yang nantinya di dalam proses pembelajaran siswa lebih aktif dan lebih terlibat. Selanjutnya dalam penelitian ini, Lembar Kerja Siswa (LKS) yang diberikan akan diteliti mengenai tingkat ke validasian bahan ajar, kemampuan berpikir kritis siswa dan respon siswa setelah diberikan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana validitas Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada materi termodinamika di SMA ?
- b. Bagaimana kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* ?
- c. Bagaimana respon siswa setelah menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada materi termodinamika di SMA ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

- a. Mengkaji validitas Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada materi termodinamika di SMA
- b. Mendeskripsikan kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*.
- c. Mendeskripsikan respon siswa setelah menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada materi termodinamika di SMA.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk kepentingan sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, dapat dijadikan sebagai pengalaman langsung dalam melakukan penelitian.
- b. Bagi guru,
 - 1) Sumber belajar dalam proses pembelajaran.
 - 2) Hasil dari pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* dapat dijadikan sebagai inovasi dari pengembangan bahan ajar.
- c. Bagi siswa,
 - 1) Dapat membantu dalam meningkatkan pemahaman siswa.
 - 2) Untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa.
- d. Bagi peneliti lain atau pembaca, dapat dijadikan sebagai informasi untuk mengadakan penelitian lebih lanjut dan sebagai bahan kajian tentang pengembangan bahan ajar atau LKS.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Fisika

Pembelajaran merupakan proses interaksi antara siswa dengan guru untuk mencapai suatu tujuan belajar mengajar (Sudjana, 2010). Tujuan dari belajar mengajar dapat berupa keterampilan, pengetahuan dan perubahan sikap menuju target yang diharapkan. Pada hakikatnya tujuan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan kognitif, afektif dan psikomotorik yang dikembangkan melalui pengalaman belajar siswa (Dimiyati dan Mudjiono, 2002:159). Ada beberapa prinsip pembelajaran yang digunakan untuk mendidik dalam konteks pembelajaran di Indonesia, yaitu: 1) pembelajaran untuk mengembangkan fungsi otak, 2) pembelajaran sebagai pengembangan kemampuan berpikir, dan 3) proses belajar berlangsung sepanjang hayat (Jufri, 2013:44)

Ilmu fisika merupakan salah satu ilmu yang mendasari diantara ilmu pengetahuan alam. Fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang sifat fisis suatu kejadian dalam bentuk produk maupun proses dan saling berhubungan dengan gejala – gejala alam melalui penelitian dan pengamatan (Yuliani *et al.* 2012: 208). Mata pelajaran fisika merupakan mata pelajaran yang saling berhubungan dengan fenomena – fenomena atau gejala – gejala alam secara sistematis (Damayanti *et al.*,2013). Dari pernyataan yang telah dijabarkan, ilmu fisika merupakan ilmu pengetahuan alam yang mengkaji tentang gejala-gejala alam, proses dan produk sehingga dapat digunakan sebagai penelitian dan pengamatan.

Pembelajaran fisika merupakan suatu proses mewujudkan bentuk ilmiah yang terdiri atas tiga komponen penting, yaitu konsep, prinsip dan teori yang didapatkan melalui serangkaian proses ilmiah (Trianto, 2010:137). Proses untuk memperoleh pengetahuan baru didapatkan ketika kegiatan pembelajaran berlangsung di sekolah. Tujuan utama pembelajaran sains adalah untuk membantu siswa memahami sifat ilmiah pengetahuan alam (Astutik, *et al.*, 2017). Selain itu, tujuan pembelajaran fisika untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

2.2 Lembar Kerja Siswa (LKS)

2.2.1 Pengertian LKS

LKS merupakan salah satu media pembelajaran yang digunakan oleh guru sebagai fasilitator dalam suatu proses pembelajaran di kelas. LKS merupakan langkah-langkah atau petunjuk untuk menyelesaikan suatu tugas (Depdiknas, 2008:26). Menurut Arsyat (2006:26) LKS merupakan lembar kerja yang digunakan siswa sebagai pedoman untuk melakukan suatu kegiatan yang mencerminkan keterampilan proses siswa agar memperoleh suatu keterampilan dan pengetahuan sesuai apa yang diterimanya. Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan lembaran-lembaran yang berisi tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh siswa. Lembar Kerja Siswa biasanya berisi tentang petunjuk dan langkah-langkah menyelesaikan tugas (Anggraini,2010). Dari uraian yang telah dijelaskan, Lembar Kerja Siswa (LKS) merupakan suatu sumber belajar yang digunakan siswa yang berisi tugas-tugas,petunjuk dan langkah-langkah yang harus dikerjakan siswa untuk memperoleh suatu pengetahuan dan keterampilan.

2.2.2 Tujuan penyusunan LKS

Menurut Prastowo (2012), dalam menyusun LKS ada empat poin tujuan dari penyusunan LKS yaitu sebagai berikut :

- a. Menyajikan bahan ajar yang dapat memudahkan peserta didik dalam memahami dan berinteraksi dengan materi yang diberikan.
- b. Menyajikan tugas-tugas yang dapat digunakan untuk meningkatkan penguasaan konsep peserta didik terhadap materi yang diberikan.
- c. Memudahkan guru atau pendidik dalam memberikan tugas kepada peserta didik
- d. Melatih kemandirian peserta didik dalam kegiatan belajar.

2.2.3 Fungsi LKS

Menurut Amri (2013), Lembar Kerja Siswa (LKS) memiliki beberapa fungsi yang berbeda-beda tergantung dengan jenisnya. Berikut merupakan fungsi dari LKS:

- a. LKS membantu siswa dalam menemukan konsep

Isi dari LKS lebih terfokus pada sebuah fenomena yang bersifat sederhana, konkret dan berkaitan dengan konsep yang akan dipelajari oleh siswa. LKS memuat tentang apa yang akan dipelajari oleh siswa meliputi : mengalami, mengamati dan menganalisis. Merumuskan prosedur atau langkah-langkah yang harus dilakukan oleh siswa, meminta siswa untuk mengamati kejadian hasil dari kegiatan dan memberikan pertanyaan-pertanyaan analisis yang bersifat menemukan konsep siswa melalui mengaitkan suatu kejadian yang diamati dengan konsep yang akan dibangun oleh siswa.

- b. LKS dapat membantu siswa dalam menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan

Pada proses belajar di kelas, sebelum siswa berhasil dalam menemukan konsep siswa dilatih untuk menerapkan konsep yang telah dipelajari tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

- c. LKS berfungsi sebagai penuntun belajar

Pada LKS terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan oleh siswa dalam menggunakan LKS pada sebuah kegiatan belajar. Kemudian, didalam LKS juga terdapat latihan soal yang dapat digunakan untuk melatih pemahaman konsep siswa. Sehingga fungsi utama dari LKS yaitu untuk membantu siswa dalam memahami materi pelajaran yang ada di dalam buku.

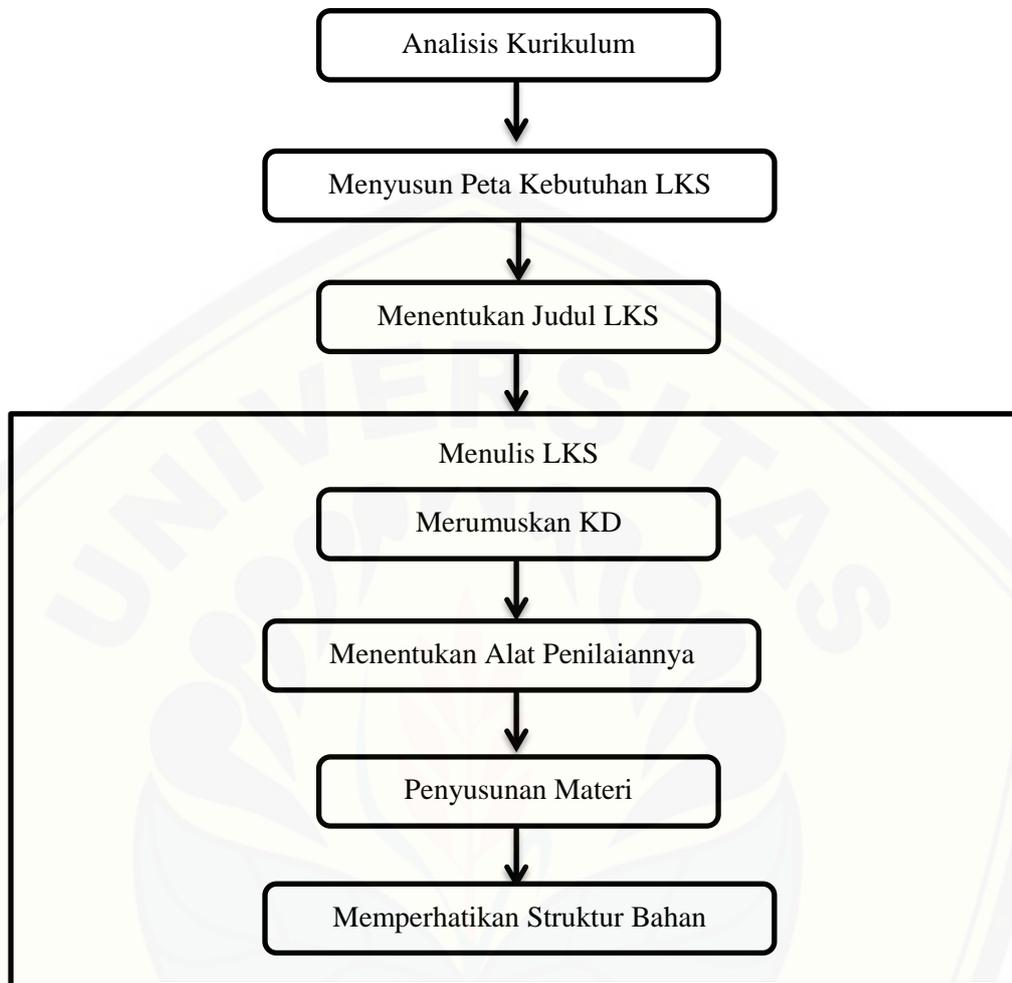
- d. LKS berfungsi sebagai penguatan

Fungsi LKS sebagai penguatan yaitu setelah siswa diberikan suatu materi tentang topik tertentu, LKS ini dapat digunakan sebagai penguat dari materi yang telah disampaikan. Misalkan tentang studi kasus dalam penerapan materi. Selain itu, LKS ini disusun lebih mengarah dalam proses pendalaman dan penerapan materi pembelajaran.

- e. LKS berfungsi sebagai petunjuk praktikum

Fungsi LKS sebagai petunjuk praktikum yaitu di dalam LKS ini terdapat beberapa praktikum tentang materi yang dipelajari. Tujuan dari diberikannya petunjuk praktikum untuk memudahkan siswa dalam membuktikan dari suatu fenomena terhadap materi yang dipelajari dan dapat menumbuhkan pemahaman konsep siswa.

2.2.4 Langkah-langkah menyusun LKS



Gambar 2.1 Diagram alir langkah-langkah penyusunan LKS

Menurut Depdiknas (2008), langkah-langkah menyiapkan Lembar Kerja Siswa (LKS) sebagai berikut:

a. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum digunakan untuk menentukan materi yang membutuhkan bahan ajar berupa LKS. Dalam menentukan materi yang membutuhkan LKS dengan cara melihat pokok bahasan dan pengalaman kegiatan pembelajaran dari materi yang akan diajarkan. Kemudian melihat kompetensi yang dimiliki oleh siswa.

b. Menyusun peta kebutuhan LKS

Peta kebutuhan LKS merupakan hal yang sangat diperlukan yang berguna untuk mengetahui jumlah LKS yang harus ditulis dan urutan LKS yang dapat ditulis. Urutan LKS ini sangat diperlukan dalam prioritas penulisan LKS. Diawali dari analisis kurikulum dan analisis sumber belajar.

c. Menentukan judul LKS

Judul LKS ditentukan berdasarkan kompetensi dasar, materi pokok dan pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum. Dalam satu kompetensi dasar dapat digunakan sebagai judul LKS apabila kompetensi itu tidak terlalu besar.

d. Penulisan LKS

Langkah-langkah penulisan LKS sebagai berikut:

1. Perumusan kompetensi dasar yang harus dikuasai
2. Petunjuk belajar atau petunjuk siswa
3. Kompetensi yang akan dicapai
4. Informasi pendukung
5. Tugas-tugas dan langkah-langkah kerja
6. Penilaian.

2.3 Pendekatan *Scientific Approach*

Pembelajaran saintifik diyakini sebagai titik perubahan untuk pengembangan dan perkembangan sikap serta mengetahui keterampilan dan berganti Pendekatan ilmiah (*scientific approach*) meliputi mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyajikan, menyimpulkan dan mencipta untuk semua jenis mata pelajaran (Kemendikbud, 2013). Menurut Daryanto (2014:51), *scientific approach* merupakan proses pembelajaran yang dirancang agar peserta didik mampu secara aktif untuk memahami konsep, prinsip melalui tahapan mengamati, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengkomunikasi konsep ditemukan dalam kegiatan pembelajaran.

Menurut Fadlillah (2014:176), langkah-langkah pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik sebagai berikut:

Tabel 2.1 Langkah-langkah pembelajaran pendekatan saintifik

Kegiatan	Aktivitas Pembelajaran
Mengamati (<i>observing</i>)	a. Melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak (tanpa dan dengan alat).
Menanya (<i>questing</i>)	b. Mengajukan pertanyaan dari yang faktual sampai ke yang bersifat hipotesis. c. Diawali dengan bimbingan guru sampai dengan mandiri (menjadi suatu kebiasaan).
Mencoba (<i>experimenting</i>)	d. Menentukan data yang diperlukan dari pertanyaan yang diajukan. e. Menentukan sumber data (benda, dokumen, buku, eksperimen). f. Mengumpulkan data.
Menalar (<i>associating</i>)	g. Menganalisis data dalam bentuk membuat kategori, menentukan hubungan data/kategori. h. Menyimpulkan dari hasil analisis data.
Mengkomunikasikan (<i>communicating</i>)	i. Menyampaikan hasil kontekstualisasi. j. Dalam bentuk lisan, tulisan, diagram, bagan, gambar, atau media lainnya.

Menurut Daryanto (2014: 53), pembelajaran dengan *scientific approach* memiliki karakteristik sebagai berikut:

- a. Berpusat pada siswa.
- b. Melibatkan keterampilan proses sains dalam mengkontruksi konsep, hukum atau prinsip.
- c. Melibatkan proses-proses kognitif yang potensial dalam merangsang perkembangan intelek, khususnya keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.
- d. Dapat mengembangkan karakter siswa.

2.4 Kemampuan Berpikir Kritis

Kata “berpikir” dapat didefinisikan sebagai suatu pengalaman memproses suatu permasalahan untuk menentukan dan mendapatkan suatu ide baru sebagai jawaban dari suatu permasalahan yang baru. Sedangkan secara etimologis, kata “kritis” berasal dari bahasa Yunani yaitu “*kritikos*” yang memiliki arti mencerna penilaian dan “*kriterion*” yang berarti standar. Menurut Rizki dan Supardi

(2017:8), berpikir merupakan suatu kegiatan penggabungan antara unsur-unsur dan tanggapan yang ada dalam pikiran sehingga menghasilkan suatu pengetahuan. Dari pernyataan diatas pengertian berpikir merupakan suatu kegiatan tentang memproses suatu permasalahan antara penggabungan suatu unsur dan tanggapan untuk menghasilkan suatu ide yang baru dan pengetahuan baru.

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu modal yang harus dimiliki oleh siswa sebagai modal untuk menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemampuan seseorang dapat dikatakan berhasil ditentukan oleh kemampuan berpikirnya, terutama dalam memecahkan masalah yang dihadapinya (Ibrahim,2007). Selain itu, kemampuan berpikir kritis juga digunakan sebagai sarana untuk mencapai tujuan pendidikan yaitu agar siswa mampu memecahkan masalah taraf tingkat tinggi (Nasution, 2008:173).

Menurut Wahyuni (2015), berpikir kritis merupakan kegiatan menganalisis suatu gagasan atau ide secara spesifik, membedakan sesuai dengan ketentuannya dan memilih mengidentifikasi. Berpikir kritis sangat berguna untuk meningkatkan kemampuan memahami, mengkonstruksi dan mengambil keputusan serta membebaskan seorang dari prasangka. Pendapat ini menegaskan bahwa pentingnya kemampuan berpikir kritis pada diri seseorang dengan kehidupan dimasa yang akan datang (Suprijono, 2016:38). Proses ini dilihat dari hasil pengamatan, pengalaman, akal sehat atau komunikasi. Orang yang mempunyai kemampuan berpikir kritis akan mengevaluasi dan kemudian menyimpulkan sesuatu berdasarkan fakta yang ada untuk membuat suatu keputusan.

Menurut Facione (2013), berpikir kritis terdiri atas enam keterampilan dan disetiap keterampilan tersebut terdapat sub keterampilan. Enam keterampilan dan sub keterampilan dapat dijabarkan sebagai berikut.

a. Interpretasi, adalah suatu kemampuan untuk mengekspresikan dan memahami makna dari pengalaman yang diperoleh, situasi, peristiwa, data, konvensi, penilaian, aturan, keyakinan dan prosedur.

Sub keterampilan, yaitu kategorisasi dan klasifikasi makna.

b. Analisis, yaitu suatu kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan inferensial antara pertanyaan-pernyataan, deskripsi, konsep atau bentuklain dari

representasi yang bertujuan untuk meyakinkan, penilaian, informasi, pengalaman, alasan atau opini.

Sub keterampilan : memeriksa ide-ide, mendeteksi argumen dan menganalisis penalaran.

- c. Evaluasi, adalah kemampuan untuk menilai representasi tentang persepsi orang, situasi, pengalaman, penilaian, keyakinan, pendapat untuk menilai suatu hubungan inferensial antara pernyataan representasi.

Sub keterampilan : menilai kualitas argumentasi menggunakan penalaran induktif dan deduktif.

- d. Inferensi, adalah suatu kemampuan untuk mengidentifikasi dan menentukan elemen yang diperlukan untuk menarik suatu kesimpulan yang logis, membentuk hipotesis, mempertimbangkan informasi yang relevan atau yang terpercaya dan menentukan konsekuensi dari bukti, laporan data, prinsip dan penilaian.

Sub keterampilan meliputi menanyakan bukti, menarik kesimpulan, menggunakan penalaran induktif dan deduktif.

- e. Eksplanasi, adalah suatu kemampuan untuk menjelaskan dengan cara meyakinkan tentang hasil dari penalaran. Disini seseorang harus melihat secara penuh tentang gambaran apa yang akan dijelaskan melalui penalaran yang dipaparkan berdasarkan bukti konseptual, pertimbangan metodologis, kriteria, kontekstual dan untuk menyajikan penalaran dalam bentuk argumentasi.

Sub keterampilan: menyatakan hasil, menilai prosedur, dan menjelaskan argumen.

- f. *Self-regulation*, adalah kemampuan dalam kesadaran diri untuk melihat sikap kognitif seseorang, menerapkan sesuatu yang dianalisis dan mengevaluasi untuk menilai kesimpulan dengan tujuan untuk mempertanyakan, memvalidasi dan mengkonfirmasi penalaran.

Sub keterampilan : memantau dan menilai diri sendiri.

Aspek yang digunakan untuk melatih kemampuan berpikir kritis dalam penelitian pengembangan LKS ini yang dikemukakan oleh Facione (2013) yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi dan *Self-Regulations*. Namun, pada penelitian ini, untuk *Self-Regulations* tidak dilatihkan dalam kemampuan berpikir kritis. Hal ini dikarenakan *Self-Regulations* sulit untuk dimunculkan dalam LKS sehingga pada penelitian ini menggunakan 5 indikator kemampuan berpikir kritis.

Tabel 2.2 Indikator dan keterangan indikator kemampuan berpikir kritis

No	Indikator kemampuan berpikir kritis	Sub skill
1	Interpretasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Dapat menggambarkan permasalahan yang diberikan dalam bentuk geometri (jika diperlukan). b. Dapat menuliskan makna atau arti permasalahan dengan jelas dan tepat. c. Dapat menuliskan apa yang ditanyakan soal dengan jelas dan tepat.
2	Analisis	<ul style="list-style-type: none"> a. Dapat menuliskan hubungan konsep-konsep yang digunakan dalam menyelesaikan soal. b. Dapat menuliskan apa yang harus dilakukan dalam menyelesaikan soal.
3	Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Dapat menuliskan penyelesaian soal.
4	Inferensi	<ul style="list-style-type: none"> a. Dapat menarik kesimpulan dari apa yang ditanyakan secara logis. b. Dapat menduga alternatif lain.
5	Eksplanasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Dapat menuliskan hasil akhir. b. Dapat memberikan alasan tentang kesimpulan yang diambil.

(Fithriyah,2016:583)

2.5 Virtual Laboratory

2.5.1 Pengertian *Virtual Laboratory*

Laboratorium virtual atau *Virtual Laboratory* adalah sebuah aplikasi pada komputer berupa simulasi sains yang digunakan untuk membantu proses pembelajaran dalam rangka untuk meningkatkan pemahaman materi yang diterima siswa dan cocok digunakan untuk ketidaksiapan laboratorium nyata (Hikmah,2017:118). *Virtual Laboratory* merupakan percobaan laboratorium yang digambarkan sebagai virtual ketika eksperimen dikendalikan bukan langsung menggunakan peralatan laboratorium (Sutrisno, 2012). Menurut Sony dan Katkar

(2014), *Virtual Laboratory* merupakan aktivitas berbasis komputer dimana siswa mengamati objek, data atau fenomena yang dihasilkan dari sistem untuk berlangsungnya proses pembelajaran laboratorium (laboratorium komputer). Dari uraian diatas, *Virtual Laboratory* merupakan percobaan laboratorium yang menggunakan aplikasi komputer yang dapat dijadikan sebagai sarana pembelajaran untuk mengamati objek, pengambilan data melalui simulasi yang disediakan.

2.5.2 Fungsi dan kegunaan *Virtual Laboratory*

Fungsi dan kegunaan *Virtual Laboratory* yaitu siswa dapat leluasa menggali dan menambah pengetahuan melalui penggantian berbagai parameter berupa alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum secara virtual. Menurut Rahayu *et al.* (2014), *Virtual Laboratory* dapat digunakan untuk mendukung proses praktikum secara konvensional, memberikan visualisasi praktikum yang sedang dilakukan dan mengatasi kendala-kendala yang menjadikan kegiatan praktikum sulit dilaksanakan secara langsung karena keterbatasan alat dan bahan di laboratorium, sehingga diperlukan laboratorium virtual untuk menggantikan laboratorium nyata.

2.5.3 Kelebihan *Virtual Laboratory*

Penggunaan *Virtual Laboratory* dalam proses pembelajaran di sekolah sudah tidak asing lagi. Faktor penyebabnya yaitu pada proses pembelajaran tidak memungkinkan untuk dilakukannya percobaan langsung karena alasan-alasan tertentu. Solusi yang dapat dilakukan dengan menggunakan *Virtual Laboratory* untuk membantu pemahaman dan penguasaan konsep siswa sehingga siswa dapat berfikir kritis. *Virtual Laboratory* digunakan karena memiliki keunggulan. Menurut Maryani (2013) mengemukakan keunggulan dalam menggunakan *Virtual Laboratory* sebagai berikut.

- a. Keselamatan, dengan pembelajaran menggunakan laboratorium virtual keselamatan siswa terjamin karena tidak bereksperimen secara langsung.
- b. Dapat memperluas pengalaman siswa, karena memberikan kesempatan untuk menjelajah tempat di dunia yang tidak mungkin di dunia nyata.

- c. Kesempatan untuk menyelidiki, memberikan kesempatan siswa untuk bereksperimen dengan simulasi pada lingkungan sekitar.
- d. Kegiatan praktikum virtual, membantu siswa menemukan konsep fisika, meningkatkan motivasi belajar siswa, melatih keterampilan proses, dan memupuk sikap ilmiah sehingga siswa dapat mengembangkan kemampuannya secara optimal.

2.5.4 Kekurangan *Virtual Laboratory*

Pada uraian diatas dijelaskan kelebihan dari *Virtual Laboratory*, selain ada kelebihan terdapat kelemahan menggunakan *Virtual Laboratory* diantaranya sebagai berikut.

- a. Kurangnya pengalaman untuk menyelesaikan masalah.
- b. Kurangnya pengalaman untuk merangkai alat peralatan laboratorium nyata.
- c. *Virtual laboratory* tidak dapat digunakan untuk melatih ketelitian mencatat dan tidak dapat mengembangkan kejujuran dan tanggung jawab selama melakukan percobaan.
- d. Siswa merasa dengan menggunakan laboratorium virtual kurang terjadi kebersamaan atau kerjasama dalam kelompok.

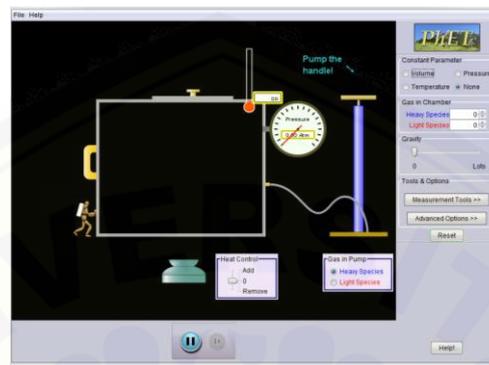
2.5.5 Media *PhET Simulations*

PhET atau Physics Education Technology merupakan sebuah aplikasi yang berisi berbagai aplikasi yang berguna pada proses pembelajaran yang dikembangkan oleh Universitas Colorado. Simulasi PhET ini menggunakan sistem animasi bersifat interaktif dan dibuat layaknya permainan dimana siswa dapat belajar dengan bereksplorasi. Simulasi ini dibuat dengan model-model konseptual fisis agar mudah dipahami oleh siswa dan berhubungan dengan fenomena dalam kehidupan nyata dan ilmu yang mendasarinya (Perkins *et al.*, 2006:16).

Menurut Muzana (2017:412), simulasi PhET dikembangkan untuk membantu siswa mencapai tiga tujuan pembelajaran, yaitu:

- a. Untuk menghubungkan pengetahuan prosedural dalam bentuk formula fisika dan kenyataan aslinya,

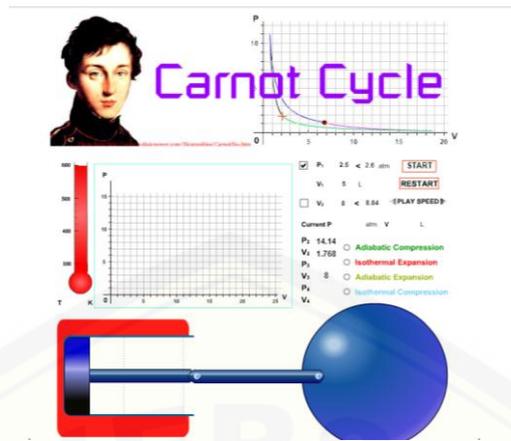
- b. Untuk membantu siswa mengembangkan pengetahuan prosedural dan keterampilan,
- c. Untuk membantu siswa memahami penerapan pengetahuan mereka dalam dunia nyata.



Gambar 2.2 Aplikasi PhET Simulations

2.5.6 Media *Physics Flashlets*

Physics Flashlets merupakan sebuah aplikasi yang berisi berbagai aplikasi yang berguna pada proses pembelajaran yang dikembangkan oleh *Universitas of Virginia*. Simulasi *Physics Flashlets* menggunakan sistem animasi bersifat Flash dan dibuat layaknya permainan dimana siswa dapat belajar dengan bereksplorasi agar lebih mudah membuat belajar fisika. Simulasi yang digunakan pada aplikasi *Physics Flashlets* adalah simulasi *Carnot cycle*. Menurut Shang *et al.*(2015), *Carnot cycle* merupakan aplikasi yang digunakan untuk percobaan yang berhubungan dengan hukum kedua termodinamika. *Carnot cycle* digunakan untuk mensimulasikan yang berhubungan dengan gas didalam silinder atau piston yang dapat dipindah-pindahkan (Martinez,2016).

Gambar 2.3 Aplikasi *Carnot Cycle*

2.6 Termodinamika

Termodinamika merupakan cabang fisika yang mempelajari tentang perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain, terutama perubahan dari energi panas ke dalam bentuk energi lain (Surya, 1996: 311). Sistem adalah benda atau keadaan yang menjadi fokus perhatian, sedangkan Lingkungan merupakan benda atau keadaan diluar sistem. Sistem terdiri dari 3, yaitu:

- Sistem terbuka: suatu sistem dimana materi, panas dan kerja (usaha) dari luar dapat masuk dalam sistem.
- Sistem tertutup: suatu sistem dimana panas dan kerja (usaha) dari luar dapat masuk dalam sistem tetapi materi tidak dapat masuk.
- Sistem terisolasi: suatu sistem dimana panas, kerja (usaha), dan materi tidak dapat menembus kedalam sistem.

Termodinamika adalah proses mempelajari dimana energi dipindah sebagai kalor dan kerja, untuk membedakan kalor didefinisikan sebagai perpindahan energi akibat perbedaan temperatur, sedangkan kerja adalah perpindahan energi yang tidak diakibatkan perbedaan temperatur. Termodinamika sering mengacu pada sistem tertentu. Berikut ini hukum Termodinamika:

2.5.1 Hukum ke-1 Termodinamika

Energi internal sistem adalah jumlah total semua energi molekul sistem. Energi internal sistem akan bertambah jika kerja dilakukan pada sistem, atau jika kalor ditambahkan ke sistem. Energi internal sistem akan berkurang jika kalor

dilepaskan dari sistem atau jika kerja dilakukan oleh sistem pada sesuatu yang lain. Jadi perubahan energi internal dari sistem tertutup, ΔU akan sama dengan kalor yang ditambahkan ke sistem dikurangi kerja yang dilakukan oleh sistem, sehingga dapat dituliskan persamaan sebagai berikut:

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

Dengan ΔU adalah perubahan energi dalam sistem, Q adalah kalor yang ditambahkan ke sistem dan W adalah kerja yang dilakukan oleh sistem. Jika $W > 0$ (W bernilai positif) maka kerja dilakukan oleh sistem, sedangkan jika $W < 0$ (W bernilai negatif) maka kerja dilakukan pada sistem (Moran dan Shapiro, 2004:19). Karena W adalah kerja dilakukan pada sistem, kemudian jika W negatif dan ΔU akan bertambah. Dengan cara yang sama Q positif untuk kalor yang ditambahkan pada sistem, maka jika kalor keluar dari sistem Q , negatif. Persamaan diatas dikenal sebagai Hukum pertama termodinamika. Karena Q dan W menyatakan energi yang ditransfer ke dalam atau keluar sistem, energi internal (dalam) juga ikut berubah. Hukum pertama termodinamika merupakan pernyataan dari hukum kekekalan energi. Perlu diperhatikan bahwa hukum kekekalan energi tidak dirumuskan sampai abad ke-19, yang tergantung pada interpretasi kalor sebagai transfer energi. Persamaan Hukum pertama termodinamika digunakan untuk sistem tertutup. Bisa juga digunakan pada sistem terbuka jika mengambil kedalam perhitungan perubahan energi internal yang disebabkan peningkatan atau penurunan jumlah materi. Sistem terisolasi, $W = Q = 0$ dan dengan demikian $\Delta U = 0$ (Giancoli, 2001:519). Beberapa kasus khusus pada Hukum pertama termodinamika adalah sebagai berikut:

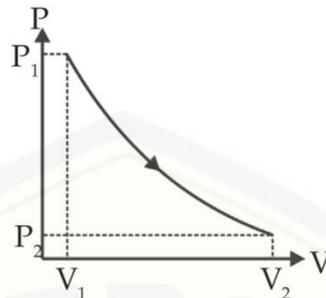
a. Proses isothermal

Proses isothermal adalah proses yang dialami gas pada suhu tetap. Usaha yang dilakukan gas pada proses ini tidak dapat dihitung dengan persamaan $W = p\Delta V$. Hal ini dikarenakan tekanannya tidak konstan. Namun dapat diselesaikan dengan melakukan pengintegralan sebagai berikut

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P dV \quad (2.2)$$

Karena $P = \frac{nRT}{V}$, maka :

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \quad (2.3)$$



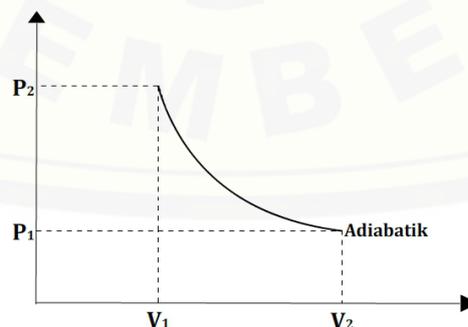
Gambar 2.4 Grafik (P-V) proses isotermal

b. Proses Adiabatik

Proses adiabatik adalah salah satu proses yang terjadi sangat cepat atau terjadi dalam suatu sistem yang terisolasi dengan baik sehingga tidak ada transfer energi panas yang terjadi antara sistem dan lingkungannya. Dengan mengasumsikan $Q = 0$. Pada Hukum pertama termodinamika maka akan menghasilkan

$$\Delta U = -W \quad (2.4)$$

Hal ini menjelaskan kepada kita bahwa jika usaha dilakukan oleh sistem (jika W adalah positif). Maka energi internal sistem akan menurun sebanding dengan jumlah usaha. Sebaliknya jika usaha dilakukan pada sistem (jika W adalah negatif), maka energi internal sistem akan meningkat sebanding dengan jumlah tersebut. Lihat pada gambar 2.5



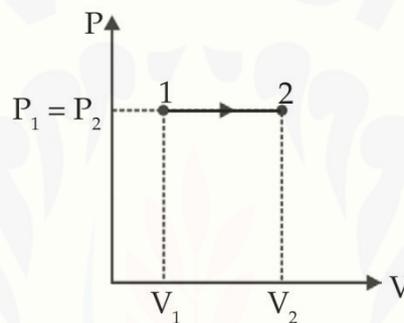
Gambar 2.5 Grafik (P-V) proses adiabatik

c. Proses isobarik

Proses yang berlangsung pada tekanan tetap dinamakan proses isobarik. Jika volume gas bertambah, berarti gas melakukan usaha atau usaha gas positif (proses ekspansi). Jika volume gas berkurang, berarti pada gas dilakukan usaha atau usaha negatif (proses kompresi). Usaha yang dilakukan oleh gas pada proses isobarik besarnya sebagai berikut

$$W = p\Delta V = P (V_2 - V_1) \quad (2.5)$$

Usaha yang dilakukan gas terhadap lingkungannya atau kebalikannya sama dengan luas daerah bawah grafik tekanan terhadap volume (grafik p-V)



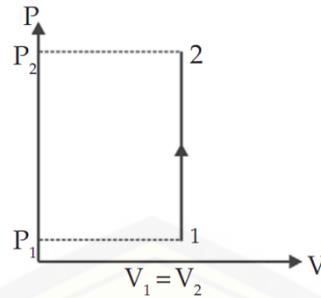
Gambar 2.6 Grafik (P-V) proses isobarik

d. Proses Isokhorik

Jika volume sistem (seperti gas) dipertahankan konstan, sistem tidak dapat melakukan usaha dan jika nilai $W = 0$ dalam Hukum pertama termodinamika maka akan menghasilkan :

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

Jadi jika panas diserap oleh sistem (jika Q adalah positif), maka energi internal sistem akan meningkat. Sebaliknya, jika usaha panas hilang selama proses (jika Q adalah negatif), maka energi internal sistem akan menurun.



Gambar 2.7 Grafik (P-V) proses isokhorik

2.5.2 Hukum ke-2 Termodinamika

Hukum pertama Termodinamika menguraikan bahwa energi bersifat tetap. Namun ada banya proses yang dapat dibayangkan yang menghemat energi tetapi tidak teramati terjadi di alam. Contoh bila obyek panas yang bersinggungan dengan obyek dingin, kalor mengalir dari yang lebih panas ke yang lebih dingin, tidak pernah secara spontan kembali. Ada banyak contoh yang lain proses yang terjadi di alam tetapi proses sebaliknya tidak terjadi. Misalnya, jika meletakkan lapisan garam dalam jerigen dan menutupnya dengan lapisan butiran lada yang sama lebar, ketika di kocok maka langsung memperoleh campuran, tidak peduli berapa lama mengocoknya, campuran tidak mungkin terpisah lagi menjadi dua lapisan.

Hukum pertama Termodinamika tentang kekekalan energi, tidak akan dilanggar jika setiap proses ini terjadi sebaliknya. Hukum Termodinamika kedua ini merupakan pernyataan tentang proses mana yang terjadi di alam dan mana yang tak terjadi. Satu pernyataan yang ditemukan R.J.E. Clausius (1822-1888), adalah bahwa “Kalor mengalir secara alamiah dari obyek panas ke obyek dingin, kalor tidak akan mengalir secara spontan dari obyek dingin ke obyek panas” (Giancoli, 2001:526). Pernyataan Clausius bisa diartikan bahwa adalah tidak mungkin untuk membuat suatu siklus pendinginan yang beroperasi tanpa adanya masukan berupa kerja. Sebagai contoh, pendinginan di dalam rumah ditangani oleh mesin pendingin yang digerakkan oleh motor listrik yang membutuhkan kerja dari sekelilingnya untuk dapat beroperasi (Moran & Shapiro, 2004:229).

2.5.3 Mesin Carnot

Untuk melihat bagaimana meningkatkan efisiensi, ilmuwan Perancis Sadi Carnot (1796-1832), telah menguji karakteristik mesin ideal (mesin Carnot). Setiap proses penambahan dan pembuangan kalor dari ekspansi dan kompresi gas, ditentukan untuk dilakukan sebaliknya. Setiap proses (selam gas terhadap piston) yang dilakukan secara perlahan-lahan bahwa proses dapat ditentukan seri keadaan setimbang, dan seluruh proses dapat dilakukan sebaliknya dengan tanpa mengubah besar kerja yang dilakukan atau perubahan panas. Di lain pihak, proses nyata akan terjadi secara lebih cepat dan akan ada turbolensi dalam gas, gesekan, dan seterusnya. Karena faktor, proses real tidak dapat dilakukan kebalikannya secara tepat, turbolensi akan berbeda dan kalor yang hilang pada gesekan tidak akan dikebalikan sendiri maka proses sesungguhnya tidak reversibel.

Proses-proses isothermal dari mesin Carnot, dimana kalor Q_H dan Q_L dipindahkan, diasumsikan dilakukan pada temperatur konstan T_H dan T_L . Jadi sistem diasumsikan bersentuhan langsung dengan penampungan-penampungan kalor ideal yang sedemikian besar sehingga temperatur tidak berubah secara signifikan ketika Q_H dan Q_L dipindahkan. Carnot memperlihatkan bahwa untuk mesin reversibel yang ideal, kalor Q_H dan Q_L sebanding dengan suhu operasi T_H dan T_L (dalam Kelvin) maka efisiensi dapat ditulis sebagai berikut:

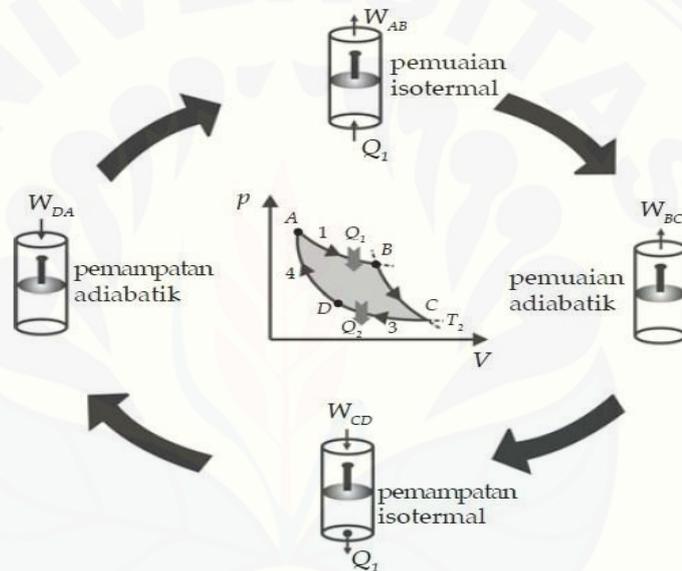
$$e_{\text{ideal}} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = \frac{T_H - T_L}{T_H} = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad [\text{Efisiensi Carnot}] \quad (2.7)$$

(Giancoli, 2014:522)

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

- a. $a \rightarrow b$ terjadi pemuain (Ekspansi) Isothermal, gas dalam kotak dengan reservoir tinggi (T_1) gas menyerap kalor (Q_1) dari reservoir dan melakukan usaha W_{ab} untuk menggerakkan piston.

- b. $b \rightarrow c$ terjadi pemuaian (Ekspansi) Adiabatik, tidak ada kalor yang diserap maupun keluar dari sistem. Selama proses temperatur gas turun dari T_1 ke T_2 (temperatur rendah) dan melakukan usaha W_{ab} .
- c. $c \rightarrow d$ terjadi penyusutan (Kompresi) Isotermal, pada temperatur rendah (T_2) konstan, gas dalam kotak dengan reservoir temperatur rendah melepaskan kalor (Q_2) dan mendapat usaha dari luar W_{cd} .
- d. $d \rightarrow a$ terjadi penyusutan (Kompresi) Adiabatik, tidak ada kalor yang diserap maupun keluar dari sistem. Selama proses temperatur naik dari T_2 ke T_1 dan mendapat usaha W_{da} .



Gambar 2.8 Siklus Carnot

Menurut Kelvin-Planck untuk Hukum kedua Termodinamika menyatakan bahwa “Tidak ada alat yang mungkin yang efek satu-satunya untuk mengubah sejumlah kalor yang diberikan secara sempurna kedalam kerja“. Maksudnya tidak ada (efisiensi 100%) mesin kalor yang benar-benar sempurna. Contoh, jika mesin kapal tidak membutuhkan reservoir (pemanpungan air) bersuhu rendah untuk menghabiskan kalor yang masuk, kapal dapat berlayar menyebrangi lautan menggunakan sumber energi internal air laut yang sangat banyak (Giancoli, 2001:531).

2.7 Lembar Validitas LKS

Suatu alat atau bahan ajar dapat dikatakan valid apabila alat tersebut mampu mengukur apa yang hendak diukur. Menurut Akbar (2013:37-38) menyatakan bahwa uji validasi dapat dilakukan oleh ahli, pengguna dan *audience*, sebagai berikut:

a. Validasi Ahli

Kerja Siswa (LKS) menggunakan instrumen validasi. Disini validator nantinya memberi masukan perbaikan bahan ajar yang dikembangkan.

b. Validasi pengguna

Disini yang bertindak sebagai pengguna adalah guru. LKS yang diuji coba dalam praktik pembelajaran di kelas berarti digunakan oleh penyusunnya atau guru. Dari pengujian tersebut pengguna dapat mengetahui dan merasakan tingkat keterterapan LKS jika digunakan di dalam kelas. Pengguna akan mengetahui kelebihan atau kekurangan dari berbagai sisi penilaiannya. Berdasarkan penilaian tersebut pengguna dapat memberi masukan perbaikan bahan ajar yang dikembangkan.

c. Validasi *Audience*

Audience disini adalah peserta didik yang belajar dengan perangkat LKS. Validasi *audience* ini untuk mengetahui keefektifan LKS mencapai tujuan pembelajaran, caranya dengan melakukan uji kompetensi. Uji kompetensi siswa dapat dilakukan baik melalui tes maupun non tes. Pilihan cara uji kompetensi sangat tergantung pada kompetensi apa yang akan diketahui/diuji. Dalam penelitian ini keefektifan LKS dilakukan dengan cara mengukur peningkatan hasil belajar siswa menggunakan *N-gain Score*. Namun, pada penelitian ini tidak dilakukan pengambilan data validasi audien karena pada sudah dilakukan pengambilan data untuk menghitung besarnya nilai *N-gain Score* untuk mengetahui keefektifan bahan ajar LKS.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Desain Penelitian

3.1.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan pendidikan. Penelitian pengembangan ini memiliki tujuan untuk menghasilkan inovasi produk bahan ajar berupa pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa di SMA. Tujuan dari penelitian pengembangan selain menghasilkan produk berupa Lembar Kerja Siswa (LKS) yaitu untuk menguji validitas, respon siswa dan melatih kemampuan berpikir kritis dari bahan ajar yang sedang dikembangkan.

3.1.2 Desain Penelitian

Desain penelitian pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah prosedur penelitian dan pengembangan menurut Nieveen (2006). Prosedur penelitian dan pengembangan menurut Nieveen (2006) memiliki langkah-langkah yang jelas, lengkap dan mudah dilakukan. Adapun tahapan dari penelitian dan pengembangan menurut Nieveen (2006) meliputi : (1) *Preliminary research*, (2) *Prototyping stage*, dan (3) *Assesment stage (summative evaluation)*. Desain penelitian yang digunakan pada tahapan *assesment stage* terhadap produk yang dikembangkan menggunakan *one group pretest-posttest design*. Rancangan penelitian *pretest-posttest* digunakan untuk mengetahui keefektifan LKS yang dikembangkan dan ditentukan melalui uji *gain score*.

3.2 Tempat dan Waktu Uji Pengembangan

Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu SMA Negeri di Jember, dengan subjek penelitian siswa kelas XI semester genap yang digunakan sebagai subjek pengembangan. Uji Lembar Kerja Siswa (LKS) digunakan pada kelas XI IPA 3 dengan jumlah siswa 35. Pertimbangan yang mendasari peneliti untuk melakukan penelitian di SMA Negeri 4 Jember yaitu sebagai berikut:

- a. Berdasarkan permasalahan siswa yang tertulis dalam latar belakang, dan
- b. Kesesuaian Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* sesuai berlakunya pembelajaran kurikulum 2013 yang menekankan siswa memiliki sikap ilmiah.

3.3 Definisi Operasional Variabel

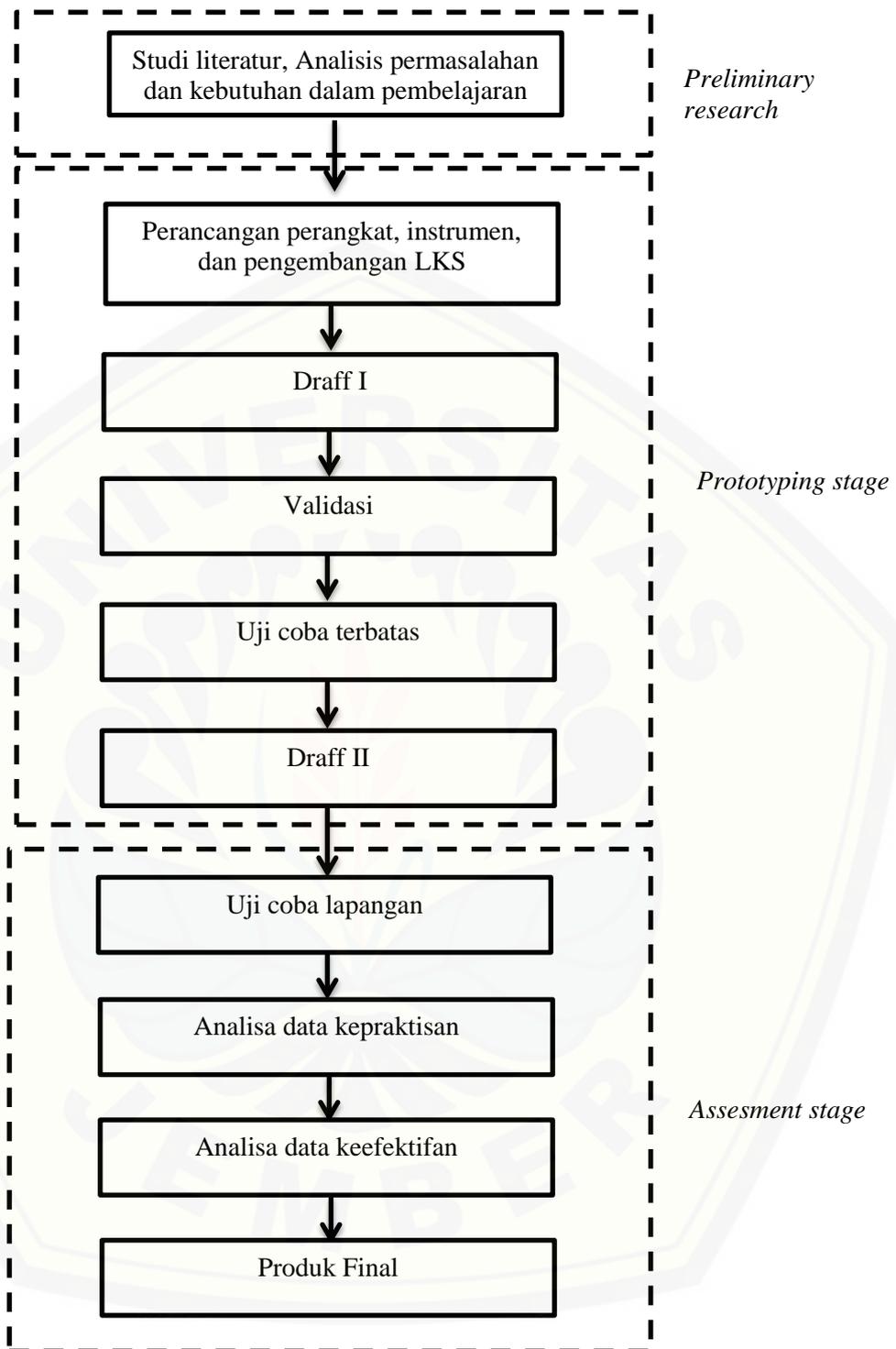
Definisi operasional adalah uraian terbatas yang menjabarkan tentang variabel – variabel yang diteliti atau diukur dan bagaimana cara pengukurannya. Adapun beberapa variabel yang didefinisikan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

- a. Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* yaitu sejenis LKS yang di dalamnya terdapat bantuan dari guru berupa pertanyaan membimbing siswa untuk menjawab pertanyaan berfikir kritis pada analisis data hasil eksperimen. Selain itu, *virtual laboratory* digunakan guru untuk membimbing siswa dalam melakukan eksperimen dan mengkomunikasikan hasil eksperimen secara lisan atau presentasi dan secara tertulis.
- b. Validitas Lembar Kerja Siswa (LKS) yaitu penilaian yang menunjukkan kelayakan isi dan konstruk suatu produk yang dikembangkan. Dalam penelitian ini, validitas Lembar Kerja Siswa (LKS) didasarkan menurut penilaian para ahli dan pengguna atau guru. Instrumen yang digunakan untuk mengetahui validitas Lembar Kerja Siswa (LKS) yaitu menggunakan lembar validasi.
- c. Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan siswa dalam menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, inferensi dan eksplanasi saat pelajaran. Untuk mengukur kemampuan berpikir kritis ini menggunakan hasil *pre-test* dan *post-test*.
- d. Respon siswa merupakan tanggapan, komentar, dan pendapat dari siswa terhadap komponen pembelajaran atau proses pembelajaran yang mencakup ketertarikan siswa, keterbaruan proses pembelajaran, minat yang dimiliki siswa dan keaktifan siswa dalam menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang dikembangkan.

3.4 Prosedur Pengembangan

Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* menggunakan prosedur pengembangan menurut Nieveen (2006) meliputi tiga tahapan, yaitu: 1) *preliminary research*, 2) *prototyping stage*, dan 3) *assesment stage (summative evaluation)*. Secara matematis tahapan-tahapan penelitian pengembangan menurut Nieveen digambarkan pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Alur Tahapan Pengembangan Model Nieveen (2006)

3.4.1 Tahapan Studi Pendahuluan

Tujuan dari dilakukannya studi pendahuluan adalah untuk mengetahui permasalahan - permasalahan yang terjadi dalam proses pelaksanaan kegiatan pembelajaran di sekolah, mengetahui bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran khususnya LKS, dan mengumpulkan informasi terkait tentang kebutuhan dalam pembelajaran Fisika di sekolah. Tahapan dari studi pendahuluan meliputi 3 langkah, antara lain sebagai berikut:

a. Analisis Permasalahan

Analisis permasalahan merupakan langkah awal untuk mengidentifikasi suatu masalah dasar dan mencari alternatif solusi untuk memecahkan suatu permasalahan. Fokus permasalahan peneliti yang akan digunakan sebagai bahan penelitian yaitu tentang bahan ajar Lembar Kerja Siswa (LKS). Instrumen yang digunakan untuk proses pengumpulan data yaitu menggunakan Lembar wawancara. Lembar wawancara ini digunakan untuk mengetahui karakteristik siswa, kualitas Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran, keefektifan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan, dan kendala atau permasalahan Lembar Kerja Siswa yang sering digunakan.

Kegiatan wawancara dilakukan oleh peneliti dan guru mata pelajaran Fisika di SMA Negeri 4 Jember. Wawancara yang dilakukan oleh peneliti dilaksanakan sebelum pembuatan bahan ajar atau produk yang akan dikembangkan. Wawancara yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wawancara bebas terpimpin. Dimana dalam wawancara tersebut guru mata pelajaran Fisika atau informan diberikan kebebasan dalam pengutarakan pendapatnya. Pendapat yang diutarakan oleh informan didasarkan pada pertanyaan pewawancara yaitu peneliti.

b. Studi Literatur dan Penelitian Terdahulu yang Terkait

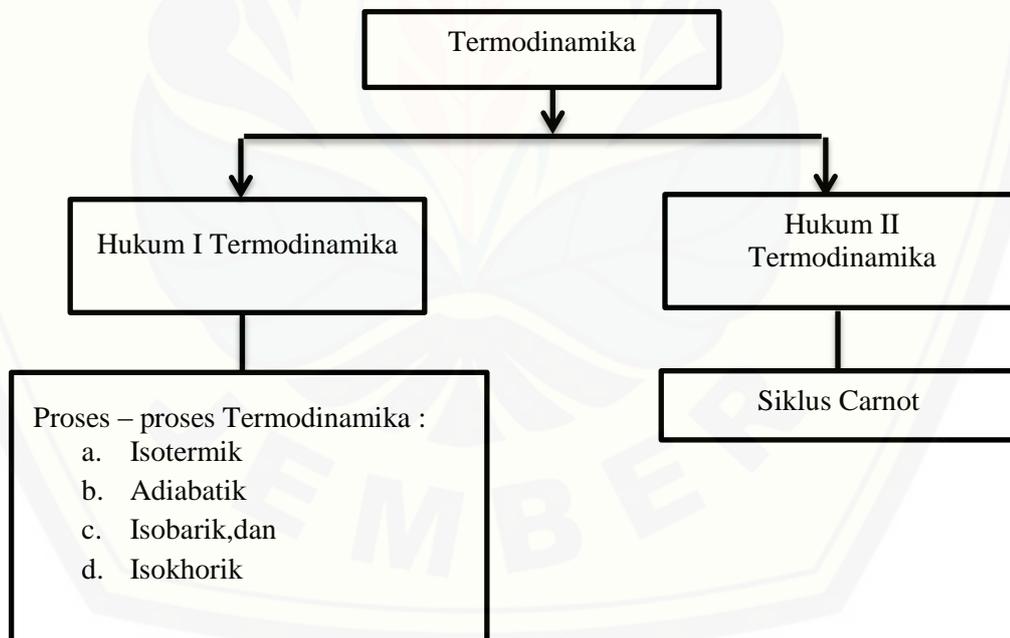
Pada langkah ini dilakukan pengumpulan kajian teori yang menjawab masalah. Selain itu dilakukan review terhadap hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain yang digunakan untuk melatarbelakangi penelitian yang akan dikembangkan. Kajian literatur yang dilakukan ialah kajian tentang bahan ajar Lembar Kerja Siswa (LKS). Pemilihan kajian tentang Lembar Kerja

Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

c. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan langkah atau tahapan yang harus diperhatikan untuk menentukan suatu kompetensi yang dipelajari oleh siswa untuk menentukan prestasi dan hasil belajar siswa. Pada tahap ini diperlukan analisis kurikulum untuk menentukan kompetensi yang sesuai dengan materi yang akan dibahas dan bahan ajar yang akan dikembangkan. Penelitian ini menggunakan materi termodinamika sesuai dengan ketentuan kurikulum 2013 SMA pada mata pelajaran Fisika.

Konsep yang digunakan dalam penelitian ini adalah tentang termodinamika, yang meliputi : Hukum I Termodinamika dan Hukum II Termodinamika. Berikut ini peta konsep materi termodinamika pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta Konsep Termodinamika

Perumusan tujuan pembelajaran ditujukan untuk mengkonversi tujuan dari kompetensi dasar yang sudah ditentukan menjadi tujuan pembelajaran khusus, yang dinyatakan dengan tindakan. Penyusunan tujuan pembelajaran atau indikator pencapaian hasil pembelajaran didasarkan pada kompetensi dasar (KD) yang akan

dicapai. Tujuan pembelajaran pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Tujuan pembelajaran pertemuan 1 dan 2

RPP Ke-	Indikator	Tujuan LKS
1	3.7.1 Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan.	1. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> , peserta didik mampu menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan.
	3.7.2 Menjelaskan proses – proses termodinamika (gas ideal)	2. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> , peserta didik mampu menjelaskan proses-proses termodinamika.
	3.7.3 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	3. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> , peserta didik mampu menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.
	3.7.4 Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume	4. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> , peserta didik mampu menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume. 5. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> , peserta didik mampu melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan proses-proses termodinamika.

Tabel 3.2 Tujuan pembelajaran pertemuan ke 3

RPP Ke-	Indikator	Tujuan Pembelajaran
2	3.7.5 Mengidentifikasi peristiwa-peristiwa Hukum Termodinamika ke-2	1. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i> , peserta didik mampu mengidentifikasi peristiwa-peristiwa Hukum Termodinamika ke-2
	3.7.6 Mendeskripsikan prinsip kerja mesin Carnot	2. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i> , peserta didik mampu mendeskripsikan prinsip kerja mesin Carnot.
	3.7.7 Menghitung efisiensi mesin Carnot	3. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i> , peserta didik mampu menghitung efisiensi mesin Carnot.
	4.7.2 Melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan mesin carnot.	4. Melalui LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i> , peserta didik mampu melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan mesin carnot.

3.4.2 Tahap Perancangan (*Prototyping Stage*)

a. Desain Produk

Setelah melaksanakan analisis permasalahan, kebutuhan dan kajian literatur langkah selanjutnya peneliti menyusun rancangan produk yang akan dikembangkan oleh peneliti. Pada tahapan ini didesain draf Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa beserta pendukung yaitu RPP, LKS dan instrumen kualitas produk.

Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Lembar Kerja Siswa (LKS) di desain dengan mencakup komponen-komponen LKS yang meliputi judul, kompetensi dasar yang akan dicapai, petunjuk penggunaan LKS, peta konsep, pendahuluan, rumusan masalah, hipotesis, rancangan percobaan, analisa data, dan pertanyaan. Penyusunan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* isi utamanya berupa percobaan dengan bantuan aplikasi virtual laboratorium yang dirancang sesuai dengan sub materi, selanjutnya siswa menganalisis data hasil percobaan dengan menjawab pertanyaan pada analisa data yang sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kritis.

Lembar Kerja Siswa (LKS) yang dikembangkan pada penelitian ini, menggunakan kertas berwarna dasar putih dengan kertas berukuran A4 (29,7 x 21 cm), menggunakan huruf berukuran 12 cm dengan spasi antar baris 1,5 dan khusus untuk judul bab menggunakan ukuran 18 cm dan untuk langkah *scientific approach* menggunakan ukuran 14 cm. Jenis huruf yang digunakan pada judul bab, langkah-langkah *scientific approach* menggunakan Broadway dan untuk isi dari LKS menggunakan Times New Roman. Selain penyusunan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* berdasarkan komponennya, perangkat pendukung yaitu RPP dan instrumen penilaian kualitas produk juga disajikan dalam tahap ini.

Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* ini berfungsi untuk menuntun siswa dalam aktivitas konstruksi pengetahuan baru dalam setiap pertemuan secara individu maupun kelompok sehingga tercapai kemampuan berpikir kritis siswa. Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* ini berisi kegiatan dan soal-soal latihan mandiri siswa untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Untuk menilai kualitas produk yang akan dikembangkan diperlukan instrumen kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. Instrumen kevalidan tersebut meliputi validasi ahli dan validasi pengguna.

Pada tahap desain produk akan dihasilkan draf I yang meliputi produk yang dikembangkan yaitu Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa, draf I perangkat pendukung yaitu Silabus, RPP dan kualitas produk yaitu lembar validasi dan lembar tes kemampuan berpikir kritis.

b. Evaluasi dan revisi

Evaluasi bertujuan untuk menguji kevalidan berdasarkan penilaian ahli. Draft I yang dihasilkan pada tahap desain produk dinilai kevalidannya oleh ahli. Instrumen penilaian pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* dimintakan masukan perbaikan, pendapat, dan penilaian pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* oleh ahli. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan saran dan perbaikan terhadap instrumen penilaian yang akan dipakai oleh penelitian ini.

Setelah dilakukan validasi oleh ahli selanjutnya dilakukan analisis dari hasil validasi. Apabila hasil data analisis kevalidan draf I adalah valid, maka produk dapat digunakan dalam uji coba. Apabila valid dan layak dengan sedikit revisi, maka dilakukan revisi seperti apa yang disarankan oleh ahli sehingga produk yang direvisi dapat digunakan dalam uji coba. Jika hasil analisis menunjukkan tidak valid dan tidak layak, maka dilakukan revisi besar. Hasil revisi besar tersebut harus divalidasi kembali oleh ahli dan pengguna hingga

didapat produk revisi yang valid dan layak. Hasil evaluasi kevalidan ini disebut Draft II. Proses evaluasi dan revisi dilakukan oleh:

1) Subjek Validator

- a. Validasi ahli, pada tahapan validasi LKS dilakukan oleh dosen pendidikan fisika Universitas Jember yang ahli dalam bidang materi, desain dan bahasa.
- b. Validasi pengguna, pada tahapan validasi LKS ini dilakukan oleh 1 validator yakni guru mata pelajaran fisika pada sekolah yang menjadi subjek penelitian.

2) Instrumen Pengumpulan Data

Kualitas produk dikatakan valid yaitu dengan melihat dari keterkaitannya, serta mempertimbangkan tujuan dari pengembangan produk tersebut (Nieveen,1999). Kriteria kevalidan mencakup validitas isi yaitu kesesuaian komponen - komponen yang melandasi pembuatan produk, dan validitas konstruk yaitu keterkaitan seluruh komponen dalam pengembangan produk. Validasi dilakukan oleh pakar atau ahli di bidangnya. Pengembangan LKS ini divalidasi oleh dua dosen FKIP Fisika Universitas Jember

Instrumen validitas produk merupakan instrumen yang digunakan validator untuk menilai kualitas kevalidan produk yang dikembangkan. Lembar penilaian validator terdiri atas:

(a) Validasi Ahli

Instrumen validasi yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah lembar validasi LKS. Lembar ini digunakan untuk memberikan masukan, kritik dan saran terhadap kualitas LKS yang dikembangkan. Terdapat empat komponen yang dinilai oleh validator pada validasi LKS, yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kegrafikan, kelayakan bahasa dan gambar.

Pada komponen kelayakan isi, aspek yang dimunculkan dalam lembar validasi LKS terdiri dari 16 indikator. Pada komponen kelayakan penyajian yang dimunculkan dalam validasi LKS ada 6 indikator. Pada komponen kegrafikan yang dimunculkan dalam validasi LKS ada 4 indikator. Komponen bahasa dan gambar yang dimunculkan dalam validasi LKS ada 3 indikator. Skor yang diberikan pada penilaian ini terdiri dari skala 1 sampai 4 yaitu (1: tidak valid, 2: kurang valid, 3: valid, 4: sangat valid).

(b) Validasi Pengguna

Instrumen validasi yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah lembar validasi LKS. Lembar ini digunakan untuk memberikan masukan, kritik dan saran terhadap kualitas LKS yang dikembangkan. Terdapat empat aspek yang dinilai oleh validator pada validasi LKS, yaitu relevansi, akurasi, keterbacaan, dan kebahasaan. Pada aspek relevansi, ada 5 indikator yang dimunculkan dalam validasi LKS. Pada aspek akurasi, ada 3 indikator yang dimunculkan dalam validasi LKS. Pada aspek keterbacaan, ada 4 indikator yang dimunculkan dalam validasi LKS. Pada aspek kebahasaan, ada 4 indikator yang dimunculkan dalam validasi LKS. Skor yang diberikan pada penilaian ini terdiri dari skala 1 sampai 4 yaitu (1: tidak valid, 2: kurang valid, 3: valid, 4: sangat valid).

3) Teknik Analisa Data

Teknik analisis berdasarkan data yang dianalisis pada tahap ini adalah data kuantitatif yang diperoleh dari validator dan dianalisis secara deskriptif dengan menelaah hasil penilaian terhadap LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*. Analisis data hasil penilaian validitas LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* dapat dilakukan sebagai berikut:

(a) Validasi ahli

Menentukan nilai (%) validasi ahli, menggunakan rumus validasi ahli sebagai berikut:

$$V_{ah} = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$$

(b) Validasi pengguna

Menentukan nilai (%) validasi pengguna, menggunakan rumus validasi pengguna sebagai berikut:

$$V_{pg} = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$$

(c) Skor total validasi

$$V_t = \frac{V_{ah}(\%) + V_{pg}(\%)}{2}$$

Keterangan:

V_{ah} = Validasi ahli

V_{pg} = Validasi pengguna

T_{se} = Total skor logic yang dicapai (hasil penilaian ahli)

T_{sh} = Total skor yang diharap

V_t = Total skor validasi

Berdasarkan data validasi ahli dan validasi pengguna, selanjutnya nilai total skor validasi yang diperoleh dari perhitungan dicocokkan dengan interval penentuan tingkat kevalidan bahan yang dikembangkan oleh Akbar (2013:83) sebagai berikut:

Tabel 3.3 Kriteria Validitas

No	Interval Skor	Tingkat Validitas
1	81,00% - 100%	Sangat valid, sangat efektif, sangat tuntas, dapat digunakan tanpa perbaikan
2	61,00% - 80,00%	Cukup valid, cukup efektif, cukup tuntas, dapat digunakan dengan perbaikan kecil
3	41,00% - 60,00%	Kurang valid, kurang efektif, kurang tuntas, perlu perbaikan besar, disarankan tidak digunakan
4	21,00% - 40,00%	Tidak valid, tidak efektif, tidak tuntas, tidak bisa digunakan
5	00,00% - 20,00%	Sangat tidak valid, sangat tidak efektif, sangat tidak tuntas, sangat tidak bisa digunakan

Akbar (2013:82)

3.4.3 Tahap Penilaian (*Assesment Stage*)

Pada tahap ini dilakukan uji coba lapangan terhadap draf II yang telah diperoleh dari tahap pengembangan yang sebelumnya. Uji coba ini dilakukan dengan menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengetahui keefektifan, kepraktisan pelaksanaan dan penggunaan produk pengembangan di lapangan. Setelah uji coba dilakukan, selanjutnya akan dilakukan analisis dari hasil uji coba. Apabila hasil data analisis produk telah memenuhi kriteria keefektifan, maka draf yang dihasilkan adalah produk akhir. Jika hasil analisis menunjukkan belum memenuhi kriteria kepraktisan dan keefektifan, maka dilakukan revisi produk. Hasil revisi harus diuji coba kembali hingga didapat produk revisi yang praktis dan efektif.

Keefektifan LKS diuji dengan menggunakan desain penelitian “*One-Group Pretest-Posttest Design*”. Desain “*One-Group Pretest-Posttest Design*” dapat dilihat pada gambar 3.3

O_1 <i>Pre-test</i>	X	O_2 <i>Post-test</i>
--------------------------	---	---------------------------

Gambar 3.3 Disain “*One-Group Pretest-Posttest Design*” (Fraenkel, 2009).

Keterangan:

O_1 : nilai *pretest* (sebelum menggunakan LKS pengembangan)

O_2 : nilai *posttest* (setelah menggunakan LKS pengembangan)

Dalam penelitian ini siswa sebelum menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa diberikan *pretest* terlebih dahulu, kemudian siswa mengikuti pembelajaran dengan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Setelah mengikuti pembelajaran dengan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa dilakukan *posttest*.

a. Tempat dan waktu penelitian

Waktu uji coba hasil pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2018/2019, tempat uji coba pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) dilaksanakan di SMA Negeri 4 Jember.

b. Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah siswa SMA Negeri 4 Jember kelas XI MIPA 3 semester genap tahun ajaran 2018/2019, dengan spesifikasi jumlah siswa sebanyak 36 siswa yang digunakan untuk uji coba Lembar Kerja Siswa (LKS). Teknik pengumpulan sampel dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling*.

c. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif berupa angka hasil dari tes kemampuan berpikir kritis, dan respon siswa yang digunakan untuk mengukur kepraktisan Lembar Kerja Siswa (LKS).

d. Instrumen Pengumpulan Data

a) Kemampuan berpikir kritis

Instrumen ini digunakan untuk mengukur kompetensi siswa yaitu penguasaan siswa dalam berpikir kritis. Penelitian ini menggunakan 5 indikator kemampuan berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, eksplanasi, inferensi, dan evaluasi. Hasil tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa terkait dengan materi termodinamika.

b) Respon Siswa

Respon siswa diukur menggunakan lembar angket respon siswa. Angket tersebut digunakan untuk mengetahui respon siswa terhadap Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory*. Angket tersebut diberikan setelah melakukan pembelajaran menggunakan LKS. Siswa mengisi angket yang diberikan sesuai dengan pendapat masing-masing siswa. Data yang diperoleh akan diolah dan dianalisis untuk mengetahui respon siswa terhadap LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory*.

e. Teknik Analisa Data

Data-data yang didapatkan dalam uji tahap pengembangan LKS adalah data kuantitatif yang dianalisis secara deskriptif dengan menelaah hasil. Data yang diambil dari uji pengembangan yaitu kemampuan berpikir kritis siswa dan respon siswa setelah diberikan pembelajaran menggunakan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory*.

(1) Kemampuan berpikir kritis

a) Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen tes kemampuan berpikir kritis berupa tes soal kemampuan berpikir kritis. Tes diberikan di awal pembelajaran (*pre-test*) dan di akhir pembelajaran (*post-test*). Tes terdiri dari soal pilihan *essay* yang sudah disesuaikan dengan indikator kemampuan berpikir kritis dan kompetensi.

b) Teknik Perolehan Data

Peneliti memberikan soal kemampuan berpikir kritis pada awal pembelajaran (*pre-test*) dan memberikan soal kemampuan berpikir kritis pada akhir pembelajaran (*post-test*) untuk mengetahui hasil dari kemampuan berpikir kritis

siswa setelah menggunakan LKS. Hasil dari *pre-test* dan *post-test* digunakan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

c) Teknik Analisis Data

Data hasil tes dianalisis berdasarkan masing-masing indikator menurut Facione (Interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi dan eksplanasi). Nilai akhir *post test* untuk indikator kemampuan berpikir kritis dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{nilai siswa} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

(Kunandar, 2015:235)

Kriteria kemampuan berpikir kritis dalam nilai ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 3.4 Kriteria Kemampuan berpikir kritis

Kriteria	Kategori
90-100	Sangat baik
80-89	Baik
65-79	Cukup
55-64	Kurang baik
<55	Sangat kurang baik

(Purwanto, 1992:82)

(2) Respon siswa

a) Instrumen pengumpulan data

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam tahapan ini adalah lembar angket. Lembar angket digunakan untuk mengetahui pendapat siswa mengenai Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* yang telah dikembangkan. Lembar angket nantinya akan diserahkan ke siswa, kemudian diisi dengan tanda *checklist* (✓) untuk tiap aspek. Dalam penelitian ini aspek yang dapat dikembangkan dalam angket respon siswa antara lain tentang pendapat siswa (Ya atau Tidak) mengenai penyajian LKS, kejelasan isi, dan ketercapaian tujuan. Data yang diperoleh pada lembar angket berupa data interval yang termasuk dalam data kuantitatif.

b) Teknik perolehan data

Teknik perolehan data pada tahapan ini menggunakan angket. Angket respon diberikan kepada siswa setelah melakukan penelitian pengembangan untuk mengetahui pendapat siswa setelah menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS)

berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*. Siswa diminta untuk mengisinya sesuai dengan pendapatnya sendiri dengan cara memberi tanda *checklist* (√) untuk tiap aspek.

c) Teknik analisa data

Dalam tahapan ini digunakan teknik analisis data yakni deskriptif kuantitatif. Teknik analisis deskriptif kuantitatif ini digunakan untuk mengolah data yang diperoleh melalui angket dalam bentuk deskriptif presentase. Skor yang diberikan pada angket respon siswa terdiri dari 2 kategori penilaian, yaitu (a) skor 1 mewakili jawaban “ya” pada pernyataan positif atau “tidak” pada pernyataan negatif, (b) skor 0 mewakili jawaban “tidak” pada pernyataan positif atau “ya” pada pernyataan negatif. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase dari masing-masing aspek adalah sebagai berikut.

$$Np = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

N_p = nilai persen yang dicari

A = proporsi jumlah siswa yang setuju

B = jumlah siswa (Trianto, 2010: 212)

Hasil data persentase respon yang diperoleh dianalisis untuk menentukan kepraktisan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* dengan menggunakan kriteria interpretasi skor respon sebagai berikut.

Tabel 3.5 Kriteria interpretasi skor siswa

NO	Persentase	Kategori
1	0% - 20%	Sangat Kurang
2	21% - 40%	Kurang
3	41% - 60%	Cukup
4	61% - 80%	Praktis
5	81% - 100%	Sangat Praktis

(Trianto,2010:213)

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh pada hasil dan pembahasan pengembangan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

a. Validitas

LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* melatih kemampuan berpikir kritis siswa menurut validasi ahli mendapatkan persentase validasi 81,67% dengan kriteria validasi sangat valid. Sedangkan untuk validasi pengguna mendapatkan persentase validasi 95,31% dengan kriteria validasi sangat valid. Hasil gabungan validasi ahli dan validasi pengguna menunjukkan kriteria sangat valid. Penilaian kevalidan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* memiliki kriteria sangat valid dan dapat digunakan sebagai bahan ajar untuk materi termodinamika.

b. Kemampuan berpikir kritis

Kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* pada indikator interpretasi, analisis, eksplanasi, inferensi, dan evaluasi menduduki kategori baik.

c. Respon siswa

LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa mendapatkan respon positif sebesar 87,18%. Sehingga, LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* memiliki kriteria sangat praktis digunakan sebagai bahan ajar pada materi termodinamika.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang diberikan sebagai berikut:

a. Bagi peneliti

Lebih mengefisienkan waktu dan siswa pada saat pembelajaran menggunakan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* agar hasil yang diperoleh sesuai yang diharapkan, yaitu siswa memiliki kemampuan berpikir kritis dengan kategori tinggi.

b. Bagi guru

Penulis harap bagi guru dapat mengembangkan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* pada materi atau bab lainnya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* juga bisa digunakan sebagai solusi apabila tidak memungkinkan untuk praktikum atau percobaan di laboratorium dengan minimnya alat dan bahan yang disediakan oleh sekolah.

c. Bagi siswa

Penulis harap bagi siswa dapat lebih aktif menggunakan aplikasi *virtual laboratory* untuk kegiatan belajar agar memiliki kemampuan berpikir kritis dan meningkatkan pemahaman siswa. Pembelajaran menggunakan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* dapat memotivasi siswa untuk melatih kreativitas siswa untuk menerapkan pada materi lainnya.

d. Bagi peneliti lain

Penggunaan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* di sekolah perlu adanya bimbingan pada awal terlebih dahulu sebelum dilakukan proses pembelajaran, seperti penginstalan aplikasi (*virtual laboratory*), panduan penggunaan LKS dan cara pembelajaran menggunakan LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory* sebelum siswa belajar secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityani, A dan Ishafit. 2015. Pengembangan Lembar Kerja Siswa dengan Pendekatan Ilmiah Berbasis Simulasi Phet. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIX HFI Jateng & DIY 25 April 2015*: 409-413
- Akbar, S. 2013. *Instrument Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Amri, S. 2013. *Pengembangan dan Model Pembelajaran dalam Kurikulum 2013*. Jakarta: PT. Prestasi Pustakaraya.
- Anggraini, 2010. Penerapan Model Pembelajaran Investigasi Kelompok untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah untuk Siswa Kelas VIII-4 SMP Negeri 27 Palembang. *Journal pendidikan matematika* .4 (1): 34-44
- Arif, Y.A., Darmawati dan W. Syafi'i. 2015. Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Pendekatan Sainifik Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Jamur Kelas X SMA. *Jurnal Online Mahasiswa*. 2(2) : 2-12
- Arsyad, A. 2006. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Radja Grafindo Persada
- Astuti, H. Y. 2015. Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Discovery Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Skripsi*. Semarang: Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang.
- Astutik, S., E.Susantini, Madlazim, dan M. Nur. 2017. Effectiveness Of Collaborative Student Worksheet To Improve Student's Affective Scientific Collaborative And Science Process Skills (SPS). *International Journal of Education and Research*. 5(1): 151-164
- Auliyani, P., Ramli, dan Z. Kamus. 2018. Penerapan LKS Berbantuan Virtual Laboratory Dalam Pembelajaran Inquiry Terbimbing Terhadap Pencapaian Kompetensi Siswa. *Pillar of Physics Education*.11(1): 65-67
- Brookhart, S. M. 2010. *How To Assess Higher Order Thinking Skills In Your Classroom*. Alexandria: ASCD.
- Damayanti, D.S., N. Ngazizah, dan E. Setyadi. 2013. Pengembangan Lembar Kerja siswa (LKS) dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing Untuk Mengoptimalkan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Listrik Dinamis SMA Negeri 3 Purworejo Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Radiasi*. 3 (1) : 58-62

- Daryanto. 2014. *Pendekatan Pembelajaran Sainifik Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Penerbit Gava Media Guru
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan SMA
- Dimiyati dan Mudjiono. 2002. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta
- Facione, P. A. 2013. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. https://www.nyack.edu/files/CT_What_Why_2013.pdf (diakses 5 juni 2018)
- Fadlillah. 2014. *Implementasi Kurikulum 2013 dalam Pembelajaran SD/MI, SMP/MTs, & SMA/MA*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media
- Fithriyah, I., C. Sa'dijah, dan Sisworo. 2016. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX-D SMPN 17 Malang. *Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajarannya (KNPMP I) Prosiding 12 Maret 2016*:582-590
- Fraenkel J. M., N. E. Wallen, and H. H. Hyun. 2009. *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika Jilid 1 Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga
- Giancoli, D.C. 2014. *Fisika: Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga
- Hake,R.,R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*.66(1):64-74.
- Hariyanto, A. 2016. Pengaruh Discovery Learning Berbantuan Paket Program Simulasi Phet Terhadap Prestasi Belajar Fisika. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 1(3):365-378
- Hikmah, N., N. Saridewi, dan S. Agung. 2017. Penerapan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*.2(2):187-188
- Ibrahim, M. 2007. *Kecakapan Hidup: Keterampilan Berfikir Kritis*. Surabaya: UNESA.
- Jufri, A. W. 2013. *Belajar dan Pembelajaran Sains*. Bandung: Pustaka Reka Cipta
- Kemendikbud. 2013. *Konsep Pendekatan Scientific. Bahan Pelatihan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI

- Kunandar. 2015. *Penilaian Autentik (Penilaian Hasil Belajar Peserta Didik Berdasarkan Kurikulum 2013) Suatu Pendekatan Praktis Disertai dengan Contoh*. Jakarta : Rajawali Pers
- Machin, A. 2014. Implementasi pendekatan saintifik, penanaman karakter dan konservasi pada pembelajaran materi pertumbuhan. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 3(1):28-35
- Martinez, I.A., E.Roldan, and L.Dinis. 2016. Brownian Carnot Engine. *Europe PMC Funders Group Author Manuscript*.12(1):67-70
- Maryani, I. 2010. Pembelajaran Kooperatif Gi (Group Investigation) Berbantuan Media Laboratorium Virtual Dilengkapi Handout Untuk Meningkatkan Kualitas Proses Dan Hasil Belajar. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Sebelas Maret
- Moran & Shapiro. 2004. *Termodinamika Tenik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Munirudin, L dan Madlazim. 2017. Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbantuan Laboratorium Virtual dan Media Xampp Fisika Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP Pada Materi Matahari Sebagai Bintang. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. 6(2):10-15
- Mussani, Susilawati dan A.S. Hadiwijaya. 2015. Pengembangan Bahan Ajar Fisika SMA Berbasis *Learning Cycle (LC) 3E* Pada Materi Pokok Teori Kinetik Gas dan Termodinamika. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*.1(1):102-122
- Muzana, S.R dan D. Astuti. 2017. Penerapan Pembelajaran Berbasis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Inti Pada Siswa SMA. *Seminar Nasional Muti Disiplin Ilmu UNAYA*:409-417
- Nasution. 2008. *Berbagai Pendekatan Dalam Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Nieeven, N. 1999. Prototyping to reach product quality. In Akker, J. V. D., Branch, R. M., Gustafson, K., Nieeven, N., dan Plomp, T. (Eds.), *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 125-135). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Nieeven, N., McKenney, S., & Akker, J. V. 2006. *Educational design research: the value of variety*. In: Van den Akker, J., Gravemeijer, K, McKenney, S. & Nieeven, N. (Eds). (2006). *Educational design research*. London: Routledge
- Perkins, K., M. Dubson., W. K. Adam and R. Lemaster. 2006. PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*.44(19)
- Prastowo, A. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.

- Purwanto, M. N. 1992. *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya
- Rahayu, S. U., Fuldiaratman, dan M. D. W. Ernawati. 2014. Pengaruh Media Laboratorium Virtual dalam Pembelajaran Larutan Penyangga Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA SMAN 8 Muaro Jambi. *Skripsi*. Jambi: Universitas Jambi.
- Rahmawati, I., A. Hidayat, dan S. Rahayu. 2016. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP Pada Materi Gaya dan Penerapannya. *Prosiding Semnas Pendidikan Pascasarjana*. 1: 1112-1119.
- Rizki, Y., dan Z. A. I. Supardi. 2017. Pengembangan lembar kegiatan siswa (LKS) pada materi pokok perpindahan kalor untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*.6(1):7-11
- Santoso, S. 2001. *Statistik Non Parametrik Konsep dan Aplikasi Dengan SPSS*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Siregar, S. 2001. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Prenada Media Group
- Shang, R., Y. Zhang., W. Shi., X.Wang, and Y. Zhang. 2015. Fresh Look and Understanding on Carnot Cycle. *ScienceDirect*
- Sony, S., & Katkar, M, D. 2014. Survey paper on virtual lab for E-Learners. *International Journal of Application in Engineering & Management*. 3(1): 108-110
- Sudjana, N. 2010. *Dasar-dasar Proses Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algesindo
- Sumargono, E., dan L. Yuanita. 2014. Penerapan Media Laboratorium Virtual (Phet) Pada Materi Laju Reaksi Dengan Model Pengajaran Langsung. *Unesa Journal of Chemical Education*.2(1):199-133
- Suprijono, A. 2016. *Model-model Pembelajaran Emansiparotis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Suriasa. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Problem Posing Menggunakan LKS Berbasis Scientific Aproach Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*. 6(2). 190-204
- Surya, Y. 1996. *Olimpiade Fisika*. Jakarta: Primatika Cipta Ilmu.
- Susanti, K. D., Subiki dan Yushardi. 2016. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Disertai Komik Fisika Pada Pembelajaran Pokok Bahasan Tekanan di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 5(3). 197-204

- Susantini, M. Thamrin, Isnawati, dan L. Lisdiana. 2012. Pengembangan petunjuk praktikum genetika untuk melatih keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 1(2): 102-108.
- Sutrisno. 2012. *Kreatif Mengembangkan Aktivitas Pembelajaran Berbasis TIK*. Jakarta : Referensi
- Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu: konsep, strategi, dan implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Wahyuni, S. 2015. Pengembangan bahan ajar IPA untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*. 5(2): 47-52
- Yuliani, H., W. Sunarno, dan Suparmi. 2012. Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan Keterampilan Proses dengan Metode Eksperimen dan Demonstrasi Ditinjau dari Sikap Ilmiah dan Kemampuan Analisis. *Jurnal Inkuiri*. 1(3): 207-216
- Yustyan,S., N. Widodo, dan Y. Pantiwati. 2015. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dengan Pembelajaran Berbasis Scientific Approach Siswa Kelas X SMA Panjura Malang. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 1(2): 240-253
- Zulpadrianto dan Husna. 2015. Pengembangan Modul Praktikum Bernuansa Kontekstual Pada Materi Eksperimen Fisika di STKIP PGRI Sumatra Barat. *Jurnal Riset Fisika Edukasi dan Sains*. 1(2): 71-79.

LAMPIRAN 4.1 MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

JUDUL	TUJUAN PENELITIAN	VARIABEL	DATA DAN TEKNIK PENGAMBILAN DATA	METODE PENELITIAN
<p>Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada materi termodinamika di SMA</p>	<p>a. Mengkaji validitas Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa di SMA.</p> <p>b. Mendeskripsikan kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan Lembar Kerja</p>	<p>1. Variabel bebas : Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i>.</p> <p>2. Variabel terikat :</p> <p>a. Validitas</p> <p>b. Kemampuan berpikir kritis siswa</p> <p>c. Respon siswa</p>	<p>Teknik Pengambilan data :</p> <p>a. Wawancara Dilakukan wawancara guru dan siswa guna menjadi latar belakang penelitian</p> <p>b. Tes Digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa</p> <p>c. Angket – Pemberian angket digunakan untuk mengetahui respon siswa setelah menggunakan</p>	<p>a. Jenis Penelitian : Penelitian Pengembangan</p> <p>b. Tempat dan waktu : SMA</p> <p>c. Desain penelitian : Nieveen</p> <p>d. Analisa data :</p> <p>1. Validasi LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i>.</p> <p>d. Validasi ahli (dosen)</p> $va = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$ <p>Keterangan : Va = validasi ahli T_{se} = total skor empiris T_{sh} = total skor maksimal</p> <p>e. Validasi pengguna (guru dan siswa)</p> $Vpg = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$ <p>Keterangan : Vpg = validasi pengguna T_{se} = total skor empiris</p>

	<p>Siswa (LKS) berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i>.</p> <p>c. Mendeskripsikan respon siswa setelah menggunakan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa di SMA.</p>		<p>LKS fisika.</p>	<p>T_{sh} = total skor maksimal</p> <p>2. Kemampuan berpikir kritis</p> $\text{nilai siswa} = \frac{\Sigma \text{ skor diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100$ <p style="text-align: right;">(Kunandar, 2015:235)</p> <p>3. Respon Siswa</p> $Np = \frac{A}{B} \times 100\%$ <p>Ket: NP = nilai persen yang dicari A = proporsi jumlah siswa yang dituju B = jumlah siswa</p>
--	---	--	--------------------	---

4.2 Hasil validasi LKS

4.2.1 Data dan Analisis Validasi Ahli

NO	Komponen	VI	V2	Rata-rata tiap indikator	Total skor yang dicapai	Persentase Validasi
A	Kelayakan isi					
1	Kesesuaian isi LKS dengan kompetensi dasar (KD) pembelajaran materi termodinamika	4,00	3,00	3,50		
2	Kesesuaian isi LKS dengan indikator pokok bahasan termodinamika	4,00	3,00	3,50		
3	Kesesuaian isi LKS dengan tujuan pembelajaran pokok bahasan termodinamika	4,00	3,00	3,50		
4	Kebenaran substansi isi materi termodinamika	4,00	3,00	3,50		
5	Kejelasan petunjuk dan arahan kegiatan yang disajikan runtut dan jelas sehingga tidak menimbulkan terjadinya kesalahan dalam melakukan kegiatan	3,00	3,00	3,00		
6	Isi dalam LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> mudah digunakan	3,00	3,00	3,00	98	81,67%
7	Kesesuaian tingkat kesulitan materi perkembangan siswa	3,00	3,00	3,00		
8	Kesesuaian kalimat dengan tingkat pemahaman siswa	3,00	3,00	3,00		
9	Percobaan dan langkah percobaan dalam LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> sesuai dengan kompetensi	3,00	3,00	3,00		
10	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> membantu siswa dalam menganalisis data hasil percobaan	4,00	3,00	3,50		
11	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator “interpretasi”	3,00	3,00	3,00		
12	LKS berbasis <i>Scientific</i>	3,00	3,00	3,00		

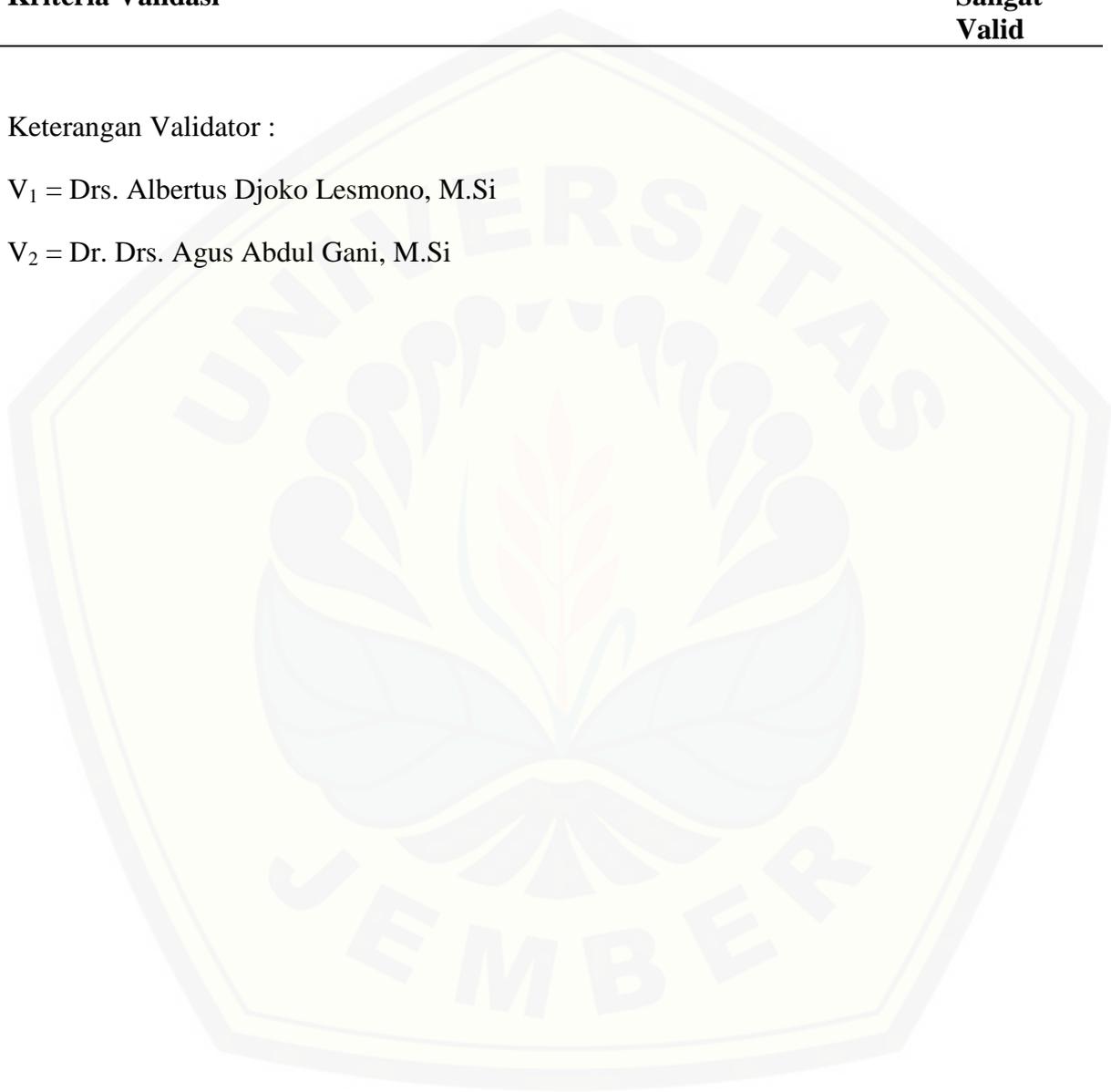
	<i>Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator “analisis”			
13	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator “inferensi”	3,00	3,00	3,00
14	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator “evaluasi”	3,00	3,00	3,00
15	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator “eksplanasi”	3,00	3,00	3,00
16	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis ini merupakan hal yang baru karena bahan ajar yang digunakan sebelumnya belum melatih penyelidikan ilmiah secara utuh.	3,00	3,00	3,00
B. Kelayakan Penyajian				
1	Penyajian isi dalam LKS dilakukan secara logis.	4,00	3,00	3,50
2	Keruntutan konsep	4,00	3,00	3,50
3	Kelengkapan komponen LKS	4,00	3,00	3,50
4	Penyajian LKS dilengkapi dengan gambar kontekstual	4,00	3,00	3,50
5	Penyajian analisis data dan pertanyaan sesuai dengan proses berfikir siswa	3,00	3,00	3,00
6	Penyajian percobaan dan langkah percobaan dalam LKS sesuai dan mudah dipahami	3,00	3,00	3,00
C. Kelayakan Kegrafikan				
1	Ukuran LKS yang digunakan sesuai dengan pedoman	3,00	3,00	3,00
2	Penampilan unsur tata letak pada LKS	4,00	3,00	3,50
3	Bentuk gambar sesuai	3,00	3,00	3,00
4	Kemenarikan sampul	3,00	3,00	3,00
5	Jenis huruf yang digunakan	3,00	3,00	3,00

konsisten				
D. Bahasa dan Gambar				
1	Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh siswa	3,00	3	3,00
2	Konsistensi penggunaan istilah	3,00	3	3,00
3	Isi LKS disajikan menggunakan kalimat secara benar	3,00	3	3,00
Kriteria Validasi				Sangat Valid

Keterangan Validator :

V₁ = Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

V₂ = Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si



4.2.2 Data dan Analisis Data Validasi Pengguna

No	Komponen yang dinilai	VI	Total skor yang dicapai	Presentase Validasi	Kriteria validasi
Relevansi					
1	1. Materi relevan dengan kompetensi yang harus siswa kuasai	4,00			
	2. Tujuan pembelajaran harus relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa	4,00			
	3. Contoh penjelasan relevan dengan materi termodinamika	3,00			
	4. Latihan soal berfikir kritis relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa	4,00			
	5. Jumlah tes berfikir kritis cukup	4,00			
Akurasi					
2	1. Materi yang disajikan dalam LKS	4,00			
	2. Pengemasan LKS sesuai dengan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i>	4,00			
	3. Penyajian materi LKS sesuai dengan Phet Simulations	4,00			
Keterbacaan					
3	1. Penyajian LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> memotivasi siswa untuk membaca	3,00	61	95,31%	Sangat Valid
	2. Kemampuan LKS untuk meningkatkan minat membaca siswa	4,00			
	3. Kalimat dalam LKS dapat memudahkan siswa untuk belajar materi termodinamika.	4,00			
	4. Siswa lebih terbantu saat penggunaan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> .	3,00			
Kebahasaan					
4	1. Bahasa yang digunakan pada LKS memudahkan siswa untuk belajar	4,00			
	2. Materi yang disajikan menggunakan istilah, simbol dan nama ilmiah yang konsisten	4,00			
	3. Menggunakan media <i>Virtual Laboratory</i> yang membuat mudah siswa untuk belajar	4,00			
	4. Menggunakan keterangan gambar secara lengkap	4,00			

4.2.3 Hasil validasi ahli

LEMBAR VALIDASI PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) BERBASIS *SCIENTIFIC APPROACH* BERBANTUAN *VIRTUAL LABORATORY* UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERFIKIR KRITIS SISWA DI SMA/MA

Sekolah : SMA/MA
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas : XI
 Topik : Termodinamika
 Validator :
 Petunjuk penilaian :

- Objek penilaian adalah LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *Virtual Laboratory*.
- Cara memberi penilaian adalah dengan cara memberi tanda *check list* (✓) pada skor yang telah disediakan
- Makna skor dalam penilaian sebagai berikut.
 - berarti tidak valid
 - berarti kurang valid
 - berarti valid
 - berarti sangat valid
- Rata-rata skor merupakan jumlah skor penilaian setiap sub komponen.

NO	Komponen	Skor			
		1	2	3	4
A. Kelayakan isi					
1	Kesesuaian isi LKS dengan kompetensi dasar (KD) pembelajaran materi termodinamika				✓
2	Kesesuaian isi LKS dengan indikator pokok bahasan termodinamika				✓
3	Kesesuaian isi LKS dengan tujuan pembelajaran pokok bahasan termodinamika				✓
4	Kebenaran substansi isi materi termodinamika			✓	
5	Kejelasan petunjuk dan arahan kegiatan yang disajikan runtut dan jelas sehingga tidak menimbulkan terjadinya kesalahan dalam melakukan kegiatan		✓		
6	Isi dalam LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> mudah digunakan			✓	
7	Kesesuaian tingkat kesulitan materi perkembangan siswa			✓	
8	Kesesuaian kalimat dengan tingkat pemahaman siswa			✓	
9	Percobaan dan langkah percobaan dalam LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> sesuai dengan kompetensi				✓
10	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> membantu siswa dalam menganalisis data hasil percobaan				✓
11	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual</i>				

12	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator "interpretasi"			✓	
13	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator "analisis"			✓	
14	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator "inferensi"			✓	
15	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis pada indikator "evaluasi"			✓	
16	LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih siswa dalam berfikir kritis ini merupakan hal yang baru karena bahan ajar yang digunakan sebelumnya belum melatih penyelidikan ilmiah secara utuh.			✓	
B. Kelayakan Penyajian					
1	Penyajian isi dalam LKS dilakukan secara logis.				✓
2	Keruntutan konsep				✓
3	Kelengkapan komponen LKS				✓
4	Penyajian LKS dilengkapi dengan gambar kontekstual				✓
5	Penyajian analisis data dan pertanyaan sesuai dengan proses berfikir siswa			✓	
6	Penyajian percobaan dan langkah percobaan dalam LKS sesuai dan mudah dipahami			✓	
C. Kelayakan Keagrafikan					
1	Ukuran LKS yang digunakan sesuai dengan pedoman			✓	
2	Penampilan unsur tata letak pada LKS				✓
3	Bentuk gambar sesuai			✓	
4	Kemenarikan sampul			✓	
5	Jenis huruf yang digunakan konsisten			✓	
D. Bahasa dan Gambar					
1	Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh siswa			✓	
2	Konsistensi penggunaan istilah			✓	
3	Isi LKS disajikan menggunakan kalimat secara benar			✓	

(Sumber: Zulpadrianto dan Husna, 2015:71-79 dengan modifikasi oleh peneliti)

Penilaian secara umum (lingkari salah satu kesimpulan yang sesuai)

LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *Virtual Laboratory* ini :

- Belum dapat digunakan dan masih diperlukan konsultasi
- Dapat digunakan dengan revisi
- Dapat digunakan tanpa revisi

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut ini atau langsung menuliskan pada naskah.

.....

Validator/Penilai


 Albertus D.C.

4.2.4 Hasil Validasi Pengguna

LEMBAR VALIDASI PENGGUNA
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) BERBASIS *SCIENTIFIC APPROACH* BERBANTUAN *VIRTUAL LABORATORY* UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERFIKIR KRITIS SISWA DI SMA/MA

Sekolah : SMA/MA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas : XI
Topik : Termodinamika
Validator :
Petunjuk penilaian

- Objek penilaian adalah LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *Virtual Laboratory*.
- Cara memberi penilaian adalah dengan cara memberi tanda *check list* (✓) pada skor yang telah disediakan
- Makna skor dalam penilaian sebagai berikut.
 - 1 : berarti tidak valid, atau tidak boleh digunakan
 - 2 : berarti kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
 - 3 : berarti valid, atau perlu digunakan namun perlu revisi kecil
 - 4 : berarti sangat valid, atau dapat dipergunakan tanpa revisi

NO	Aspek yang dinilai	Skala yang dinilai			
		1	2	3	4
1	Relevansi				
	1. Materi relevan dengan kompetensi yang harus siswa kuasai				✓
	2. Tujuan pembelajaran harus relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa				✓
	3. Contoh penjelasan relevan dengan materi termodinamika			✓	
	4. Latihan soal berfikir kritis relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa				✓
	5. Jumlah tes berfikir kritis cukup				
2	Akurasi				
	1. Materi yang disajikan dalam LKS				✓
	2. Pengemasan LKS sesuai dengan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i>				✓
	3. Penyajian materi LKS sesuai dengan Phet Simulations				✓
3	Keterbacaan				
	1. Penyajian LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> memotivasi siswa untuk membaca			✓	
	2. Kemampuan LKS untuk meningkatkan minat membaca siswa				✓
	3. Kalimat dalam LKS dapat memudahkan				✓

	siswa untuk belajar materi termodinamika.				
	4. Siswa lebih terbantu saat penggunaan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> .			✓	
4	Kebahasaan				
	1. Bahasa yang digunakan pada LKS memudahkan siswa untuk belajar				✓
	2. Materi yang disajikan menggunakan istilah, simbol dan nama ilmiah yang konsisten				✓
	3. Menggunakan media <i>Virtual Laboratory</i> yang membuat mudah siswa untuk belajar				✓
	4. Menggunakan keterangan gambar secara lengkap				✓

(Sumber: Akbar, 2013 dengan modifikasi oleh peneliti)

Penilaian secara umum (lingkari salah satu kesimpulan yang sesuai)

LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *Virtual Laboratory* ini :

- Belum dapat digunakan dan masih diperlukan konsultasi
- Dapat digunakan dengan revisi
- Dapat digunakan tanpa revisi

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut ini atau langsung menuliskan pada naskah.

3. Dapat digunakan tanpa revisi

.....

.....

.....

Jember, 8-2-2019

Validator/Penilai

[Signature]
 Dra. Euy. Setyowati

4.3 Hasil Validasi Silabus

4.3.1 Data dan analisis validasi silabus

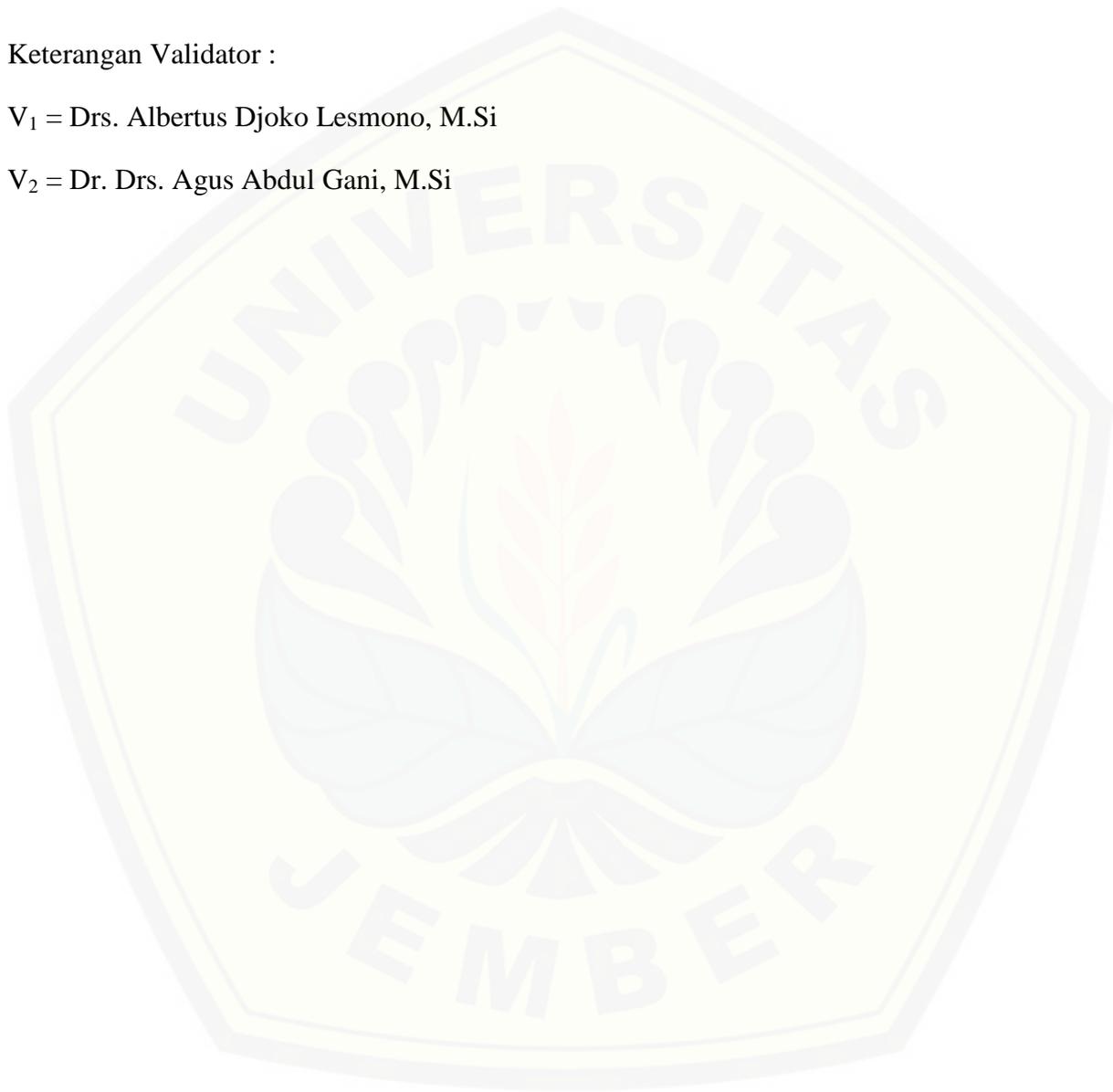
No	Aspek yang diamati	V1	V2	Rata-rata tiap indikator	Total skor yang dicapai	Presentase Validasi
1	Kelengkapan (komponen Silabus dalam Permendikbud No. 22 tahun 2016)					
	a. Identitas mata pelajaran	1,00	2,00	1,50		
	b. Identitas sekolah	4,00	3,00	3,50		
	c. Kompetensi intii	4,00	4,00	4,00		
	d. Kompetensi dasar	4,00	3,00	3,50		
	e. Materi pokok	4,00	3,00	3,50		
	f. Pembelajaran	4,00	3,00	3,50		
	g. Penilaian	4,00	3,00	3,50		
	h. Alokasi waktu	4,00	3,00	3,50		
	i. Sumber belajar	4,00	3,00	3,50		
2	Kelayakan					
	a. Mengidentifikasi materi yang menunjang pencapaian KD	3,00	3,00	3,00		
	b. Materi ditulis dengan butir-butir sesuai dengan pencapaian kompetensi dasar	3,00	3,00	3,00		
	c. Kegiatan pembelajaran difokuskan pada peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan	3,00	3,00	3,00	59,5	82,63%
	d. Kegiatan pembelajaran berdasarkan pendekatan ilmiah	4,00	3,00	3,50		
	e. Kegiatan pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> .	4,00	3,00	3,50		
	f. Proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk menentukan pencapaian hasil belajar peserta didik	4,00	3,00	3,50		
	g. Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan	4,00	3,00	3,50		
	h. Pemilihan alokasi waktu	4,00	3,00	3,50		

didasarkan pada tuntutan kompetensi dasar			
i. Sumber belajar yang digunakan menggunakan buku cetak pegangan siswa.	3,00	3,00	3,00
Kriteria Validasi	Sangat Valid		

Keterangan Validator :

V₁ = Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

V₂ = Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si



4.3.2 Hasil Validasi Silabus

LEMBAR VALIDASI SILABUS

Petunjuk penilaian

Berilah tanda *check list* (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu terhadap silabus dengan skala penilaian sebagai berikut.

- 1 : berarti tidak valid, atau tidak boleh digunakan
- 2 : berarti kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
- 3 : berarti valid, atau perlu digunakan namun perlu revisi kecil
- 4 : berarti sangat valid, atau dapat dipergunakan tanpa revisi

No	Aspek yang diamati	Nilai Pengamatan			
		1	2	3	4
1	Kelengkapan (komponen Silabus dalam Permendikbud No. 22 tahun 2016)				
	a. Identitas mata pelajaran	✓			
	b. Identitas sekolah				✓
	c. Kompetensi intii				✓
	d. Kompetensi dasar				✓
	e. Materi pokok				✓
	f. Pembelajaran				✓
	g. Penilaian				✓
	h. Alokasi waktu				✓
	i. Sumber belajar				✓
2	Kelayakan isi				
	a. Mengidentifikasi materi yang menunjang pencapaian KD			✓	
	b. Materi ditulis dengan butir-butir sesuai dengan pencapaian kompetensi dasar			✓	
	c. Kegiatan pembelajaran difokuskan pada peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan			✓	
	d. Kegiatan pembelajaran berdasarkan pendekatan ilmiah				✓
	e. Kegiatan pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> .				✓
	f. Proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk menentukan pencapaian hasil belajar peserta didik				✓
	g. Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				✓
	h. Pemilihan alokasi waktu didasarkan pada tuntutan kompetensi dasar				✓

	i. Sumber belajar yang digunakan menggunakan buku cetak pegangan siswa.			✓	
--	---	--	--	---	--

(Sumber: Maghfiroh *et al.*, 2016 dengan modifikasi peneliti)

Simpulan Validator/Penilai

Lingkari jawaban berikut ini sesuai simpulan Anda, Silabus ini :

- 1. Dapat digunakan tanpa revisi
- ② Dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 3. Belum dapat digunakan

Saran:

.....

.....

.....

.....

Jember,.....

Validator/Penilai


.....
Albert D. C.:

4.4 Hasil Validasi RPP

4.4.1 Data dan Analisis RPP

No	Aspek yang diamati	VI	V2	Rata-rata tiap indikator	Total skor yang dicapai	Presentase validasi
1	Kelengkapan Komponen RPP					
	a. Identitas sekolah	4,00	3,00	3,50		
	b. Identitas mata pelajaran	4,00	3,00	3,50		
	c. Kelas/Semeste	4,00	4,00	4,00		
	d. Materi pokok	4,00	3,00	3,50		
	e. Alokasi waktu	4,00	2,00	3,00		
	f. Kompetensi dasar	4,00	4,00	4,00		
	g. Indikator Pencapaian Kompetensi	4,00	4,00	4,00		
	h. Tujuan Pembelajaran	4,00	4,00	4,00		
	i. Materi Ajar	4,00	2,00	3,00		
	j. Metode Pembelajaran	4,00	2,00	3,00		
	k. Media Pembelajaran	4,00	3,00	3,50		
	l. Sumber Belajar	4,00	3,00	3,50		
	m. Langkah-Langkah Pembelajaran	4,00	3,00	3,50		
	n. Penilaian	4,00	2,00	3,00		
2	Isi yang disajikan					
	a. Identitas sekolah dan mata pelajaran	4,00	3,00	3,50	140,5	85,67%
	a) Nama satuan pendidikan ditulis dengan benar	4,00	3,00	3,50		
	b) Nama mata pelajaran sesuai dengan struktur kurikulum yang ditetapkan pada satuan pendidikan.	4,00	3,00	3,50		
	c) Jenjang kelas sesuai dengan struktur pengaturan sebutan kelas dan periode pembelajaran	4,00	3,00	3,50		
	d) Alokasi waktu dinyatakan dalam jam pelajaran dan banyaknya pertemuan	4,00	2,00	3,00		
	b. KD, indikator dan tujuan pembelajaran					
	a) KD dan Indikator	4,00	3,00	3,50		

	ditulis dengan jelas sesuai silabus			
b)	Ketepatan penjabaran KD	4,00	3,00	3,50
c)	Indikator dirumuskan dengan kata kerja operasional sesuai dengan perkembangan siswa dengan tepat, dapat diukur dan diamati ketercapaiannya.	3,00	3,00	3,00
d)	Indikator diurutkan sesuai kompleksitas KD	4,00	3,00	3,50
e)	Kejelasan dan kelogisan rumusan tujuan pembelajaran dan dorongan kemampuan berfikir tingkat tinggi	4,00	3,00	3,50
f)	Kelengkapan rumusan tujuan pembelajaran tersurat aspek ABCD (A = <i>audience</i> , B = <i>Behavior</i> , C = <i>Condition</i> , D = <i>Degree</i>)	4,00	3,00	3,50
c.	Materi pokok			
a)	Mendukung pencapaian KD	4,00	3,00	3,50
b)	Materi sesuai dengan rumusan indikator kompetensi	4,00	3,00	3,50
d.	Kegiatan Pembelajaran			
a)	Keguatan pembelajaran disesuaikan dengan KD dan Indikator	4,00	3,00	3,50
b)	Langkah kegiatan berupa kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan kegiatan penutup dicantumkan pada setiap kegiatan dengan jelas.	4,00	3,00	3,50
c)	Memuat aktivitas belajar yang berpusat pada siswa.	4,00	3,00	3,50
d)	Kegiatan pembelajaran	4,00	3,00	3,50

	mendukung tercapainya kompetensi dasar dan indikator			
	e. Alat dan Bahan			
	a) Alat dan bahan yang digunakan disajikan dengan jelas	4,00	3,00	3,50
	b) Alat dan bahan yang digunakan dapat menunjang ketercapaian KD dan indikator	4,00	3,00	3,50
	f. Sumber belajar			
	a) Menggunakan sumber belajar yang relevan dan dapat dipertanggung jawabkan	3,00	3,00	3,00
	b) Mendukung tercapainya KD dan Indikator kompetensi	4,00	3,00	3,50
	g. Penilaian			
	a) Prosedur penilaian dan instrumen penilaian sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi dan mengacu pada standar penilaian	3,00	2,00	2,50
3	a. Penulisan, ejaan dan susunan bahasa sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia (EBI)	3,00	3,00	3,00
	b. Struktur bahasa yang digunakan menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, komunikatif sehingga mudah dipahami	4,00	3,00	3,50
4	Format			
	a. Tiap bagian dapat diidentifikasi dengan jelas	4,00	3,00	3,50
	b. Pengaturan atau tata letak yang sesuai	4,00	3,00	3,50
	c. Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang sesuai.	4,00	3,00	3,50
	Kriteria Validasi			Sangat Valid

Keterangan Validator :

V₁ = Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

V₂ = Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si



4.4.2 Hasil Validasi RPP

LEMBAR VALIDASI
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Mata pelajaran : Fisika
Pokok Bahasan : Termodinamika
Kelas/Semester : XI/Genap
Validator :
RPP pertemuan ke- :

A. Tujuan
Tujuan menggunakan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dalam penelitian ini yang berjudul "Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis *Scientific Approach* Berbantuan *Virtual Laboratory* Untuk Melatih Kemampuan Berfikir Kritis Siswa di SMA/MA"

B. Petunjuk penilaian

- Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan tanda *check list* (✓) pada setiap indikator dengan penilaian skala penilaian Bapak/Ibu anggap paling sesuai.
- Apabila ada saran, koreksi maupun tambahan untuk perbaikan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran yang divalidasi, mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menuliskannya pada kolom yang telah disediakan dalam lembar validasi ini.
- Kriteria penilaian menggunakan ketentuan sebagai berikut.
Skor 1 : berarti tidak valid
Skor 2 : berarti kurang valid
Skor 3 : berarti valid
Skor 4 : berarti sangat valid

C. Penilaian Validitas

No	Aspek yang diamati	Nilai Pengamatan			
		1	2	3	4
1	Kelengkapan Komponen RPP				
	a. Identitas sekolah				✓
	b. Identitas mata pelajaran				✓
	c. Kelas/Semeste				✓
	d. Materi pokok				✓
	e. Alokasi waktu				✓
	f. Kompetensi dasar				✓
	g. Indikator Pencapaian Kompetensi				✓
	h. Tujuan Pembelajaran				✓
	i. Materi Ajar				✓
	j. Metode Pembelajaran				✓
	k. Media Pembelajaran				✓
	l. Sumber Belajar				✓
	m. Langkah-Langkah Pembelajaran				✓
n. Penilaian				✓	
2	Isi yang disajikan				✓
	a. Identitas sekolah dan mata pelajaran				✓

	a) Nama satuan pendidikan ditulis dengan benar				✓
	b) Nama mata pelajaran sesuai dengan struktur kurikulum yang ditetapkan pada satuan pendidikan.				✓
	c) Jenjang kelas sesuai dengan struktur pengaturan sebutan kelas dan periode pembelajaran				✓
	d) Alokasi waktu dinyatakan dalam jam pelajaran dan banyaknya pertemuan				✓
	b. KD, indikator dan tujuan pembelajaran				✓
	a) KD dan indikator ditulis dengan jelas sesuai silabus				✓
	b) Ketepatan penjabaran KD				✓
	c) Indikator dirumuskan dengan kata kerja operasional sesuai dengan perkembangan siswa dengan tepat, dapat diukur dan diamati ketercapaiannya.			✓	
	d) Indikator diurutkan sesuai kompleksitas KD				✓
	e) Kejelasan dan kelogisan rumusan tujuan pembelajaran dan dorongan kemampuan berfikir tingkat tinggi				✓
	f) Kelengkapan rumusan tujuan pembelajaran tersurat aspek ABCD (A = <i>audience</i> , B = <i>Behavior</i> , C = <i>Condition</i> , D = <i>Degree</i>)				✓
	c. Materi pokok				✓
	a) Mendukung pencapaian KD				✓
	b) Materi sesuai dengan rumusan indikator kompetensi				✓
	d. Kegiatan Pembelajaran				
	a) Kekuatan pembelajaran disesuaikan dengan KD dan Indikator				✓
	b) Langkah kegiatan berupa kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan kegiatan penutup dicantumkan pada setiap kegiatan dengan jelas.				✓
	c) Memuat aktivitas belajar yang berpusat pada siswa.				✓
	d) Kegiatan pembelajaran mendukung tercapainya kompetensi dasar dan indikator				✓
	e. Alat dan Bahan				
	a) Alat dan bahan yang digunakan disajikan dengan jelas				✓
	b) Alat dan bahan yang digunakan				✓

	dapat menunjang ketercapaian KD dan indikator				
	f. Sumber belajar				
	a) Menggunakan sumber belajar yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan			✓	
	b) Mendukung tercapainya KD dan Indikator kompetensi				✓
	g. Penilaian				
	a) Prosedur penilaian dan instrumen penilaian sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi dan mengacu pada standar penilaian				✓
3	a. Penulisan, ejaan dan susunan bahasa sesuai dengan Ejaan Bahasa Indonesia (EBI)			✓	
	b. Struktur bahasa yang digunakan menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, komunikatif sehingga mudah dipahami			✓	
4	Format				
	a. Tiap bagian dapat diidentifikasi dengan jelas				✓
	b. Pengaturan atau tata letak yang sesuai				✓
	c. Pemilihan jenis dan ukuran huruf yang sesuai.				✓

(Sumber: Diadaptasi dari Permendikbud No. 22 tahun 2016)

Simpulan Validator/Penilai

Lingkari jawaban berikut ini, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran ini :

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Belum dapat digunakan

Komentar atau Saran dari Validator:

.....

.....

.....

Jember,

Validator/Penilai


Albert D. L.

Lampiran 4.5 Hasil Tes Kemampuan Berpikir Kritis

4.5.1 Data hasil *pretest* dan *posttest*

No	NAMA SISWA	Nilai Pretest	Nilai Posttest
1	Ahmad Fikrian	40	70
2	Achmad Za`Im	35	65
3	Alfina Allyah	60	90
4	Arisandi Satria	10	75
5	Bernard Ranari	70	80
6	Cindi Eka	40	80
7	Di Ajeng Arum	45	85
8	Dian Nur	70	95
9	Dias Tania	45	80
10	Dina Citra	60	85
11	Ezza Bobby	40	75
12	Farouq Alfian	60	85
13	Fauzaan Ganang	45	65
14	Krisna Wibowo	50	80
15	Lio Syafriza	50	85
16	Majesty Nila	45	75
17	M. Daniel	60	95
18	Musa Sulaiman	60	65
19	Nabillah Tiara	40	75
20	Naifa Elvina	55	85
21	Nichiyoubi	35	70
22	Rikza Amalia	40	75
23	Rinda Dina	30	85
24	Ruri Dinda	35	75
25	Salsabila	45	85
26	Semesta Tualang	30	70
27	Shinta Nur	40	75
28	Sinta Nurul	30	80
29	Siti Husniatul	40	60
30	Sofia Lutfi	70	80
31	Ubaydila Dzakhir	40	70
32	Vioni Nikita	70	90
33	Viranda Syilfi	55	85
34	Vivin Ayu	35	75
35	Winanda	65	80
36	Yosita Elza	50	95



4.5.2 Contoh hasil pretest dan posttest

Contoh hasil pretest tertinggi

Nama: Dian Nur Fauziah
 Kelas: XI IPA 3
 No. absen: 08

Pretest No. **70** 16

1) a) Yang berperan dalam sistem: H_2, O_2, N_2 , air, bola.
 Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian

4 b) Yang berperan dalam lingkungan: katung, lilin
 Lingkungan adalah daerah diluar sistem yang membatasi dan mempengaruhi sistem.

c) Sebagai pembatas antara sistem dan lingkungan.

2) Yang akan terjadi berdasarkan percobaan diatas adalah volumenya tetap dan tekanannya berubah menjadi lebih besar dari semula.
 sesuai dengan rumus $P = \left(\frac{nR}{V} \right) T$.

3) Diket: $P_1 = 0,5 \text{ atm}$ Dit: proses A tekanan?
 $V_1 = 20,0 \text{ L}$
 $V_2 = 0,5 \text{ L}$

2 Jawab: $\Delta V = 20,0 \text{ L} - 0,5 \text{ L} = 19,5 \text{ L}$.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{1,20}{0,1} = 12$$

Proses isokhorik.

Contoh hasil pretest terendah

Anisndi Setria J.
 XI IPA 3/19

Pre-test No. **10**

1. a. Tabung, air, gas H_2, O_2, N_2 , bola, lilin; perangkat unsur yg secara teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas

2 b. Air, gas H_2, O_2, N_2 , gelembung; kombinasi antara kondisi fisik yg mencakup keadaan SDA

c. Untuk merampung air, gas, dan bola

2.

Contoh hasil posttest tertinggi

2

Post test

Nama: Dian Nur Fauziah
Kelas: XI IPA 3 / 08
No.: 95

1) a) Yang berperan sebagai sistem adalah air, H_2 , O_2 , N_2
Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi pusat perhatian.
b) Yang berperan sebagai lingkungan adalah bola, lilin.
Lingkungan adalah daerah diluar sistem yang mempengaruhi sistem
c) Fungsi tabung adalah sebagai pembatas 4

2) Yang terjadi berdasarkan proses termodinamika adalah volumenya tetap dan tekanannya menjadi lebih besar dari semula. 1

3) Isobarik
 $W = P(V_2 - V_1)$
 $W = 5(20 - 0,5)$ 2
 $W = 5 \cdot 19,5$
 $W = 97,5 \text{ Joule.}$

4) Diket: $T_1 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$
 $T_2 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$
 Dit: η ?
 Jawab: $\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$ 4
 $\eta = \frac{400 - 300}{400}$
 $\eta = \frac{100}{400}$
 $\eta = \frac{1}{4} \times 100\%$
 $\eta = 25\%$

Contoh hasil posttest terendah

No. _____
Date: 31

Post test

NAMA: SITI HUSNIATUL HASANAH
KELAS: XI IPA 3
ABSEN: 29. 60

1. a. Sistem adalah sesuatu yang menjadi pusat perhatian berperan sebagai sistem: air, gas H_2 , O_2 , N_2
b. lingkungan adalah daerah diluar sistem berperan sebagai lingkungan: lilin dan bola
c. Fungsi tabung sebagai pembatas antara sistem dengan lingkungan. 4

5. $T_1 = 127^\circ\text{C} + 273 = 400 \text{ K}$
 $T_2 = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$

$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{100}{400}$
 $= \frac{400 - 300}{400} = \frac{1}{4} \Rightarrow 25\%$

Lampiran 4.6 Analisis pencapaian Aspek Kemampuan Berpikir Kritis4.6.1 Pencapaian Aspek Kemampuan Berpikir Kritis *Posttest*

Nama	Interpretasi	Analisis	Eksplanasi	Inferensi	Evaluasi
Ahmad Fikrian	15	15	10	10	20
Achmad Za`Im	20	5	15	5	20
Alfina Allyah	20	15	15	20	20
Arisandi Satria	15	10	10	20	20
Bernard Ranari	20	10	10	20	20
Cindi Eka	20	5	15	20	20
Di Ajeng Arum	20	10	15	20	20
Dian Nur	20	20	15	20	20
Dias Tania	20	5	15	20	20
Dina Citra	20	10	15	20	20
Ezza Bobby	20	10	10	15	20
Farouq Alfian	20	10	15	20	20
Fauzaan Ganang	20	5	10	10	20
Krisna Wibowo	20	10	10	20	20
Lio Syafriza	15	15	15	20	20
Majesty Nila	15	15	5	20	20
M. Daniel	20	20	15	20	20
Musa Sulaiman	15	10	10	10	20
Nabillah Tiara	15	5	15	20	20
Naifa Elvina	20	20	15	10	20
Nichiyoubi	20	5	15	10	20
Rikza Amalia	15	15	5	20	20
Rinda Dina	20	15	10	20	20
Ruri Dinda	15	10	10	20	20
Salsabila	20	10	15	20	20
Semesta Tualang	15	10	10	15	20
Shinta Nur	15	5	15	20	20
Sinta Nurul	20	10	10	20	20
Siti Husniatul	15	15	10	15	15
Sofia Lutfi	20	10	10	20	20
Ubaydila Dzakhir	20	5	10	15	20
Vioni Nikita	20	15	15	20	20
Viranda Syilfi	20	10	15	20	20
Vivin Ayu	20	5	10	20	20
Winanda	20	15	5	20	20
Yosita Elza	20	20	15	20	20
total	665	400	435	635	715
Skor maksimal	720	720	720	720	720

Nilai per aspek	92,36	55,55	60,41	88,19	99,30
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------

Keterangan :

Skor maksimum 20 setiap soal



4.6.2 Data Pengelompokan Skor Kemampuan Berpikir Kritis

Nama	Interpretasi		Analisis		Eksplanasi		Inferensi		Evaluasi	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
Ahmad Fikrian	75	C	75	C	50	SK	50	SK	100	SB
Achmad Za`Im	100	SB	25	SK	75	C	25	SK	100	SB
Alfina Allyah	100	SB	75	C	75	C	100	SB	100	SB
Arisandi Satria	75	C	50	SK	50	SK	100	SB	100	SB
Bernard Ranari	100	SB	50	SK	50	SK	100	SB	100	SB
Cindi Eka	100	SB	25	SK	75	C	100	SB	100	SB
Di Ajeng Arum	100	SB	50	SK	75	C	100	SB	100	SB
Dian Nur	100	SB	100	SB	75	C	100	SB	100	SB
Dias Tania	100	SB	25	SK	75	C	100	SB	100	SB
Dina Citra	100	SB	50	SK	75	C	100	SB	100	SB
Ezza Bobby	100	SB	50	SK	50	SK	75	C	100	SB
Farouq Alfian	100	SB	50	SK	75	C	100	SB	100	SB
Fauzaan Ganang	100	SB	25	SK	50	SK	50	SK	100	SB
Krisna Wibowo	100	SB	50	SK	50	SK	100	SB	100	SB
Lio Syafriza	75	C	75	C	75	C	100	SB	100	SB
Majesty Nila	75	C	75	C	25	SK	100	SB	100	SB
M. Daniel	100	SB	100	SB	75	C	100	SB	100	SB
Musa Sulaiman	75	C	50	SK	50	SK	50	SK	100	SB
Nabillah Tiara	75	C	25	SK	75	C	100	SB	100	SB
Naifa Elvina	100	SB	100	SB	75	C	50	SK	100	SB
Nichiyoubi	100	SB	25	SK	75	C	50	SK	100	SB
Rikza Amalia	75	C	75	C	25	SK	100	SB	100	SB
Rinda Dina	100	SB	75	C	50	SK	100	SB	100	SB
Ruri Dinda	75	C	50	SK	50	SK	100	SB	100	SB

Salsabila	100	SB	50	SK	75	SK	100	SB	100	SB
Semesta Tualang	75	C	50	SK	50	SK	75	C	100	SB
Shinta Nur	75	C	25	SK	75	C	100	SB	100	SB
Sinta Nurul	100	SB	50	SK	50	SK	100	SB	100	SB
Siti Husniatul	75	C	75	C	50	SK	75	C	75	C
Sofia Lutfi	100	SB	50	SK	50	SK	100	SB	100	SB
Ubaydila Dzakhir	100	SB	25	SK	50	SK	75	C	100	SB
Vioni Nikita	100	SB	75	C	75	C	100	SB	100	SB
Viranda Syilfi	100	SB	50	SK	75	C	100	SB	100	SB
Vivin Ayu	100	SB	25	SK	50	SK	100	SB	100	SB
Winanda	100	SB	75	C	25	SK	100	SB	100	SB
Yosita Elza	100	SB	100	SB	75	C	100	SB	100	SB

Keterangan:

SB : Sangat Baik

C : Cukup

SK : Sangat Kurang Baik

Lampiran 4.7 Hasil Respon Siswa

Data dan Analisis Respon Siswa

No	Nama Siswa	Kemudahan Penggunaan						Waktu			Daya Tarik		
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
1	Ahmad Fikrian	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
2	Achmad Za`Im	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
3	Alfina Allyah	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
4	Arisandi Satria	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0
5	Bernard Ranari	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
6	Cindi Eka	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
7	Di Ajeng Arum	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
8	Dian Nur	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
9	Dias Tania	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
10	Dina Citra	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
11	Ezza Bobby	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
12	Farouq Alfian	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
13	Fauzaan Ganang	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
14	Krisna Wibowo	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
15	Lio Syafriza	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
16	Majesty Nila	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
17	M. Daniel	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
18	Musa Sulaiman	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
19	Nabillah Tiara	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
20	Naifa Elvina	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
21	Nichiyoubi	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
22	Rikza Amalia	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1

23	Rinda Dina	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
24	Ruri Dinda	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
25	Salsabila	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
26	Semesta Tualang	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
27	Shinta Nur	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
28	Sinta Nurul	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
29	Siti Husniatul	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
30	Sofia Lutfi	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
31	Ubaydila Dzakhir	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
32	Vioni Nikita	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
33	Viranda Syilfi	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
34	Vivin Ayu	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
35	Winanda	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
36	Yosita Elza	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1
	Jumlah respon positif	36	36	33	36	34	32	30	23	33	30	32	31
	Presentase respon positif	100%	100%	91,66%	100%	94,44%	88,88%	83,33%	63,88%	91,66%	83,33%	88,88%	86,11%
	Presentase respon negatif	0%	0%	8,34%	0%	5,56%	11,12%	16,67%	36,12%	8,34%	16,67%	11,12%	13,89%
	Rata-rata respon positif	89%											
	Rata-rata respon negatif	11%											

Keterangan : P = Pertanyaan

4.7.1 Contoh Hasil Respon Siswa

ANGKET RESPON SISWA

Nama Sekolah : SMAN 4 Jember
 Kelas/Semester : XI/Genap
 Mata Pelajaran : Fisika
 Pokok Bahasan : Termodinamika
 Nama Siswa : CINDI EFA PUTRI

Petunjuk !

Berilah tanda cek (√) pada kolom penilaian yang sesuai menurut pendapat Anda!

No	Pertanyaan	Respon	
		Ya	Tidak
1	Pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> lebih mudah dipahami siswa	✓	
2	Pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> memudahkan dalam proses mengamati karena terdapat gambar ilustrasi yang jelas.	✓	
3	Pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> memudahkan dalam proses menyanya karena terdapat pendahuluan yang mudah untuk dipahami.	✓	
4	Pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> memudahkan dalam proses mencoba karena terdapat panduan praktikum menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami.	✓	
5	Pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> dapat melatih kemampuan berfikir kritis siswa.	✓	
6	Belajar menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> lebih menyenangkan.	✓	
7	Pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> membutuhkan waktu yang cukup lama dan tidak efisien		✓
8	Lebih menyerap pelajaran secara mandiri daripada bergantung pada guru atau teman	✓	
9	Membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan percobaan menggunakan <i>virtual laboratory</i>		✓
10	Pembelajaran menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i> membuat siswa menjadi malas belajar		✓
11	Bahasa yang digunakan dalam LKS terlalu rumit atau tidak mudah dipahami		✓
12	Minat belajar fisika bertambah karena lebih menyenangkan menggunakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>	✓	

(Sumber: Sunarti dan Rahmawati, 2014 dengan modifikasi oleh peneliti)

Saran :

.....

Jember, 08-02-2019

Responden,


 (.....)

LAMPIRAN 4.8 KISI-KISI SOAL TES KEMAMPUAN BERFIKIR KRITIS

KISI – KISI SOAL *PRE-TEST* DAN *POST-TEST* KETERAMPILAN BERFIKIR KRITIS MATERI TERMODINAMIKA

Satuan pendidikan : SMA Negeri 4 Jember
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas : XI
 Alokasi Waktu : 45 menit
 Jumlah Soal : 5
 Jenis Soal : Uraian
 Kompetensi Dasar : 3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal deal dengan menerapkan Hukum Termodinamika.

NO	Kompetensi Dasar	Indikator Keterampilan Berfikir Kritis	Indikator	Butir Soal	Klasifikasi
1	Menganalisis perubahan keadaan gas ideal deal dengan menerapkan Hukum Termodinamika.	Intepretasi	3.7.1 Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan.	1. Dalam sebuah tabung dimasukkan air, gas H ₂ , O ₂ , N ₂ dan ditutup dengan bola yang dimasukkan pada pangkal tabung diamati siswa. Kemudian tabung tersebut dipanaskan menggunakan lilin sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung tabung. Berdasarkan penjelasan di atas, maka: a. Apa sajakah yang berperan sebagai sistem? Apakah yang dimaksud dengan sistem? b. Apa sajakah yang berperan sebagai lingkungan? Apakah yang dimaksud dengan lingkungan? c. Apakah fungsi dari tabung tersebut? (SOAL UIN SYARIF HIDAYATULLAH)	C4

2		Analisis	3.7.2 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	2. Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Jika gas ideal dimampatkan secara isokhorik sampai suhunya menjadi 3 kali suhu awal. Apa yang terjadi pada tekanan dan volumenya? Jelaskan berdasarkan proses termodinamika ! (SOAL UIN SYARIF HIDAYATULLAH)	C4
3		Eksplanasi	3.7.3 Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume	3. Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. Proses ini direpresentasikan pada gambar dibawah ini. (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperatur turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan tempertur dibiarkan naik (garis DA) sampai temperatur mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). Proses apakah yang terjadi pada proses BDA ? dan hitunglah total usaha yang dilakukan oleh proses tersebut !	C4

				<p>Gambar (i)</p> <p>(SOAL GIANCOLI, 2001:523)</p>	
4	Inferensi	3.7.6 Menghitung efisiensi mesin Carnot	4. Efisiensi mesin Carnot adalah $\frac{1}{8}$. Kemudian suhu reservoir rendah dikurangi sebesar 40 K dan mengakibatkan efisiensi mesin Carnot naik sampai dengan $\frac{1}{4}$. Hitunglah reservoir tinggi dan reservoir rendah pada mesin Carnot tersebut. (SOAL UN FISIKA SMA 2014 PAKET 6 NOMOR 19)	C4	
5	Evaluasi	3.7.6 Menghitung efisiensi mesin Carnot	5. Sebuah mesin Carnot menyerap panas dari tandon panas bertemperatur 127°C dan membuang sebagian panasnya ke tandon dingin bertemperatur 27°C efisiensi terbesar yang dapat dicapai oleh mesin Carnot tersebut adalah.... (SOAL SNMPTN 2010)	C5	

LAMPIRAN 4.9 RUBRIK PENILAIAN SOAL TES KEMAMPUAN BERFIKIR KRITIS

RUBRIK PENILAIAN BERDASARKAN INDIKATOR BERFIKIR KRITIS

No	Soal	Kunci jawaban	Skor	Kriteria
1	<p>Dalam sebuah tabung dimasukkan air, gas H₂, O₂, N₂ dan ditutup dengan bola yang dimasukkan pada pangkal tabung diamati siswa. Kemudian tabung tersebut dipanaskan menggunakan lilin sehingga air mulai terlihat gelembung-gelembung yang bergerak dan bola bergerak ke ujung tabung. Berdasarkan penjelasan di atas, maka:</p> <p>a. Apa sajakah yang berperan sebagai sistem? Apakah yang dimaksud dengan sistem?</p> <p>b. Apa sajakah yang berperan sebagai lingkungan? Apakah yang dimaksud dengan lingkungan?</p> <p>c. Apakah fungsi dari tabung tersebut?</p>	<p>a. Dalam peristiwa tersebut, yang berperan sebagai sistem adalah air, gas H₂, O₂, N₂. Sistem adalah segala sesuatu yang menjadi objek pengamatan (penelitian) atau sekumpulan benda yang hendak diteliti.</p> <p>b. Dalam peristiwa tersebut, yang berperan sebagai lingkungan adalah lilin dan bola. Lingkungan adalah segala sesuatu diluar sistem atau segala sesuatu yang mempengaruhi sistem.</p> <p>c. Tabung tersebut berfungsi sebagai dinding pembatas antara sistem dan lingkungan.</p>	4	Siswa dapat menyebutkan dan menjelaskan dengan benar dan tepat sesuai dengan makna pernyataan.
			3	Siswa dapat menyebutkan dan menjelaskan, namun kurang tepat dalam menjelaskan.
			2	Siswa hanya menyebutkan saja tanpa ada penjelasan.
			1	Siswa berusaha menjawab, namun kurang benar
2	<p>Dua orang siswa melakukan percobaan dengan memanaskan sebuah tabung berisi gas ideal. Jika gas ideal dimampatkan secara isokhorik sampai suhunya menjadi 3 kali suhu awal. Apa yang terjadi pada tekanan dan volumenya? Jelaskan berdasarkan proses termodinamika !</p>	<p>Yang terjadi pada tekanan adalah menjadi tiga kali semula, dengan volumenya tetap (isokhorik) dan tekanan sebanding dengan suhu.</p> <p>Penjelasan ilmiah: (tekanan sebanding dengan suhu)</p> <p>Diketahui:</p> $P_1 = P_1$	4	Siswa dapat mengidentifikasi pernyataan dan menjelaskan dengan benar dan tepat sesuai dengan kunci jawaban
			3	Siswa dapat mengidentifikasi pernyataan dan menjelaskan tetapi kurang tepat dengan kunci jawaban
			2	Siswa dapat menjelaskan saja namun tidak tepat dengan kunci jawaban

		$T_2 = 3T_1$ $V_1 = V_2 = V \text{ (Isokhorik)}$ <p>Ditanya: P_2?</p> <p>Penyelesaian:</p> $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{3T_1}$ $P_2 = 3P_1$ <p><i>Kemudian dengan tidak adanya perubahan volume ($V = 0$) maka usaha akan bernilai nol:</i></p> $W = p\Delta V$ $W = p(0)$ $W = 0$ <p><i>Usaha akan sama dengan nol, maka sistem tidak melakukan usaha.</i></p>	1	Siswa berusaha menjawab, namun kurang benar
3	<p>Sebuah gas ideal dimampatkan secara perlahan pada tekanan konstan 5,0 atm dari 20,0 L menjadi 0,5 L. Proses ini direpresentasikan pada gambar dibawah ini. (i) sebagai lintasan B ke D (dalam proses ini, sejumlah kalor mengalir keluar dari gas dan temperatur turun). Kalor kemudian ditambahkan ke gas, volume dipertahankan tetap konstan, serta tekanan dan tempertur dibiarkan naik (garis DA) sampai temperatur mencapai nilai awalnya ($T_A = T_B$). Proses apakah yang terjadi pada proses BDA ? dan hitunglah total usaha yang dilakukan oleh</p>	<p>Diketahui :</p> $p = 5,0 \text{ atm} = 5 \left(1,01 \times \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} \right)$ $= 5,05 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ $V_1 = 20 \text{ L} = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ $V_2 = 0,5 \text{ L} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ <p>Ditanya :</p> <p>Proses pada BDA dan total usaha yang dilakukan oleh gas dalam proses BDA</p> <p>?</p> <p>Jawab :</p> <p>Proses yang terjadi pada BD adalah</p>	4	Siswa dapat menganalisis gambar dan menjawab dengan benar dan tepat sesuai dengan kunci jawaban.
			3	Siswa dapat menganalisis gambar dan menjawab soal tetapi kurang tepat dengan kunci jawaban.

	<p>proses tersebut!</p>	<p>isobarik. Dapat dilihat dari grafik proses yang terjadi yaitu pada tekanan tetap. Sedangkan pada proses DA adalah isokhorik. Dapat dilihat dari grafik proses yang terjadi yaitu pada volume konstan. Sepanjang proses BD, maka usaha yang dilakukan adalah :</p> $W = P \Delta V = P (V_2 - V_1)$ $= 5,05 \times 10^5 (5 \times 10^{-3} - 20 \times 10^{-3})$ $= 5,05 \times 10^5 (-15 \times 10^{-3})$ $= -75,75 \times 10^2$ $= -7,575 \times 10^3 J$ <p>Total usaha yang dilakukan oleh gas adalah $-7,575 \times 10^3 J$, tanda minus berarti bahwa $+7,575 \times 10^3 J$ usaha dilakukan kepada gas.</p>	<p>2</p>	<p>Siswa hanya bisa menganalisis gambar saja tetapi menjawab soalnya kurang tepat.</p>
			<p>1</p>	<p>Siswa berusaha menjawab, namun kurang benar</p>
<p>4</p>	<p>Efisiensi mesin Carnot adalah $\frac{1}{8}$. Kemudian suhu reservoir rendah dikurangi sebesar 40 K dan mengakibatkan efisiensi mesin Carnot naik sampai dengan $\frac{1}{4}$. Hitunglah reservoir tinggi dan reservoir rendah pada mesin Carnot tersebut.</p>	<p>Diketahui :</p> $\eta_1 = \frac{1}{8} ; \eta_2 = \frac{1}{4}$ <p>Ditanya :</p> <p>Suhu reservoir tinggi = T_1 Suhu reservoir rendah = T_2 Jawab :</p> <p>- Langkah 1</p>	<p>4</p>	<p>Siswa menjawab sesuai dengan kunci jawaban</p>

	$\eta_1 = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $\frac{1}{8} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $\frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{1}{8}$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{7}{8} \dots\dots\dots(i)$ <p>- Langkah 2</p> $\eta_2 = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $\frac{1}{4} = 1 - \frac{T_2 - 40}{T_1}$ $\frac{T_2 - 40}{T_1} = 1 - \frac{1}{4}$ $\frac{T_2 - 40}{T_1} = \frac{3}{4}$ $\frac{T_2}{T_1} - \frac{40}{T_1} = \frac{3}{4}, \text{ substitusi ke pers.(i)}$ $\frac{7}{8} - \frac{40}{T_1} = \frac{3}{4}$ $\frac{7}{8} - \frac{3}{4} = \frac{40}{T_1}$ $\frac{7}{8} - \frac{6}{8} = \frac{40}{T_1}$ $\frac{1}{8} = \frac{40}{T_1}$ $T_1 = 320K$ <p>Untuk mencari T_2, dapat menggunakan persamaan (i)</p> $\frac{T_2}{T_1} = \frac{7}{8}$ $\frac{T_2}{320} = \frac{7}{8}$ $T_2 = 280 K$ <p>Jadi $T_1 = 320 K$ dan $T_2 = 280 K$</p>	<p>3</p> <p>Siswa menjawab sampai dengan langkah 2 atau terjawab semua namun kurang tepat</p> <hr/> <p>2</p> <p>Siswa hanya menjawab sampai dengan langkah satu atau hanya menuliskan diketahui.</p> <hr/> <p>1</p> <p>Siswa berusaha menjawab, namun kurang benar</p>
--	--	--

5	Sebuah mesin carnot menyerap panas dari tandon panas bertemperatur 127°C dan membuang sebagian panasnya ke tandon dingin bertemperatur 27°C efisiensi terbesar yang dapat dicapai oleh mesin carnot tersebut adalah....	Diketahui $T_1 = 127^\circ\text{C} = 400\text{K}$ $T_2 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$ Ditanya : efisiensi mesin carnot = ? Jawab : $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$ $\eta = \left(1 - \frac{300}{400}\right) \times 100\%$ $\eta = \frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$	4	Siswa menjawab sesuai dengan kunci jawaban
			3	Siswa menjawab sesuai dengan kunci tetapi kurang lengkap
			2	Siswa berusaha menjawab, namun kurang benar
			1	Siswa hanya menuliskan diketahui

LAMPIRAN 4.10 SILABUS

SILABUS

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 4 Jember

Kelas/Semester : XI/Genap

Mata Pelajaran : Fisika

Kompetensi Inti :

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif 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, dan prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik 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 melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

Kompetensi Dasar	Indikator	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian			Alokasi Waktu	Sumber Belajar
				Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen		
3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal deal dengan menerapkan Hukum Termodinamika.	3.7.1 Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan. 3.7.2 Menjelaskan proses – proses termodinamika (gas ideal) 3.7.3 Menganalisis perubahan	Hukum-hukum Termodinamika: • Hukum I Termodinamika • Proses-proses termodinamika • Hukum II	<ul style="list-style-type: none"> Guru mendemonstrasikan tentang suatu ilustrasi yang berkaitan tentang Termodinamika. Menganalisis 	Tes - Tes tulis di akhir pembelajaran yang digunakan untuk mengetahui berpikir kritis	- Soal <i>post-test</i> kemampuan berpikir kritis.	Terlampir	3 JP	- Buku teks Fisika kelas XI - LKS dengan pendekatan <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> - Sumber atau referensi lain

	<p>keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>3.7.4 Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume</p> <p>3.7.5 Mengidentifikasi peristiwa-</p>	<p>Termodinamika</p>	<p>is LKS dengan pendekatan <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> tentang bagaimana proses-proses termodinamika.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis menggunakan LKS 	<p>siswa (<i>Post-test</i>).</p>					<p>- Internet</p>
--	--	----------------------	---	----------------------------------	--	--	--	--	-------------------

<p>4.7 Merencanakan dan Melakukan percobaan Hukum Ke-</p>	<p>peristiwa Hukum Termodinamika ke-2 3.7.6 Mendeskripsikan prinsip kerja mesin Carnot. 3.7.7 Menghitung efisiensi mesin Carnot 4.7.1 Melakukan percobaan dan menyajikan hasil</p>		<p>dengan pendekatan <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> tentang bagaimana perubahan gas ideal dengan menerapkan hukum I Termodinamika. • Menganalisis LKS dengan</p>					
---	--	--	---	--	--	--	--	--

<p>I dan Ke-II Termodina mika dan makna fisisnya</p>	<p>percobaan proses- proses termodinam ika 4.7.2 Melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan mesin carnot.</p>		<p>pendekatan <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> tentang bagaimana proses – proses termodina mika. • Menganalis is dengan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan</p>					
--	---	--	---	--	--	--	--	--

			<p><i>virtual laboratory</i> proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan terhadap volume.</p> <ul style="list-style-type: none">• Melakukan percobaan menggunakan LKS dengan pendekatan <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual</i>				
--	--	--	--	--	--	--	--

			<p><i>laboratory</i></p> <p>tentang</p> <p>proses-</p> <p>proses</p> <p>termodina</p> <p>mika.</p> <ul style="list-style-type: none">• Melakukan percobaan menggunakan LKS dengan pendekatan <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> tentang mesin				
--	--	--	--	--	--	--	--

			<p>Carnot.</p> <ul style="list-style-type: none">• Menyajikan dan menganalisis hasil dari percobaan di dalam LKS dan menyimpulkan percobaan dari data yang diperoleh dari praktikum.				
--	--	--	--	--	--	--	--

**LAMPIRAN 4.11 RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
PERTEMUAN 1 DAN 2****RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Sekolah	: SMA Negeri 4 Jember
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XI/GENAP
Materi Pokok	: Proses Termodinamika
Alokasi Waktu	: 4 x 45 menit (2 pertemuan)

A. KOMPETENSI INTI (KI)

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif 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, dan prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik 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 melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR

KD – 3	KD – 4
3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika	4.7 Merencanakan dan Melakukan percobaan Hukum Ke-I dan Ke-II Termodinamika dan makna fisisnya
Indikator	Indikator
3.7.1 Menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan.	4.7.1 Melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan proses-proses termodinamika
3.7.2 Menjelaskan proses – proses termodinamika (gas ideal)	
3.7.3 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari	
3.7.4 Menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume	

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

- 3.7.1 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*, peserta didik mampu menjelaskan pengertian sistem dan lingkungan.
- 3.7.2 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*, peserta didik mampu menjelaskan proses-proses termodinamika.

3.7.3 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*, peserta didik mampu menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.

3.7.4 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*, peserta didik mampu menganalisis proses gas ideal berdasarkan grafik tekanan-volume.

4.7.1 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*, peserta didik mampu melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan proses-proses termodinamika

D. MATERI PEMBELAJARAN

1) KONSEP HUKUM KE I TERMODINAMIKA

Faktual

Orang menyimpan air panas dalam termos

Konseptual:

Pada saat gas dalam ruang tertutup diberi kalor maka kalor tersebut dimanfaatkan untuk melakukan usaha dan merubah energi dalamnya.

Bunyi Hukum Termodinamika ke – I adalah Jumlah kalor pada suatu sistem sama dengan perubahan energi dalam sistem tersebut ditambah usaha yang dilakukan oleh sistem.

Secara matematis, Hukum Pertama Termodinamika dituliskan sebagai berikut.

$$\Delta U = Q - W$$

Dengan :

Q = kalor yang diterima atau dilepaskan oleh sistem

$\Delta U = U_2 - U_1$ = perubahan energi sistem

W = kerja yang dilakukan sistem

Perjanjian tanda yang berlaku untuk tersebut adalah sebagai berikut.

1. Jika sistem melakukan kerja maka nilai W berharga positif.
2. Jika sistem menerima kerja maka nilai W berharga negatif
3. Jika sistem melepas kalor maka nilai Q berharga negatif

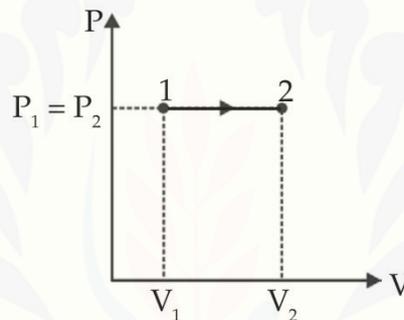
4. Jika sistem menerima kalor maka nilai Q berharga positif

2) PROSES-PROSES TERMODINAMIKA

Proses termodinamika adalah perubahan keadaan gas, yaitu tekanan, volume dan suhunya. Perubahan ini diiringi dengan perubahan kalor, usaha dan energi dalamnya. Proses-proses yang memiliki sifat-sifat khusus ada empat contoh seperti berikut:

a. Isobarik

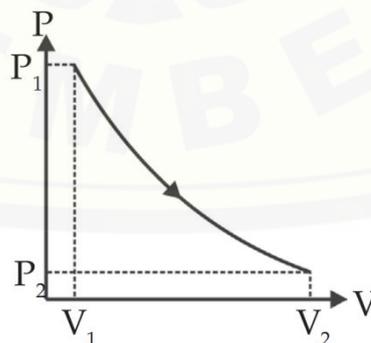
Proses Isobarik adalah proses perubahan gas dengan tekanan tetap. Pada garis $P - V$ Proses Isobarik dapat digambarkan seperti pada gambar berikut.



Grafik (P-V) proses isobarik

b. Isotermal

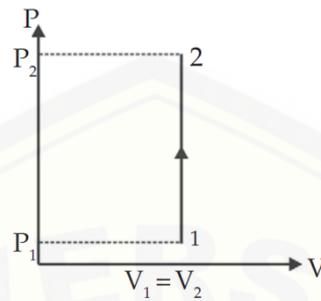
Proses Isotermal adalah proses perubahan gas dengan suhu tetap. Perhatikan grafikk pada gambar dibawah.



Grafik (P-V) proses isotermal

c. Isokhorik

Proses isokhorik adalah proses perubahan gas dengan volume tetap. Pada grafik $P.V$ dapat digambarkan seperti pada gambar dibawah.

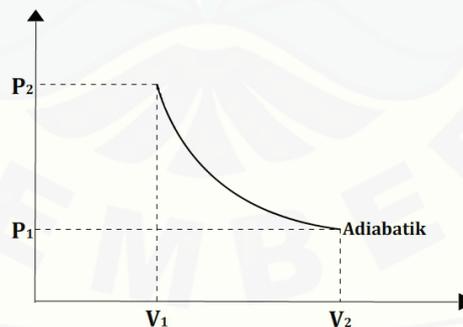


Grafik (P-V) proses isokhorik

Karena volumenya tetap berarti usaha pada gas ini nol, $W = 0$. Pada proses isokorik, usaha yang dilakukan gas adalah nol, maka $Q = \Delta U$. Dengan demikian semua kalor yang masuk digunakan untuk menaikkan tenaga dalam sistem.

d. Adiabatik

Proses adiabatik adalah salah satu proses yang terjadi sangat cepat atau terjadi dalam suatu sistem yang terisolasi dengan baik sehingga tidak ada transfer energi panas yang terjadi antara sistem dan lingkungannya.



Grafik (P-V) proses adiabatik

2) METODE PEMBELAJARAN

- Metode Pembelajaran : Diskusi, Eksperimen, Tanya Jawab dan Presentasi
 Pendekatan : Pendekatan Ilmiah (*scientific*)
 Model Pembelajaran : Kooperatif tipe STAD

3) **MEDIA PEMBELAJARAN DAN SUMBER BELAJAR****a. Media Pembelajaran :**

- 1) Laptop/LCD
- 2) Phet Simulations

Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory*

b. Sumber Belajar:

- 1) Buku Fisika: Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI

4) **LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN PEMBELAJARAN**

a. Kegiatan pendahuluan

Kegiatan	Deskripsi kegiatan		Alokasi waktu
	Guru	Siswa	
Fase I Menyampaikan tujuan pembelajaran dan motivasi siswa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pembelajaran dengan salam 2. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai 3. Guru memberikan apersepsi terkait proses termodinamika : “Pernahkah kalian memasak air ? Apa yang kalian lihat pada saat air mendidih ?” 4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menjawab salam dari guru 2. Siswa berdoa bersama-sama sebalumpelajaran dimulai 3. Siswa mendengarkan apersepsi yang diberikan oleh guru dan menjawab pertanyaan dari guru. 4. Siswa mendengarkan guru menyampaikan tujuan pembelajaran 	10 menit

b. Kegiatan inti

Kegiatan	Deskripsi kegiatan		Alokasi waktu
	Guru	Siswa	
Fase 2 Menyajikan/ menyampaikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya mengenai apersepsi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa bertanya kepada guru terkait apersepsi 	160 menit

informasi	<p>yang diberikan guru.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Guru menjelaskan terkait proses-proses termodinamika 3. Guru membagikan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> 4. Guru memberikan penjelasan cara penggunaan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> 5. Guru mengelompokkan siswa menjadi kelompok kecil yang beranggotakan 4 sampai 5 orang yang dipilih secara acak (heterogen) 6. Guru meminta siswa untuk berkumpul dengan kelompoknya 7. Guru mempersilahkan siswa untuk mengerjakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> 8. Guru mempersilahkan siswa untuk menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan 9. Guru mempersilahkan siswa untuk melakukan percobaan proses termodinamika isothermal (LKS 01) 10. Guru mempersilahkan 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Siswa mendengarkan penjelasan guru 3. Siswa menerima LKS yang dibagikan oleh guru. 4. Siswa mendengarkan penjelasan dari guru terkait cara penggunaan LKS dan bertanya bila kurang paham. 5. Siswa berkumpul dengan sesuai kelompok yang telah dibagi oleh guru. 6. Siswa mengerjakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i> 7. Siswa menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan 8. Siswa melakukan percobaan LKS 01 9. Siswa melakukan 	
Fase 3 Mengorganisasi siswa dalam kelompok-kelompok belajar			
Fase 4 Membimbing kelompok bekerja dan belajar			
Fase 5 Evaluasi			

	<p>siswa untuk melakukan percobaan proses termodinamika isobarik dan isokhorik (LKS 02)</p> <p>11. Guru membimbing siswa jika ada siswa yang belum paham dengan LKS</p> <p>12. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengolah data dan menjawab pertanyaan pada LKS 01 dan LKS 02.</p> <p>13. Guru meminta siswa untuk mengkomunikasikan hasil percobaan didepan kelas</p> <p>14. Guru memberikan penjelasan terkait percobaan LKS 01 dan 02.</p>	<p>percobaan LKS 02</p> <p>10. Siswa bertanya kepada guru jika ada langkah percobaan yang belum dipahami.</p> <p>11. Siswa mengerjakan analisis data dan pertanyaan secara individu berdasarkan isi LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i></p> <p>12. Siswa mengkomunikasikan hasil percobaan didepan kelas</p> <p>13. Siswa bertanya terkait materi.</p> <p>14. Siswa mendengarkan penjelasan dari guru terkait percobaan LKS 01 dan 02.</p>	
--	---	---	--

c. Kegiatan penutup

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan		Alokasi waktu
	Guru	Siswa	
Penutup	<p>1. Guru mereview kegiatan pembelajaran</p> <p>2. Guru mengajak siswa untuk menyimpulkan hasil pembelajaran secara</p>	<p>1. Siswa mendengarkan guru dan bertanya apabila ada yang kurang paham.</p> <p>2. Siswa menyimpulkan hasil pembelajaran</p>	10 menit

	bersama-sama terkait pembelajaran 3. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin doa sebelum mengakhiri pembelajaran.	secara bersama-sama. 3. Siswa berdoa menurut keyakinan masing-masing.	
--	--	--	--

d. Penilaian

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
1. Observasi	Instrumen keterampilan berkomunikasi dan penilaian sikap
2. Tes	Tes tertulis uraian dan pilihan ganda untuk mengetahui kemampuan berfikir kritis siswa
3. Penilaian unjuk kerja	Hasil pengerjaan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>virtual laboratory</i>

..... 2019

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran Fisika

Peneliti,
Mahasiswa

.....

.....

RPP PERTEMUAN 3**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Sekolah : SMAN Negeri 4 Jember
 Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/GENAP
 Materi Pokok : Hukum ke-2 Termodinamika
 Alokasi Waktu : 2 x 45 menit (1 pertemuan)

A. KOMPETENSI INTI (KI)

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif 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, dan prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik 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 melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.

B. KOMPETENSI DASAR (KD) DAN INDIKATOR

KD – 3	KD – 4
3.7 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum Termodinamika	4.7 Merencanakan dan Melakukan percobaan Hukum Ke-I dan Ke-II Termodinamika dan makna fisisnya

KD – 3	KD – 4
Indikator	Indikator
3.7.5 Mengidentifikasi peristiwa-peristiwa Hukum Termodinamika ke-2	4.7.2 Melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan mesin carnot.
3.7.6 Mendeskripsikan prinsip kerja mesin Carnot	
3.7.7 Menghitung efisiensi mesin Carnot	

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

3.7.4 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* , peserta didik mampu mengidentifikasi peristiwa-peristiwa Hukum Termodinamika ke-2

3.7.5 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* , peserta didik mampu mendeskripsikan prinsip kerja mesin Carnot.

3.7.6 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* , peserta didik mampu menghitung efisiensi mesin Carnot.

4.7.2 Melalui LKS berbasis *Scientific Approach* berbantuan *virtual laboratory* , peserta didik mampu melakukan percobaan dan menyajikan hasil percobaan mesin carnot.

D. MATERI PEMBELAJARAN

SIKLUS TERMODINAMIKA

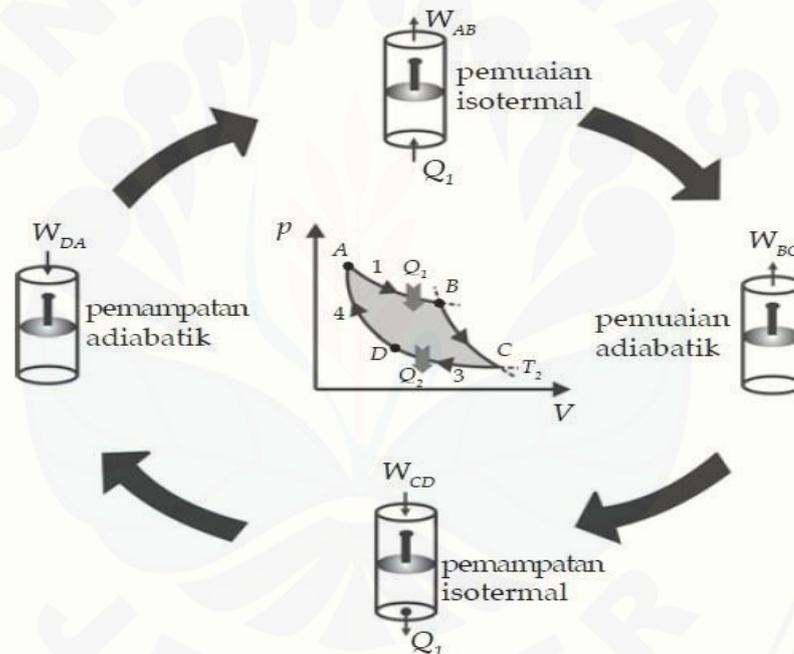
a. Proses reversibel dan tidak reversibel

Proses – proses pada mesin kalor ada yang bersifat reversibel dan ada yang bersifat irreversibel. Proses reversibel merupakan proses yang berlangsung sangat lambat sehingga prosesnya dapat dianggap sebagai rangkaian keadaan seimbang. Seluruh proses ini dapat dikerjakan secara kebalikan tanpa mengubah besar usaha yang dilakukan oleh kalor atau kalor yang dipindahkan. Proses reversibel sempurna tidak dapat ditentukan dalam kenyataan karena proses ini membutuhkan waktu yang sangat lama hampir tak terbatas. Proses ini juga menghendaki tidak adanya gesekan, gangguan udara luar serta faktor pengubah kalor dan usaha lainnya. Meskipun pada kenyataan proses yang dapat ditemukan adalah proses irreversibel, tetapi konsep proses reversibel tetap penting karena proses ini dapat dijadikan pendekatan dalam proses pembahasan proses secara teori.

b. Siklus termodinamika

Prinsip umum mesin kalor berlaku untuk mesin ideal yang dalam kenyataannya sulit untuk diciptakan. Namun, idenya merupakan teori yang sangat praktis dan tetap dipakai sampai saat ini. Secara teoritis, mesin Carnot menunjukkan beberapa faktor yang berpengaruh pada efisiensi sebuah mesin. Mengubah usaha menjadikalor dapat dilakukan secara terus-menerus, tetapi mengubah kalor menjadi usaha tidaklah demikian halnya. Haruslah diusahakan agar gas dapat kembali ke keadaan semula sehingga gas itu dapat melakukan usaha kembali. Proses seperti ini disebut dengan siklus.

Siklus Carnot merupakan siklus mesin ideal. Siklus Carnot menggunakan dua proses termodinamika, yaitu isothermal dan adiabatik. Perhatikan gambar dibawah ini,



Gambar Siklus Carnot

Mesin kalor bekerja dalam satu siklus, dan siklus untuk mesin Carnot mulai dari titik a pada diagram PV :

- $a \rightarrow b$ terjadi pemuaiian (Ekspansi) Isothermal, gas dalam kotak dengan reservoir tinggi (T_1) gas menyerap kalor (Q_1) dari reservoir dan melakukan usaha W_{ab} untuk menggerakkan piston.
- $b \rightarrow c$ terjadi pemuaiian (Ekspansi) Adiabatik, tidak ada kalor yang diserap maupun keluar dari sistem. Selama proses temperatur gas turun dari T_1 ke T_2 (temperatur rendah) dan melakukan usaha W_{ab} .

- c) $c \rightarrow d$ terjadi penyusutan (Kompresi) Isotermal, pada temperatur rendah (T_2) konstan, gas dalam kotak dengan reservoir temperatur rendah melepaskan kalor (Q_2) dan mendapat usaha dari luar W_{cd} .
- d) $d \rightarrow a$ terjadi penyusutan (Kompresi) Adiabatik, tidak ada kalor yang diserap maupun keluar dari sistem. Selama proses temperatur naik dari T_2 ke T_1 dan mendapat usaha W_{da} .

Usaha (W) yang dilakukan oleh gas adalah luas daerah yang didalam siklus tersebut. Oleh dalam rangkaian proses (siklus) ini sistem kembali ke keadaan semula maka $\Delta U_{siklus} = 0$ sehingga :

$$W_{siklus} = \Delta Q_{siklus}$$

$$W_{siklus} = Q_1 - Q_2$$

Perbandingan antara besarnya usaha (W) yang dapat dilakukan oleh sistem terhadap kalor (Q) yang diserap dapat menentukan efisiensi suatu mesin. Efisiensi ini didefinisikan sebagai berikut.

$$\text{efisiensi } (\eta) = \frac{\text{usaha yang dilakukan sistem } (W)}{\text{kalor yang diberikan sistem } (Q)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\% = \left[\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \right] \times 100\%$$

$$\eta = \left[1 - \frac{Q_2}{Q_1} \right] \times 100\%$$

Menunjukkan efisiensi mesin secara umum. Adapun khusus untuk mesin Carnot, persamaan dapat dituliskan menjadi:

$$\eta = \left[1 - \frac{T_2}{T_1} \right] \times 100\%$$

Penggantian besaran kalor (Q) menjadi suhu mutlak (T) dalam menentukan efisiensi sebuah mesin mengambil sebuah ide bahwa energi dalam sebanding dengan perubahan suhu. Kelvin menunjukkan bahwa $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$.

E. METODE PEMBELAJARAN

- Metode Pembelajaran : Diskusi, Eksperimen, Tanya Jawab dan Presentasi
- Pendekatan : Pendekatan Ilmiah (*scientific*)
- Model Pembelajaran : Kooperatif tipe STAD

F. MEDIA PEMBELAJARAN DAN SUMBER BELAJAR**a. Media Pembelajaran :**

- 1) Laptop/LCD
- 2) Phet Simulations
- 3) Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis *Scientific Approach* berbantuan *visual laboratory*.

b. Sumber Belajar:

- 1) Buku Fisika: Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI

G. LANGKAH-LANGKAH KEGIATAN PEMBELAJARAN**a. Kegiatan pendahuluan**

Kegiatan	Deskripsi kegiatan		Alokasi waktu
	Guru	Siswa	
Fase I Menyampaikan tujuan pembelajaran dan motivasi siswa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pembelajaran dengan salam 2. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin doa sebelum pembelajaran dimulai 3. Guru memberikan apersepsi terkait termodinamika 4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran kepada siswa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa menjawab salam dari guru 2. Siswa berdoa bersama-sama sebalumpelajaran dimulai 3. Siswa mendengarkan apersepsi yang diberikan oleh guru dan menjawab pertanyaan dari guru. 4. Siswa mendengarkan guru menyampaikan tujuan pembelajaran 	10 menit

b. Kegiatan inti

Kegiatan	Deskripsi kegiatan		Alokasi waktu
	Guru	Siswa	
Fase 2 Menyajikan/menyampaikan informasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya mengenai apersepsi yang diberikan guru. 2. Guru membagikan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa bertanya kepada guru terkait apersepsi 2. Siswa menerima LKS yang dibagikan oleh guru. 	70 menit

<p>Fase 3 Mengorganisasi siswa dalam kelompok-kelompok belajar</p>	<p>3. Guru memberikan penjelasan cara penggunaan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i></p> <p>4. Guru mengelompokkan siswa menjadi kelompok kecil yang beranggotakan 4 sampai 5 orang yang dipilih secara acak (heterogen)</p>	<p>3. Siswa mendengarkan penjelasan dari guru terkait cara penggunaan LKS dan bertanya bila kurang paham.</p>	
<p>Fase 4 Membimbing kelompok bekerja dan belajar</p>	<p>5. Guru meminta siswa untuk berkumpul dengan kelompoknya</p> <p>6. Guru mempersilahkan siswa untuk mengerjakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i>.</p> <p>7. Guru mempersilahkan siswa untuk menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan</p> <p>8. Guru mempersilahkan siswa untuk melakukan percobaan LKS 3.</p>	<p>4. Siswa berkumpul dengan sesuai kelompok yang telah dibagi oleh guru.</p> <p>5. Siswa mengerjakan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i></p> <p>6. Siswa menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan</p> <p>7. Siswa melakukan percobaan LKS 3</p>	
<p>Fase 5 Evaluasi</p>	<p>9. Guru membimbing siswa jika ada siswa yang belum paham dengan LKS</p> <p>10. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengolah data dan menjawab pertanyaan pada LKS 3.</p> <p>11. Guru meminta siswa untuk mengkomunikasikan hasil percobaan di depan kelas</p> <p>12. Guru memberikan</p>	<p>8. Siswa bertanya kepada guru jika ada langkah percobaan yang belum dipahami.</p> <p>9. Siswa mengerjakan analisis data dan pertanyaan secara individu berdasarkan isi LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i></p> <p>10. Siswa mengkomunikasikan hasil percobaan</p>	

	penjelasan terkait percobaan LKS 3.	didepan kelas 11. Siswa bertanya terkait materi. 12. Siswa mendengarkan penjelasan dari guru terkait percobaan LKS 3.	
--	-------------------------------------	---	--

c. Kegiatan penutup

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan		Alokasi waktu
	Guru	Siswa	
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mereview kegiatan pembelajaran 2. Guru mengajak siswa untuk menyimpulkan hasil pembelajaran secara bersama-sama terkait pembelajaran 3. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin doa sebelum mengakhiri pembelajaran. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mendengarkan guru dan bertanya apabila ada yang kurang paham. 2. Siswa menyimpulkan hasil pembelajaran secara bersama-sama. 3. Siswa berdoa menurut keyakinan masing-masing. 	10 menit

H. Penilaian

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen
1. Observasi	Instrumen keterampilan berkomunikasi dan penilaian sikap
2. Tes	Tes tertulis uraian dan pilihan ganda untuk mengetahui kemampuan berfikir kritis siswa
3. Penilaian unjuk kerja	Hasil pengerjaan LKS berbasis <i>Scientific Approach</i> berbantuan <i>visual laboratory</i>

..... 2019

Mengetahui,
Guru Mata Pelajaran Fisika

Peneliti,
Mahasiswa



Lampiran 4.12 Contoh LKS berbasis *scientific approach* berbantuan *virtual laboratory*



LKS 01

PROSES – PROSES TERMODINAMIKA (ISOTERMAL)

Tujuan Percobaan :
Setelah melakukan percobaan ini diharapkan siswa mampu:

1. Menjelaskan proses – proses termodinamika isotermal.
2. Menggambar grafik hubungan pada proses isotermal.
3. Menganalisis grafik hubungan pada proses isotermal.



A.Observasi

Pendahuluan



Perhatikan gambar disamping!
Persekitar kalian melihat atau menggunakan alat itu? Alat yang terlihat pada gambar disamping merupakan pompa balon manual yang kegunaannya untuk memompa balon. Prinsip kerja pompa balon manual ini sama dengan pompa manual ban sepeda. Ketika memompa balon dengan menggunakan pompa balon manual, kira-kira apa yang pertama kali kalian rasakan? pasti terasa ringan kan? Kemudian bagaimana jika kalian memompa secara terus-menerus pasti akan terasa seperti tertahan, bahkan balon dapat meletus. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Nah, hal ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh tekanan dan volume udara. Peristiwa diatas merupakan peristiwa sederhana yang hampir sama dengan percobaan yang akan dilakukan pada bab ini, yaitu penerapan proses termodinamika.

Pada proses termodinamika, ada empat macam proses yaitu isotermal, isobarik, isokhorik dan adiabatik. Isotermal adalah proses yang terjadi pada suhu tetap. Isobarik adalah proses yang terjadi pada tekanan tetap. Isokhorik adalah proses yang terjadi pada volume tetap. Dan proses adiabatik adalah proses yang terjadi sangat cepat atau terjadi dalam suatu sistem yang terisolasi dengan baik sehingga tidak ada transfer energi panas yang terjadi antara sistem dan lingkungan. Pada percobaan ini, kita akan melaksanakan percobaan proses termodinamika yaitu proses isotermal.



E.Cuestina



Merumuskan Masalah

Buatlah rumusan masalah berdasarkan pendahuluan diatas!
(Pada langkah ini siswa dilatih untuk memiliki kemampuan berfikir kritis dengan indikator yaitu interpretasi berupa sub indikator dapat memulikan makna atau arti permasalahan dengan jelas dan tepat).

1) _____

2) _____



Menyusun Hipotesis

Buatlah Hipotesis yang sesuai berdasarkan rumusan masalah!
(Pada langkah ini siswa dilatih untuk memiliki kemampuan berfikir kritis dengan indikator yaitu inferensi berupa sub indikator menyusun dugaan sementara).

1) _____

2) _____



E.Experimentasi



Mensimpulkan Data

(Pada langkah ini siswa dilatih untuk memiliki kemampuan berfikir kritis dengan indikator yaitu interpretasi menggunakan kemampuan untuk mengeksprekan, memahami peristiwa dan prosedur).

Alat dan Bahan :



Laptop

Simulasi PhET



LKS Berbasis *Scientific Approach* berbantuan *Virtual Laboratory*

1

LKS Berbasis *Scientific Approach* berbantuan *Virtual Laboratory*

2

LKS Berbasis *Scientific Approach* berbantuan *Virtual Laboratory*

3

Gambar	Keterangan	Fungsi
	Kotak	Sebagai tempat memasukkan partikel-partikel gas
	Pompa	Untuk memompa gas ke dalam kotak
	Barometer	Mengukur tekanan gas dalam kotak
	Termometer	Mengukur suhu yang ada pada kotak
	Pengatur suhu	Menaikkan atau menurunkan suhu
	Gas dalam pompa	Memiliki jenis gas yang digunakan
	Alat ukur	Memilih alat ukur yang akan diperlukan dalam percobaan
	Parameter yang konstan	Memilih variabel dalam percobaan yang akan dibuat tetap

Toolbox	Tampilan	Fungsi
Pengukuran tekanan gas		Mengukur tekanan gas (dalam atm) yang berada pada ketinggian tertentu (dalam cm)
Penggaris		Mengukur panjang dalam satuan nanometer
Informasi gas		Memberikan informasi jumlah molekul gas dan kecepatan rata-rata gas yang digunakan
Stopwatch		Menghitung waktu

LKS Berbasis Scientific Approach berbantuan Virtual Laboratory 4

Atur ulang		Untuk mengembalikan ke keadaan semula (menetralkan)
------------	--	---

Ayo Bereksperimen

Percobaan 1

Langkah – langkah percobaan :

- Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan percobaan.
- Nyalakan laptop, kemudian buka aplikasi PhET Simulations.
- Pilih Physics, kemudian klik gas properties atau sifat gas atau gas properties pada PhET seperti gambar dibawah ini :

- Pada "parameter konstan" pilih "suhu" lalu tekan pompa dengan cara klik kiri (tahan) dan arahkan kursor pada pompa kemudian pompa sebanyak 3 kali untuk memasukkan gas pada kotak. Amati suhu yang tertera pada termometer. Nilai suhu yang tertera pada termometer digunakan sebagai nilai suhu (T) tetap.
- Ukur panjang kotak menggunakan penggaris dengan meng-klik pada "alat ukur" kemudian pilih "penggaris". Lalu penggaris akan muncul dan gear penggaris letakkan pada bagian bawah kotak, sehingga Anda akan mengetahui panjang kotak. Catat nilai panjang kotak awal pada tabel pengamatan.
- Amati tekanan yang tertera pada Barometer, besar tekanan akan berubah-ubah. Untuk menentukan nilai tekanan, pilih nilai tekanan terbesar yang tertera pada termometer. Catat hasil pengamatan pada tabel pengamatan.
- Ubahlah ukuran kotak dengan cara menggeser kotak, dengan ukuran 9 cm, 5 cm, 7 cm, 6 cm dan 4 cm tunggu hingga suhu kembali ke T tetap. Catat nilai panjang kotak dan nilai tekanan yang terukur.
- Ulangi langkah "e dan f" untuk mendapatkan beberapa nilai panjang kotak dan nilai tekanan pada barometer.
- Klik "atur ulang atau reset" untuk kembali pada kondisi semula.

LKS Berbasis Scientific Approach berbantuan Virtual Laboratory 5

Tabel Hasil Pengamatan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, maka hasil percobaan dapat dituliskan dalam tabel sebagai berikut.

Suhu (T) = K

Jumlah Partikel (n) =

No	Panjang Ruang (m)	Volume (m ³)	Tekanan (atm)
1			
2			
3			
4			
5			

Keterangan : 1 nm = 1x10⁻⁹ m

D.Associating

Analisis Data

Analisa data merupakan indikator dan kemampuan berpikir kritis yaitu kemampuan siswa dalam mengidentifikasi hubungan inferensial antara pertanyaan-pertanyaan dalam percobaan.

- Sebutkan variabel-variabel yang terdapat dalam percobaan !
 - Variabel yang dijaga konstan (variabel kontrol)
Jawab :
 - Variabel yang dimanipulasi (variabel bebas)
Jawab :
 - Variabel merespon (variabel terikat)
Jawab :
- Pada percobaan diatas diperoleh data atau nilai dari panjang kotak yang diubah sebanyak 5 kali. Kotak atau ruangan tersebut dimasukkan kebesok kubus. Sehingga untuk mencari volume dari kotak tersebut :

$$V = p \times p \times p$$
 Sehingga dapat dituliskan volume dari ruangan tersebut adalah,, dan

LKS Berbasis Scientific Approach berbantuan Virtual Laboratory 6

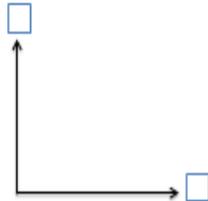
3. Apakah ada perubahan pada tekanan ketika volume pada kotak diubah? variabel apa yang berpengaruh ketika volume kotak diubah-ubah!

Jawab : _____

4. Mengapa pada saat volume kotak diubah terjadi perubahan tekanan pada kotak?

Jawab : _____

5.



Grafik 1. Hubungan antara P dengan V

6. Berdasarkan grafik di atas, bagaimana hubungan antara tekanan dan volume?

Jawab : _____

7. Secara matematis, hubungan antara _____ dengan _____ gas dalam ruang tertutup pada keadaan _____ tetap.

8. Proses termodinamika yang dialami oleh kejadian diatas merupakan proses _____

Proses _____ adalah _____

Inferensi

Kesimpulan merupakan indikator kemampuan berfikir kritis, dimana siswa harus bisa menyimpulkan hasil percobaan sesuai dengan rumusan masalah :

Ekspansi

1. Apa yang terjadi pada partikel gas, jika panjang ruangan diubah sampai dengan 1 cm (1×10^{-2} m)? Mengapa demikian, jelaskan sesuai dengan proses yang terjadi!

LAMPIRAN 4.18 Contoh LKS Berbasis *Scientific Approach* Berbantuan *Virtual Laboratory*

LKS 01

PROSES – PROSES TERMODINAMIKA (ISOTERMAL)

Tujuan Percobaan :
Setelah melakukan percobaan ini diharapkan siswa mampu:

1. Menjelaskan proses – proses termodinamika isothermal.
2. Menggambar grafik hubungan pada proses isothermal.
3. Menganalisis grafik hubungan pada proses isothermal.

A.Observing

Dendahuluan

Perhatikan gambar disamping !
Pernahkah kalian melihat atau menggunakan alat itu ? Alat yang terlihat pada gambar disamping merupakan pompa balon manual yang kegunaannya untuk memompa balon. Prinsip kerja pompa balon manual ini sama dengan pompa manual ban sepeda. Ketika memompa balon dengan menggunakan pompa balon manual, kira-kira apa yang pertama kali kalian rasakan? pasti terasa ringan kan? Kemudian bagaimana jika kalian memompa secara terus-menerus pasti akan terasa seperti tertahan, bahkan balon dapat meletus. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Nah, hal ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh tekanan dan volume udara. Peristiwa diatas merupakan peristiwa sederhana yang hampir sama dengan percobaan yang akan dilakukan pada bab ini, yaitu penerapan proses termodinamika.

Pada proses termodinamika, ada empat macam proses yaitu isothermal, isobarik, isokhorik dan adiabatik. Isothermal adalah proses yang terjadi pada suhu tetap. Isobarik adalah proses yang terjadi pada tekanan tetap. Isokhorik adalah proses yang terjadi pada volume tetap. Dan proses adiabatik adalah proses yang terjadi sangat cepat atau terjadi dalam suatu sistem yang terisolasi dengan baik sehingga tidak ada transfer energi panas yang terjadi antara sistem dan lingkungan. Pada percobaan ini, kita akan melaksanakan percobaan proses termodinamika yaitu proses isothermal.

E.Cuestine

Merumuskan Masalah

Buatlah rumusan masalah berdasarkan pendahuluan diatas !
(Pada langkah ini siswa dilatih untuk memiliki kemampuan berfikir kritis dengan indikator yaitu interpretasi berupa sub indikator dapat menuliskan makna atau arti permasalahan dengan jelas dan tepat).

- 1) Bagaimana hubungan antara tekanan dengan volume?
- 2) Mengapa pada saat menambah volume melebihi titik maksimal pada balon, balon bisa meletus?

? Menyusun Hipotesis

Buatlah Hipotesis yang sesuai berdasarkan rumusan masalah!
(Pada langkah ini siswa dilatih untuk memiliki kemampuan berfikir kritis dengan indikator yaitu inferensi berupa sub indikator menyusun dugaan sementara).

- 1) Hubungan antara tekanan dengan volume berbanding terbalik.
- 2) Pada saat volume mencapai titik maksimal, saat akan bertitik tenggang, tekanan gas menjadi kecil. Akibat panasnya suhu (per balon) membuat pergerakan antar partikel semakin cepat, sehingga tekanannya berubah menjadi besar. Karena balon tidak dapat menahan tekanan dari dalam, akhirnya balon meletus. Derrrr !!!

E.Experimenting

Mengumpulkan Data

(Pada langkah ini siswa dilatih untuk memiliki kemampuan berfikir kritis dengan indikator yaitu interpretasi menggunakan kemampuan untuk mengekspresikan, memahami peristiwa dan prosedur).

Alat dan Bahan :

 Laptop

Simulasi PhET



LKS Berbasis *Scientific Approach* berbantuan *Virtual Laboratory* **3**

Gambar	Keterangan	Fungsi
	Kotak	Sebagai tempat memasukkan partikel-partikel gas
	Pompa	Untuk memompa gas kedalam kotak
	Barometer	Mengukur tekanan gas dalam kotak
	Termometer	Mengukur suhu yang ada pada kotak
	Pengatur suhu	Menaikkan atau menurunkan suhu
	Gas dalam pompa	Memiliki jenis gas yang digunakan
	Alat ukur	Memilih alat ukur yang akan diperlukan dalam percobaan
	Parameter yang konstan	Memilih variabel dalam percobaan yang akan dibuat tetap

Toolbox	Tampilan	Fungsi
Pengukuran tekanan gas		Mengukur tekanan gas (dalam atm) yang berada pada ketinggian tertentu (dalam nm)
Penggaris		Mengatur panjang dalam satuan nanometer
Informasi gas		Memberikan informasi jumlah molekul gas dan kecepatan rata-rata gas yang digunakan.
Stopwatch		Menghitung waktu

LKS Berbasis Scientific Approach berbantuan Virtual Laboratory

Atur ulang Untuk mengembalikan ke keadaan semula (menetralkan)

Ayo Bereksperimen

Percobaan 1

Langkah – langkah percobaan :

- Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan percobaan.
- Nyalakan laptop, kemudian buka aplikasi PhET Simulations.
- Pilih Physics, kemudian klik gas properties atau sifat gas atau gas properties pada PhET seperti gambar dibawah ini :



- Pada "parameter konstan" pilih "suhu" lalu tekan pompa dengan cara klik kiri (tahan) dan arahkan kursor pada pompa kemudian pompa sebanyak 3 kali untuk memasukkan gas pada kotak. Amati suhu yang tertera pada termometer. Nilai suhu yang tertera pada termometer digunakan sebagai nilai suhu (T) tetap.
- Ukur panjang kotak menggunakan penggaris dengan meng-klik pada "alat ukur" kemudian pilih "penggaris". Lalu penggaris akan muncul dan geser penggaris letakkan pada bagian bawah kotak, sehingga Anda akan mengetahui panjang kotak. Catat nilai panjang kotak awal pada tabel pengamatan.
- Amati tekanan yang tertera pada Barometer, besar tekanan akan berubah-ubah. Untuk menentukan nilai tekanan, pilih nilai tekanan terbesar yang terbaca pada termometer. Catat hasil pengamatan pada tabel pengamatan.
- Ubahlah ukuran kotak dengan cara menggeser kotak, dengan ukuran 9 cm, 8 cm, 7 cm, 6 cm dan 4 cm tunggu hingga suhu kembali ke T tetap. Catat nilai panjang kotak dan nilai tekanan yang terukur.
- Ulangi langkah "e dan f" untuk mendapatkan beberapa nilai panjang kotak dan nilai tekanan pada barometer.
- Klik "atur ulang atau reset" untuk kembali pada kondisi semula.

LKS Berbasis Scientific Approach berbantuan Virtual Laboratory

Tabel Hasil Pengamatan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, maka hasil percobaan dapat dituliskan dalam tabel sebagai berikut.

Suhu (T) = 300 K

Jumlah Partikel (n) = 368

No	Panjang Ruang (m)	Volume (m ³)	Tekanan (atm)
1	7×10^{-9}	$(7 \times 10^{-9})^3 = 273 \times 10^{-27}$	1,8
2	9×10^{-9}	$(9 \times 10^{-9})^3 = 729 \times 10^{-27}$	1,6
3	8×10^{-9}	$(8 \times 10^{-9})^3 = 512 \times 10^{-27}$	1,88
4	6×10^{-9}	$(6 \times 10^{-9})^3 = 216 \times 10^{-27}$	2,04
5	4×10^{-9}	$(4 \times 10^{-9})^3 = 64 \times 10^{-27}$	3,2

Keterangan : 1 nm = 1×10^{-9} m

D.Associatine



Analisis Data

Analisa data merupakan indikator dari kemampuan berfikir kritis yaitu kemampuan siswa dalam mengidentifikasi hubungan inferensial antara pertanyaan-pertanyaan dalam percobaan.

- Sebutkan variabel-variabel yang terdapat dalam percobaan !

1) Variabel yang dijaga konstan (variabel kontrol)

Jawab : Suhu dan jumlah partikel

2) Variabel yang dimanipulasi (variabel bebas)

Jawab : Panjang

3) Variabel merespon (variabel terikat)

Jawab : Volume dan tekanan

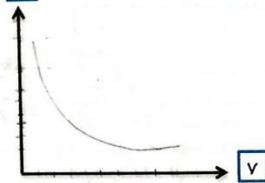
- Pada percobaan diatas diperoleh data atau nilai dari panjang kotak yang diubah sebanyak 5 kali. Kotak atau ruangan tersebut diasumsikan berbentuk kubus. Sehingga untuk mencari volume dari kotak tersebut :

$$V = p \times p \times p$$

Sehingga dapat dituliskan volume dari ruangan tersebut adalah dan
 273×10^{-27} , 729×10^{-27} , 512×10^{-27} , 216×10^{-27} , dan 64×10^{-27}

3. Apakah ada perubahan pada tekanan ketika volume pada kotak diubah? variabel apa yang berpengaruh ketika volume kotak diubah-ubah!
 Jawab: Ya ada perubahan, variabel yang berpengaruh adalah tekanan.

4. Mengapa pada saat volume kotak diubah terjadi perubahan tekanan pada kotak?
 Jawab: Karena semakin besar volume maka jarak antar partikel semakin renggang maka tekanannya semakin kecil begitupun sebaliknya. Semakin kecil volume maka jarak antar partikel semakin rapat jarak antar partikel maka tekanannya semakin besar.



Grafik 1. Hubungan antara P dengan V

6. Berdasarkan grafik di atas, bagaimana hubungan antara tekanan dan volume?
 Jawab: Hubungan antara tekanan dan volume berbanding terbalik.
7. Secara matematis, hubungan antara ...P... dengan ...V... gas dalam ruang tertutup pada keadaan ...Suhu... tetap.
8. Proses termodinamika yang dialami oleh kejadian diatas merupakan proses Isoterمال.
 Proses Isoterمال adalah proses yang berlangsung pada suhu tetap.

Inferensi

Kesimpulan merupakan indikator kemampuan berfikir kritis, dimana siswa harus bisa menyimpulkan hasil percobaan sesuai dengan rumusan masalah:

Melompok kami dapat menyimpulkan bahwa proses isoterمال adalah proses yang berlangsung pada suhu tetap. Hubungan antara tekanan dan volume berbanding terbalik. Sehingga didapatkan rumus:

$$\begin{aligned}
 PV &= nRT \\
 PV &= 0 \\
 P &= V \\
 P_1V_1 &= P_2V_2
 \end{aligned}$$

Eksplanasi

1. Apa yang terjadi pada partikel gas, jika panjang ruangan diubah sampai dengan 1 nm ($1 \times 10^{-9} \text{ m}$)?
 ? Mengapa demikian, jelaskan sesuai dengan proses yang terjadi!
Yang akan terjadi yaitu jarak antar partikel gas akan semakin rapat karena volumenya kecil sehingga tekanannya akan semakin besar.

LAMPIRAN 4.14 SURAT PENELITIAN

4.14.1 Surat Izin Penelitian



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

24 JAN 2019

Nomor : 0717/UN25.1.5/LT/2019
Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth. Kepala
Badan Kesatuan Bangsa dan Politik
Kabupaten Jember
Di Jember

Diberitahukan dengan homat bahwa mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember perihal izin penelitian mahasiswa.

Nama : Dya Ayu Cahya Timur
NIM : 150210102032
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis *Scientific Approach* Berbantuan *Virtual Laboratory* Untuk Melatih Kemampuan Berfikir Kritis Siswa di SMA/MA
Lokasi Penelitian : SMA Negeri 4 Jember
Lama Penelitian : Januari s.d. Februari 2019

Maka dengan ini kami mohon bantuan Saudara untuk memberikan izin kepada mahasiswa yang bersangkutan untuk melaksanakan kegiatan penelitian sesuai dengan judul tersebut.
Demikian atas perhatian dan kerjasamanya, disampaikan terima kasih.


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

4.19.1 Surat Selesai Penelitian

 PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI 4 JEMBER
Jl. Hayam Wuruk 145 Telp. (0331) 421819 Fax. (0331) 412463 Jember 68135
Web: <http://www.sman4jember.sch.id> – e-mail: admin@sman4jember.sch.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 421.3/075/101.6.5.4/2019
Perihal : Penelitian

Yang bertanda tangan dibawah ini, Kepala SMA Negeri 4 Jember menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

N a m a : **DYA AYU CAHYA TIMUR**
N I M : 150210102032
Program Studi/Jurusan : MIPA/ Pend. Fisika
Universitas Negeri Jember

Benar-benar telah melaksanakan Penelitian pada tanggal 30 Januari s.d 08 Februari 2019 dengan judul **“Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Scientific Approach Berbantuan Virtual Laboratory Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa di SMA/MA”** di SMA Negeri 4 Jember.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 08 Februari 2019
Kepala Sekolah


DR. MOH. EDI SUYANTO, M. Pd.
NIP. 19650713 199003 1 007

LAMPIRAN 4.15 DOKUMENTASI PENELITIAN

4.15.1 Pretest



4.15.2 Pertemuan 1



4.15.3 Pertemuan 2



4.15.4 Pertemuan 3



4.15.5 Pertemuan 4 (*Posttest*)

