

**PENGARUH LKS TERINTEGRASI MASALAH PENCEMARAN UDARA
TERHADAP HASIL BELAJAR MELALUI STRATEGI *ROSE PROBLEM
SOLVING* PADA MATERI TEORI KINETIK GAS DAN
TERMODINAMIKA**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Fisika Sebagai Salah Satu
Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh

SRI HARTATI

16027/2010

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2014

PERSETUJUAN SKRIPSI

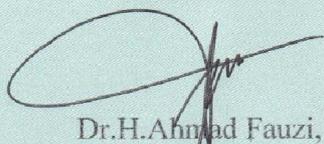
**PENGARUH LKS TERINTEGRASI MASALAH PENCEMARAN UDARA
TERHADAP HASIL BELAJAR MELALUI STRATEGI *ROSE PROBLEM
SOLVING* PADA MATERI TEORI KINETIK GAS
DAN TERMODINAMIKA**

Nama : Sri Hartati
NIM : 16027
Program Studi : Pendidikan Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 14 Agustus 2014

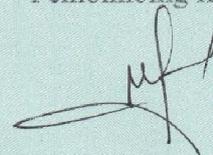
Disetujui Oleh

Pembimbing I,



Dr.H.Ahmad Fauzi, M.Si.
NIP. 19660522 199303 1 003

Pembimbing II,



Dra.Syakbaniah, M.Si.
NIP. 19500914 197903 2 001

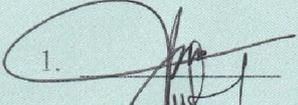
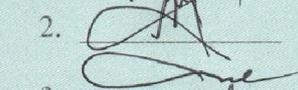
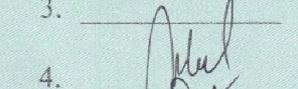
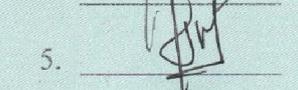
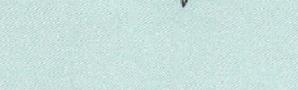
PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh LKS terintegrasi masalah pencemaran udara terhadap hasil belajar melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika
Nama : Sri Hartati
NIM : 16027
Program Studi : Pendidikan Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 14 Agustus 2014

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua : Dr.H. Ahmad Fauzi, M.Si.	1. 
2. Sekretaris : Dra. Syakbaniah, M.Si.	2. 
3. Anggota : Drs. Mahrizal, M.Si.	3. 
4. Anggota : Drs. Masril, M.Si.	4. 
5. Anggota : Syafriani, M.Si, Ph.D.	5. 

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 14 Agustus 2014

Yang menyatakan,



Sri Hartati

ABSTRAK

Sri Hartati : Pengaruh LKS Terintegrasi Masalah Pencemaran Udara Terhadap Hasil Belajar Melalui Strategi *ROSE Problem Solving* Pada Materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika

Penyebab rendahnya hasil belajar siswa adalah pembelajaran fisika di sekolah belum dikaitkan dengan fenomena yang ada di sekitar. Siswa belum memiliki kepedulian lingkungan dan kemampuan pemecahan masalah yang masih rendah. Cara mengatasi masalah tersebut adalah melakukan pembelajaran yang bersumber dari fenomena di sekitar siswa, seperti pencemaran udara. Masalah pencemaran udara diintegrasikan ke materi teori kinetik gas dan termodinamika. Pembelajaran menggunakan LKS terintegrasi masalah pencemaran udara dengan strategi *ROSE Problem Solving*, diterapkan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan peduli terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh LKS terintegrasi masalah pencemaran udara terhadap hasil belajar siswa melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika kelas XI SMAN 3 Bukittinggi.

Jenis penelitian adalah eksperimen semu. Populasi penelitian adalah siswa kelas XI IPA SMAN 3 Bukittinggi yang terdaftar pada tahun pelajaran 2013/2014. Sampel diambil menggunakan teknik *Cluster Random Sampling*, sehingga diperoleh kelas XI IPA 4 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI IPA 1 sebagai kelas kontrol. Data penelitian berupa hasil belajar siswa pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor. Instrumen penelitian adalah soal uraian untuk mengukur hasil belajar ranah kognitif, lembar observasi untuk mengukur hasil belajar ranah afektif dan psikomotor. Teknik analisis data menggunakan uji kesamaan dua rata-rata pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotor dengan taraf nyata 0,05.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar rata-rata siswa ranah kognitif, afektif dan psikomotor adalah 87,78; 84,77; dan 84,23 pada kelas eksperimen. Sedangkan hasil belajar rata-rata siswa ranah kognitif, afektif dan psikomotor untuk kelas kontrol adalah 81,38; 82,10; dan 76,82. Uji kesamaan dua rata-rata nilai hasil belajar siswa pada ketiga ranah menggunakan statistik uji t menunjukkan bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$. Hasil lain adalah terjadi peningkatan hasil belajar fisika siswa sebesar 33,79 % pada kelas eksperimen dan 29,45 % pada kelas kontrol sebagai akibat penggunaan strategi *ROSE Problem Solving*. Kesimpulan penelitian adalah hipotesis yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh LKS terintegrasi masalah pencemaran udara terhadap hasil belajar siswa melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi teori kinetik gas dan termodinamika kelas XI SMAN 3 Bukittinggi diterima pada taraf nyata 0,05.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sebagai judul dari skripsi yaitu “ Pengaruh LKS terintegrasi masalah pencemaran udara terhadap hasil belajar melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika“. Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Dosen Hibah Bersaing Tahun 2014 yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Terintegrasi Matakuliah Biofisika Melalui Strategi *Environmental Problem Solving* Sebagai Upaya Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan” yang dibiayai oleh dana DIPA UNP berdasarkan Surat Penugasan Pelaksanaan Penelitian Program Desentralisasi Skema Hibah Bersaing TA 2014 No. 215/UN35.2/PG/2014 tertanggal 17 April 2014 dengan tim peneliti adalah Dra. Syakbaniah, M.Si., Dra. Nurhayati, M.Pd dan Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si,. Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si sebagai dosen Pembimbing I dan Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si sebagai dosen Pembimbing II.
2. Bapak Drs. Mahrizal, M.Si, Bapak Drs. Masril, M.Si dan Ibu Syafriani, Ph.D sebagai dosen Penguji.
3. Bapak Drs. Mahrizal, M.Si sebagai penasehat akademik yang telah memberikan motivasi, arahan, dan bimbingan selama masa perkuliahan
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.

5. Bapak dan Ibu Staf Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Bapak Drs. Amri Jaya, M.Pd selaku Kepala Sekolah dan Ibu Dra.Hj.Eli Noverma,M.Si sebagai Guru Mata Pelajaran Fisika di SMAN 3 Bukittinggi, tempat penelitian ini dilakukan.
7. Siswa-siswi kelas XI IPA 1 dan XI IPA 4 di SMAN 3 Bukittinggi, yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.
8. Rekan mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP khususnya Pendidikan Fisika Reguler 2010 yang telah memberikan dorongan kepada penulis sehingga skripsi ini selesai.
9. Orang tua dan semua anggota keluarga yang telah memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis.
10. Pihak lainnya yang senantiasa memberi semangat dan berbagai bantuan.

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan menjadi amal shaleh bagi Bapak dan Ibu serta mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi pembaca dan diterima sebagai karya penulis dalam dunia pendidikan dan sebagai amal ibadah di sisi-Nya.

Padang, Agustus 2014

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Batasan Masalah.....	8
D. Tujuan Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teoritis.....	10
1. Pembelajaran Fisika	10
2. Strategi <i>Problem Solving</i>	12
3. Strategi <i>ROSE Problem Solving</i>	16
4. Pencemaran Udara.....	17
5. Materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika	20
a. Teori Kinetik Gas	20
b. Termodinamika	27

6. Teori Kinetik Gas dan Termodinamika pada Pencemaran Udara dan Efek Rumah Kaca.....	35
7. Karakter Peduli Lingkungan	38
8. LKS Terintegrasi Masalah Pencemaran Udara	40
9. Hasil Belajar	43
B. Kerangka Berfikir	46
C. Hipotesis Penelitian.....	47
BAB III METODE PENELITIAN	48
A. Jenis Penelitian.....	48
B. Populasi dan Sampel	49
C. Variabel dan Data	50
D. Prosedur Penelitian.....	51
E. Instrumen Penelitian.....	55
F. Teknik Analisis Data.....	62
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	68
A. Hasil Penelitian	68
1. Deskripsi Data	68
a. Deskripsi Data Hasil Belajar pada Ranah Kognitif	68
b. Deskripsi Data Hasil Belajar pada Ranah Afektif	69
c. Deskripsi Data Hasil Belajar pada Ranah Psikomotor	70
2. Analisis Data	71
a. Analisis Data Hasil Belajar pada Ranah Kognitif	71
b. Analisis Data Hasil Belajar pada Ranah Afektif	73

c. Analisis Data Hasil Belajar pada Ranah Psikomotor.....	76
B. Pembahasan.....	78
BAB V PENUTUP	84
A. Kesimpulan	84
B. Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	90

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. Nilai Ujian Fisika Siswa Kelas XI SMAN 3 Bukittinggi Semester Ganjil Tahun Pelajaran 2013/2014	5
2. Nilai Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMAN 3 Bukittinggi.....	6
3. Materi Teori Kinetik Gas.....	24
4. Materi Termodinamika	31
5. Rancangan Penelitian.....	48
6. Populasi Penelitian	49
7. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Kelas Sampel.....	50
8. Kegiatan Pembelajaran Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	52
9. Makna Koefisien Korelasi <i>Product Moment</i>	56
10. Hasil Perhitungan Validitas Butir Soal Uji Coba Tes Akhir	56
11. Klasifikasi Indeks Reliabilitas Soal.....	57
12. Hasil Perhitungan Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba Tes Akhir	59
13. Hasil Perhitungan Daya Beda Soal Uji Coba Tes Akhir	60
14. Klasifikasi Penilaian Ranah Afektif	61
15. Nilai Rata-rata, Nilai Tertinggi, Nilai Terendah, Simpangan Baku, dan Varians Ranah Kognitif Kelas Sampel	68
16. Nilai Rata-rata, Nilai Tertinggi, Nilai Terendah, Simpangan Baku, dan Varians Ranah Afektif Kelas Sampel	69

17.	Nilai Rata-rata, Nilai Tertinggi, Nilai Terendah, Simpangan Baku, dan Varians Ranah Psikomotor Kelas Sampel	70
18.	Hasil Uji Normalitas Kedua Kelas Sampel Ranah Kognitif.....	71
19.	Hasil Uji Homogenitas Kedua Kelas Sampel Ranah Kognitif.....	72
20.	Hasil Uji <i>t</i> Ranah Kognitif.....	73
21.	Hasil Uji Normalitas Kedua Kelas Sampel Ranah Afektif.....	74
22.	Hasil Uji Homogenitas Kedua Kelas Sampel Ranah Afektif.....	75
23.	Hasil Uji <i>t</i> Ranah Afektif.....	75
24.	Hasil Uji Normalitas Kedua Kelas Sampel Ranah Psikomotor.....	76
25.	Hasil Uji Homogenitas Kedua Kelas Sampel Ranah Psikomotor	77
26.	Hasil Uji <i>t</i> Ranah Psikomotor	77
27.	Daftar Nilai Hasil Belajar Siswa Sebelum dan Sesudah Menggunakan Strategi <i>ROSE Problem Solving</i>	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Isotermal	28
2. Proses Isokhorik.....	28
3. Proses Isobarik	29
4. Proses Adiabatik	29
5. Kerangka Berpikir	47

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
1. Silabus	90
2. RPP Kelas Eksperimen	93
3. RPP Kelas Kontrol	100
4. LKS Kelas Eksperimen	106
5. LKS Kelas Kontrol.....	113
6. Uji Normalitas Kelas Sampel.....	119
7. Uji Homogenitas Kelas Sampel	121
8. Uji Kesamaan dua Rata-rata	122
9. Kisi-Kisi Soal Uji Coba	123
10. Soal Uji Coba	125
11. Kunci Jawaban Soal Uji Coba.....	127
12. Perhitungan Validitas item.....	131
13. Perhitungan Reliabilitas Soal	133
14. Perhitungan Tingkat Kesukaran Soal.....	134
15. Perhitungan Daya Beda Soal.....	135
16. Klasifikasi Butir Soal Uji Coba Tes.....	136
17. Soal Tes Akhir	137
18. Kunci Jawaban Soal Tes Akhir	139
19. Uji Normalitas Ranah Kognitif	144
20. Uji Homogenitas Ranah Kognitif	146

21. Uji Hipotesis Ranah Kognitif.....	147
22. Lembar Observasi ranah afektif.....	148
23. Uji Normalitas Ranah Afektif.....	150
24. Uji Homogenitas Ranah Afektif	154
25. Uji Hipotesis Ranah Afektif.....	155
26. Lembar Observasi Ranah Psikomotor.....	156
27. Uji Normalitas Ranah Psikomotor	157
28. Uji Homogenitas Ranah Psikomotor.....	159
29. Uji Hipotesis Ranah Psikomotor.....	160
30. Tabel Z	161
31. Tabel Nilai Kritis Liliefors.....	162
32. Tabel Distribusi f.....	163
33. Tabel Nilai Persentil Distribusi t.....	165
34. Surat Izin Penelitian	166
35. Surat telah melakukan penelitian	167

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Proses pendidikan yang diterapkan di Indonesia berpedoman pada UU No 20 tahun 2003. Pasal 1 ayat 1 menyatakan bahwa “pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara”. Salah satu hasil yang akan dicapai dalam mengembangkan potensi diri adalah memiliki kecerdasan. Selanjutnya pasal 3 mengungkapkan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Berdasarkan uraian dari UU No 20 tahun 2003 di atas, tujuan utama pendidikan di Indonesia salah satunya adalah mencerdaskan kehidupan bangsa.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kecerdasan adalah dengan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah. Sesuai dengan makna kecerdasan itu sendiri yang mencakup sejumlah kemampuan, seperti kemampuan

memecahkan masalah, bernalar, merencanakan, berfikir abstrak, memahami gagasan, daya ingat, dan kreativitas. Kecerdasan merupakan tingkat kemampuan pengalaman seseorang untuk menyelesaikan masalah yang langsung dihadapi dan untuk mengantisipasi masalah yang akan datang. Jadi, salah satu harapan yang tertuang dalam UU No 20 tahun 2003 adalah menghasilkan peserta didik yang mempunyai kemampuan pemecahan masalah.

Pemecahan masalah adalah proses dengan banyak langkah untuk menemukan hubungan antara pengalaman (skema) masa lalunya dengan masalah yang sedang dihadapinya kemudian bertindak untuk menyelesaikannya (Bailey,1989:116). Pendapat tersebut mendefenisikan kemampuan pemecahan masalah yang diartikan sebagai kemampuan siswa untuk memperoleh solusi dari masalah yang sedang dihadapi dengan menggunakan pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan yang dimiliki sebelumnya. Kemampuan pemecahan masalah yang diberikan kepada peserta didik diharapkan bisa digunakan untuk memecahkan permasalahan menyangkut pembelajaran di sekolah sekaligus bisa digunakan untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi yang kelak ditemui.

Untuk mencapai tujuan pendidikan nasional yang tercantum dalam UU no 20 tahun 2003, berbagai macam upaya telah dilakukan oleh pemerintah. Salah satunya adalah dengan adanya perubahan dan pengembangan kurikulum dari waktu ke waktu. Perubahan kurikulum ini bergantung pada kemampuan peserta didik dan potensi daerah masing-masing yang tertuang dalam UU No 20 tahun 2003 pasal 36 ayat 2 dan 3.

UU No 20 tahun 2003 sejalan dengan Peraturan Pemerintah No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan pasal 17 yang menetapkan bahwa kurikulum tingkat satuan pendidikan dikembangkan sesuai dengan satuan pendidikan, potensi daerah/karakteristik daerah, sosial budaya masyarakat setempat, dan peserta didik. Berdasarkan uraian di atas dijelaskan bahwa proses pendidikan di Indonesia sebaiknya dikembangkan, antara lain pada sumber belajar siswa, tidak hanya dari buku teks tetapi berasal dari potensi/karakteristik daerah seperti fenomena alam yang ada di lingkungan siswa.

Salah satu fenomena alam yang dekat dengan lingkungan siswa adalah pencemaran udara. Pencemaran udara dapat berasal dari limbah rumah tangga, asap kendaraan bermotor, asap kebakaran hutan dan asap pabrik yang mengandung partikel PM_{11} , CO, NO_x , dan CO_x . Kendaraan bermotor merupakan penyumbang polusi udara terbanyak yaitu sekitar 85 persen. Berdasarkan data dari badan pusat statistik Indonesia (BPS, 2011:1), hingga tahun 2011 lalu jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia mencapai 85.601.351 dan meningkat hingga tahun 2013 ini sekitar 34,8 persen. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa Indonesia merupakan penyumbang polusi udara yang sangat berpengaruh terhadap lingkungan secara global.

Badan Pengawasan Dampak Lingkungan Daerah Sumatera Barat menyatakan bahwa baku mutu emisi gas CO di kota Bukittinggi khususnya di sekitar Terminal Aur Kuning mencapai $16,52 \text{ mg/Nm}^3$ dalam 24 jam (Bapedalda, 2010:121). Angka ini melewati batas baku mutu standar yang ditetapkan dalam PP No 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara yaitu 10 mg/Nm^3

dalam 24 jam. Data tersebut menggambarkan bahwa kualitas udara kota Bukittinggi kurang bagus karena sudah terindikasi adanya polusi. Sikap peduli terhadap lingkungan diperlukan dalam mengurangi masalah yang terjadi seperti uraian di atas. Sikap peduli lingkungan diharapkan dapat menjadi kebiasaan, sehingga membentuk karakter seseorang.

Karakter peduli terhadap lingkungan merupakan salah satu dari 18 karakter yang sedang dikembangkan untuk meningkatkan pendidikan karakter bangsa. Karakter peduli lingkungan dapat dibentuk dengan cara pengintegrasian masalah lingkungan dalam pembelajaran di sekolah. Pengintegrasian tersebut dilakukan dengan memberikan materi terkait masalah lingkungan, khususnya dalam mata pelajaran fisika. Fisika merupakan salah satu pelajaran sains wajib yang dipelajari di tingkat sekolah menengah. Pembelajaran sains sebaiknya dilakukan dengan metode ilmiah. Langkah metode ilmiah meliputi mengidentifikasi masalah, mengumpulkan data, merumuskan hipotesis, memecahkan masalah, dan mengambil kesimpulan. Pemecahan masalah merupakan inti dari metode ilmiah yang nantinya akan menghasilkan kesimpulan untuk menjawab masalah yang ada.

Kenyataan yang terjadi di sekolah, sebagian besar siswa masih memiliki pemecahan masalah yang sangat rendah. Keadaan ini didukung dengan adanya hasil observasi untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah siswa yang dilakukan terhadap siswa SMA N 3 Bukittinggi. Observasi pada siswa SMA N 3 Bukittinggi dilakukan dengan melihat nilai hasil belajar fisika semester ganjil siswa. Hasil nilai ujian fisika siswa kelas XI IPA SMAN 3 Bukittinggi dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai ujian fisika siswa kelas XI IPA SMAN 3 Bukittinggi semester ganjil tahun pelajaran 2013/2014

Kelas	Tuntas (orang)	Tidak Tuntas (orang)	Rata-rata	KKM
XI IPA 1	4	30	64,2	76
XI IPA 2	4	30	66,4	76
XI IPA 3	7	26	65,2	76
XI IPA 4	8	26	70,7	76
XI IPA 5	2	32	61,6	76

Sumber : Guru Fisika SMAN 3 Bukittinggi

Tabel 1 memperlihatkan bahwa dengan KKM 76, hanya sedikit siswa yang mampu mencapai ketuntasan, bahkan pada kelas XI IPA 5 hanya 2 orang siswa yang tuntas. Nilai ujian yang belum mencapai KKM tersebut mengindikasikan rendahnya hasil belajar siswa. Rendahnya hasil belajar ini salah satu faktor penyebabnya adalah masih rendahnya tingkat kemampuan pemecahan masalah pada siswa.

Selain melihat nilai ujian siswa, juga dilaksanakan observasi untuk melihat tingkat kemampuan pemecahan masalah siswa yang dilakukan di SMA N 3 Bukittinggi dengan memberikan sebuah persoalan yang berkaitan dengan pemecahan masalah. Persoalan yang diberikan berkaitan dengan materi gerak harmonik sederhana pada kelas XI untuk menentukan amplitudo, periode, frekuensi, serta percepatan gerak harmonik sederhana. Soal pemecahan masalah tersebut dinilai berdasarkan indikator pemecahan masalah. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum bisa menggabungkan beberapa konsep yang terdapat di dalam persoalan. Di sisi lain, sebagian besar siswa bisa memahami masalah, karena sebagian siswa mengetahui hal-hal penting dalam soal pemecahan masalah tersebut, tetapi belum bisa melakukan perencanaan untuk

menyelesaikan masalah berdasarkan pengetahuan yang telah diberikan. Hasil kemampuan pemecahan masalah siswa kelas XI dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Nilai kemampuan pemecahan masalah siswa kelas XI IPA SMAN 3 Bukittinggi

Kelas	Rata-Rata
XI IA 1	59
XI IA 2	55,5
XI IA 3	54,7
XI IA 4	62,1
XI IA 5	54

Tabel 2 memperlihatkan bahwa rata-rata hasil tes siswa pada tiap kelas masih rendah. Salah satu penyebab rendahnya kemampuan pemecahan masalah siswa diduga karena pembelajaran yang tidak terkait dengan fenomena dan kejadian yang mereka alami sendiri.

Untuk menjadikan pembelajaran fisika menarik bagi siswa dan dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, sebaiknya pembelajaran fisika bersumber dari permasalahan lingkungan yang ada di sekitar siswa itu sendiri. Salah satu strategi yang cocok untuk mengintegrasikan permasalahan lingkungan adalah Strategi *ROSE Problem Solving*. ROSE dalam kata Strategi *ROSE Problem Solving* ini adalah akronim dari *Read, Organize, Solve, Evaluation*. Strategi *ROSE Problem Solving* ini mengajak siswa mengidentifikasi masalah yang ada di lingkungan mereka dengan membaca permasalahan yang ada, lalu mereka memilih permasalahan untuk dianalisis dan menemukan solusinya. Selain itu, langkah-langkah Strategi *ROSE Problem Solving* ini, sesuai dengan langkah serta indikator pemecahan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu memahami masalah, melakukan perencanaan pemecahannya, menyelesaikannya

sesuai rencana dan memeriksa kembali penyelesaiannya. Strategi *ROSE Problem Solving* ini menuntut keaktifan siswa dalam memilih, menyikapi, dan menemukan solusi dari masalah yang dipilih, serta juga mempengaruhi kemampuan pemecahan masalah dan hasil belajar siswa.

Penelitian yang relevan mengenai *ROSE problem solving* adalah penelitian yang dilakukan oleh Josh Patterson pada musim semi 2009 di Sekolah Menengah Carolina Selatan. Hasilnya, dalam tiga minggu siswa Patterson mengalami peningkatan belajar yang pada awalnya mereka memiliki skor 2,0 setelah minggu ke-tiga mengalami kenaikan menjadi 3,8 (Patterson,2009:28).

Strategi *ROSE Problem Solving* yang digunakan bisa dibantu dengan LKS. Penelitian yang relevan tentang penggunaan LKS non eksperimen dilakukan oleh Yenita pada tahun 2008 di SMA Negeri 12 Pekanbaru. Hasilnya, terjadi peningkatan ketuntasan belajar siswa sekitar 35%. Manfaat LKS dapat merubah siswa pasif menjadi aktif dalam proses pembelajaran dan dapat membantu guru mengarahkan siswanya untuk dapat menemukan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri atau dalam kelompok. Bentuk LKS yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah adalah LKS non eksperimen (Yenita,2008:29). LKS dapat mendorong siswa untuk tidak hanya sekedar melihat dan mendengar saja, namun juga melakukan sesuatu sehingga siswa benar-benar memahami konsep dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. LKS dapat digunakan untuk mengkaitkan fisika dengan lingkungan sehingga nantinya akan terbentuk karakter peduli lingkungan yang diharapkan pada siswa.

Berdasarkan dari latar belakang yang telah diuraikan diatas, dilakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh LKS terintegrasi masalah pencemaran udara terhadap hasil belajar melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini, yaitu : “Apakah terdapat pengaruh LKS terintegrasi masalah pencemaran udara terhadap hasil belajar melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika?”

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan mencapai sasaran, maka masalah dibatasi pada:

1. Materi penelitian ini adalah materi kelas XI semester 2 dengan kompetensi dasar : 3.1 Mendeskripsikan sifat gas ideal monoatomik (14 jp) dan 3.2 Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika (14 jp)
2. Aspek yang dinilai pada penelitian ini meliputi ranah kognitif, afektif dan psikomotor. Pada ranah kognitif penilaian dilakukan untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Pengaruh LKS terintegrasi masalah pencemaran udara terhadap hasil belajar melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi :

1. Siswa, yakni sebagai sumber belajar yang dapat meningkatkan motivasi, keaktifan, kemandirian, dan penguasaan terhadap materi pelajaran fisika, serta menumbuhkan karakter peduli lingkungan.
2. Guru mata pelajaran Fisika, yakni sebagai pembanding dan acuan dalam pembelajaran fisika.
3. Peneliti lain, yakni sebagai sumber ide maupun referensi untuk melanjutkan penelitian ini pada masa yang akan datang.
4. Peneliti, yakni sebagai pengalaman dan bekal dalam rangka pengembangan diri dalam bidang penelitian, menambah pengetahuan sebagai calon pendidik serta sebagai syarat untuk menyelesaikan jenjang program Strata Satu Prodi Pendidikan Fisika di Jurusan Fisika FMIPA UNP.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritis

1. Pembelajaran Fisika

Fisika merupakan salah satu bagian IPA yang mendasari perkembangan teknologi dan konsep hidup harmonis dengan alam. Kamus Umum Bahasa Indonesia menjelaskan bahwa “fisika adalah ilmu alam, ilmu tentang zat dan energi, seperti panas, cahaya, dan bunyi, ilmu yang membahas materi, energi, dan interaksinya”. Fisika berkaitan dengan cara mencari tahu tentang fenomena alam secara sistematis, sehingga fisika bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan dan pemecahan masalah (Depdiknas, 2006: 443). Oleh karenanya, fisika diharapkan dapat menjadi sarana bagi siswa untuk mengenal dan mempelajari alam, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran merupakan interaksi dua arah dari seorang guru dan peserta didik, dimana antara keduanya terjadi komunikasi yang intens dan terarah menuju pada suatu target yang telah ditetapkan sebelumnya (Trianto, 2009:17). Menurut Rusman (2012:116), ”Pembelajaran merupakan suatu proses mengintegrasikan berbagai komponen dan kegiatan, yaitu siswa dan lingkungan belajar untuk memperoleh perubahan tingkah laku (hasil belajar) sesuai dengan tujuan yang diharapkan”. Sementara Hamalik (2008) menyatakan bahwa pembelajaran merupakan suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi,

material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi untuk mencapai tujuan. Pendapat di atas menyatakan bahwa pembelajaran dapat diartikan sebagai kegiatan dimana guru dan siswa saling berinteraksi dengan segala aspek yang menunjang pembelajaran, membicarakan suatu topik atau melakukan suatu aktivitas, guna memperoleh perubahan tingkah laku yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Sigit (2013:2) menyatakan pembelajaran fisika dipandang sebagai suatu proses untuk mengembangkan kemampuan memahami konsep, prinsip maupun hukum-hukum fisika sehingga dalam proses pembelajarannya harus mempertimbangkan strategi atau metode pembelajaran yang efektif dan efisien. Proses pembelajaran yang menggunakan berbagai strategi diharapkan mampu memenuhi standar kelulusan mata pelajaran siswa. Jika standar kelulusan mata pelajaran fisika telah dipenuhi, maka tujuan pembelajaran akan tercapai.

Tujuan mata pelajaran fisika berdasarkan Depdiknas (2006:443) adalah sebagai berikut :

1. Membentuk sikap positif terhadap fisika dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa.
2. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis, dan dapat bekerjasama dengan orang lain.
3. Mengembangkan pengalaman untuk dapat merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.
4. Mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif.
5. Menguasai konsep dan prinsip fisika serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk

melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Sesuai dengan tujuan mata pelajaran fisika seperti disebutkan pada kutipan di atas, siswa diharapkan mampu membentuk sikap positif, sikap ilmiah, menggunakan konsep fisika untuk menyelesaikan suatu masalah, serta mengembangkan keterampilan yang nantinya bisa digunakan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Berdasarkan uraian di atas, pembelajaran fisika adalah suatu proses mengintegrasikan berbagai komponen dan kegiatan, yaitu siswa dan lingkungan untuk memperoleh perubahan tingkah laku (hasil belajar) sesuai dengan tujuan yang diharapkan seperti yang terdapat dalam standar kelulusan mata pelajaran fisika yang telah ditetapkan dalam permendiknas No. 23 tahun 2006. Dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika saat ini sebaiknya dijalankan dengan prinsip-prinsip pemecahan masalah lingkungan yang berkaitan dengan fisika. Pemecahan masalah (*problem solving*) yang dilakukan merupakan perwujudan dari prinsip KTSP yaitu memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar, mendayagunakan kondisi alam, belajar untuk berbuat secara efektif, agar tertanam sikap aktif, kreatif dan inovatif. Salah satu metode yang digunakan adalah *Problem Solving*

2. Strategi *Problem Solving*

Kemampuan pemecahan masalah sangat penting artinya bagi siswa agar menghasilkan siswa yang memiliki kompetensi yang andal dalam memecahkan masalah. Menurut Wena (2009:52) *problem solving* atau pemecahan masalah pada hakikatnya adalah melakukan operasi prosedural, urutan tindakan, tahap demi

tahap secara sistematis, sebagai seorang pemula memecahkan suatu masalah. Selanjutnya Gulo (2006:111) mengatakan bahwa metode *problem solving* adalah metode yang mengajarkan penyelesaian masalah dengan memberi penekanan pada terselesaikannya suatu masalah secara menalar.

Woods dalam Lufri (2006:125) mendefinisikan *problem solving* dalam fisika sebagai suatu aktivitas yang dimulai dari sesuatu yang tidak diketahui yang akhirnya diketahui melalui suatu cara yang terbaik. Cara yang terbaik tersebut memerlukan prasyarat yaitu pengetahuan, pengalaman, keterampilan belajar, motivasi, komunikasi, dan strategi yang bervariasi. Simandjuntak (1986:114) menyatakan bahwa metode *problem solving* bertujuan melatih anak berpikir secara tepat dan sistematis sehingga mereka dapat memecahkan masalah. Selanjutnya Yamin (2007:164) mengatakan bahwa metode pemecahan masalah merupakan metode yang merangsang berfikir dan menggunakan wawasan tanpa melihat kualitas pendapat yang disampaikan oleh siswa, sehingga pembelajaran berorientasi pada siswa. Djamarah dan Zain (2010:91) mengemukakan bahwa metode *problem solving* (metode pemecahan masalah) bukan hanya sekedar metode mengajar tetapi juga merupakan suatu metode berpikir, sebab dalam *problem solving* dapat menggunakan metode-metode lainnya dimulai dengan mencari data sampai kepada menarik kesimpulan.

Dari beberapa pendapat yang telah dikemukakan di atas dapat dirangkum bahwa metode pemecahan masalah adalah suatu penyajian materi pelajaran yang menghadapkan siswa pada masalah yang harus dipecahkan atau diselesaikan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Metode *Problem Solving* ini membantu

siswa menyelesaikan masalah secara sistematis dan merangsang siswa untuk berfikir kritis dengan memberi penekanan agar suatu masalah bisa dipecahkan, sehingga pembelajaran berorientasi pada siswa.

Aedeyemo (2010:45) menyatakan bahwa keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah tugas fisika menentukan sebagian besar kemampuan siswa dalam fisika. Hal ini juga menunjukkan pentingnya melibatkan siswa dalam latihan memecahkan masalah sehingga membangun bawaan kemampuan mereka dalam pemecahannya. Siswa yang menghindari dari pemecahan masalah kemungkinan akan kurang produktif ketika menemui masalah fisika karena mereka mungkin memiliki kemampuan tapi belum dikembangkan (untuk berpikir dan bernalar) mereka tidak tahu bagaimana untuk beroperasi di bidang tersebut. Pengembangan kemampuan siswa menjadi sangat penting karena menunjukkan peningkatan positif dalam pemecahan masalah. Pengembangan kemampuan ini juga berkaitan dengan pembelajaran efektif yang akan menghasilkan prestasi lebih tinggi bagi individu, masyarakat dan bangsa pada umumnya.

Menurut Djamarah dan Zain (2010:92) metode *problem solving* mempunyai kelebihan sebagai berikut:

1. Metode ini dapat membuat pendidikan menjadi lebih relevan dengan kehidupan.
2. Proses belajar mengajar melalui pemecahan masalah dapat membiasakan para siswa menghadapi dan memecahkan masalah secara terampil, sehingga keterampilan tersebut merupakan suatu kemampuan yang sangat bermakna bagi kehidupan.
3. Metode ini merangsang pengembangan kemampuan berpikir siswa secara kreatif dan menyeluruh, karena dalam proses belajarnya, siswa banyak menyoroti permasalahan dari berbagai segi dalam rangka mencari pemecahannya.

Kelebihan metode *Problem Solving* ini diharapkan bisa membantu siswa di dalam pembelajaran. Siswa yang terbiasa memakai metode *Problem Solving* akan memiliki keterampilan pemecahan masalah serta kemampuan berfikir kreatif. Selain memiliki kelebihan, metode *Problem Solving* juga memiliki kelemahan, yaitu:

1. Menentukan suatu masalah yang tingkat kesulitannya sesuai dengan tingkat berpikir siswa, tingkat sekolah dan kelasnya serta pengetahuan dan pengalaman yang telah dimiliki siswa, sangat memerlukan kemampuan dan keterampilan guru.
2. Proses belajar mengajar dengan menggunakan metode ini sering memerlukan waktu yang cukup banyak
3. Mengubah kebiasaan siswa belajar dengan mendengarkan dan menerima informasi dari guru menjadi belajar dengan banya berpikir memecahkan masalah sendiri atau kelompok, yang kadang-kadang memerlukan berbagai sumber belajar, merupakan kesulitan tersendiri bagi siswa

Kelemahan merupakan sebuah hambatan dalam melakukan metode *Problem Solving*. Keterampilan seorang guru dibutuhkan untuk meminimalisir kelemahan yang ada agar metode *Problem Solving* yang dipakai dapat berjalan dengan baik.

Tahapan *Problem solving* dalam fisika menurut Adamovic & Hedden dalam Lufri (2006:131) adalah sebagai berikut:

1. Membaca masalah (*Read the problem*)
2. Menuliskan apa yang diketahui (*Write down what you know*)
3. Menuliskan apa yang tidak diketahui- apa yang di minta (*Write down what you don't know-what is the problem asking for*)
4. Menemukan persamaan yang benar untuk digunakan dan menuliskannya (*Find the correct equation to use and write it down*)
5. Memecahkan masalah (*Solve problem*)
6. Menuliskan jawaban (*Write the answer*)

Tahapan yang sistematis seperti kutipan di atas dapat membantu siswa dalam pembelajaran. Tahapan *Problem Solving* ini akan membimbing siswa dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam pelajaran fisika, karena fisika itu sendiri berkaitan dengan cara mencari tahu tentang fenomena alam secara

sistematis. Saat ini, banyak modifikasi dan pengembangan dari metode *Problem Solving* yang dilakukan oleh para peneliti pendidikan. Salah satu modifikasi dari *Problem Solving* ini adalah Strategi *ROSE Problem Solving*.

3. Strategi *ROSE Problem Solving*

Strategi *ROSE Problem Solving* adalah salah satu modifikasi metode *Problem Solving* yang diterapkan oleh Josh Patterson dari *South Carolina Middle School Association*. *ROSE* merupakan akronim dari *Read, Organize, Solve, dan Evaluation*. *ROSE* dilakukan setelah persiapan mengatur tempat duduk siswa agar mereka bisa berdiskusi dalam memecahkan masalah yang telah diberikan.

Menurut Patterson (2009:25), keunggulan dari Strategi *ROSE Problem Solving* adalah mendorong siswa agar membaca masalah tidak tergesa-gesa sehingga siswa akan bisa mengidentifikasi masalah dengan baik dengan menggunakan setiap informasi yang disediakan. Biasanya siswa akan membaca masalah yang diberikan dengan tergesa-gesa, sehingga mereka tidak akan mengerti dengan masalah tersebut dan akhirnya tidak menemukan solusi dari permasalahan. *ROSE* akan membantu siswa dalam memahami masalah yang diberikan kepada mereka. Sedangkan kelemahan dari *ROSE* adalah membutuhkan waktu yang sedikit lama dalam menjalankannya.

Langkah-langkah *ROSE Problem Solving Strategy* (d disesuaikan oleh Patterson dari Enright & Nelson, 2002) adalah sebagai berikut:

1. Read for the question

Ada tiga prosedur yang menyertai langkah ini, pertama kali yang harus dilakukan siswa adalah membaca masalah yang telah diberikan dengan hati-hati agar siswa bisa mengidentifikasi masalah tersebut. Setelah itu, siswa melingkari pertanyaan yang diberikan dalam masalah. Prosedur yang ketiga siswa menggambarkan apa yang bisa diketahui dari

identifikasi masalah yang telah mereka baca.

2. *Organize the facts*

Setelah mengidentifikasi fakta, siswa menggarisbawahi hal-hal yang penting secara berurutan untuk menyelesaikan masalah.

3. *Set up a plan and solve the problem*

Pada langkah *set up plan and solve*, siswa membuat dan mengatur perencanaan pemecahan masalah dan setelah itu menemukan solusi dari masalah tersebut.

4. *Evaluate the answer*

Pada langkah terakhir, siswa diminta untuk melihat kembali jawaban mereka. Mereka harus melihat kesesuaian jawaban dengan pertanyaan dari masalah yang ada. Setelah itu siswa menulis jawaban dengan kalimat mereka sendiri.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa Strategi *ROSE Problem Solving* merupakan strategi pemecahan masalah yang terstruktur. Pada penelitian ini digunakan Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika yang didalamnya diintegrasikan masalah pencemaran udara.

4. Pencemaran Udara

Pengertian dari pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien (udara bebas tanpa polusi) oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (PP No 41 tahun 1999:1). Pencemaran udara dapat bersumber dari manusia atau dapat berasal dari alam. Pencemaran oleh alam, misalnya letusan gunung berapi yang mengeluarkan debu, gas CO, SO₂, dan H₂S. Sedangkan yang bersumber dari tindakan manusia yaitu kegiatan rumah tangga, pemakaian bahan bakar yang berlebihan dan pabrik-pabrik. Partikel-partikel zat padat yang mencemari udara di antaranya berupa debu, jelaga, dan partikel logam. Partikel logam yang paling banyak menyebabkan pencemaran adalah Pb yang berasal dari pembakaran bensin yang

mengandung TEL (*Tetraethyl Timbel*). Adanya pencemaran udara ditunjukkan oleh adanya gangguan pada makhluk hidup yang berupa kesukaran bernapas, batuk, sakit tenggorokan, mata pedih, serta daun-daun yang menguning pada tanaman.

Zat-zat pencemar udara terdapat dalam bentuk gas maupun partikel dan 90 persen dalam bentuk gas. Gas pencemar tersebut seperti CO, SO₂, NO, NO₂, NH₃, N₂O, N₂O₅, H₂S, Cl₂, HCl, HF, dan O₃. Sejumlah gas tersebut masuk ke dalam atmosfer akibat aktivitas manusia. Secara global emisi dari karbonmonoksida (CO), belerang oksida (SO₂) dan nitrogen oksida (NO₂) berkisar antara satu sampai seratus juta ton per-tahun. Kenaikan CO dapat mengakibatkan menurunnya fungsi saraf sentral, perubahan fungsi jantung dan paru-paru, mengantuk, sesak nafas, koma dan dalam konsentrasi 1000 ppm dapat mengakibatkan kematian. Sedangkan SO₂ dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan, dalam konsentrasi 500 ppm dapat menyebabkan kematian. Selanjutnya untuk oksida nitrogen seperti NO menyebabkan pengurangan efisiensi pengangkutan oksigen dalam darah, NO₂ dengan konsentrasi dibawah 300 ppm dapat mengakibatkan kerusakan paru-paru dan dengan konsentrasi 500 ppm mengakibatkan kematian (Rukaesih, 2004:121). Dari kutipan di atas dapat diketahui bahwa konsentrasi gas-gas berbahaya yang berlebihan dapat merusak kesehatan, bahkan menyebabkan kematian.

Pramudya (2001:23) menyatakan pencemaran udara dibagi atas beberapa jenis:

1. Berdasarkan bentuk, yaitu gas seperti CO₂, CO, SO_x, NO_x dan partikel seperti debu, asap, dan kabut.

2. Berdasarkan tempat, yaitu Pencemaran udara dalam ruang (*indoor air pollution*) seperti di rumah, pabrik, bioskop, sekolah, rumah sakit, dan bangunan lainnya. Pencemaran udara luar ruang (*outdoor air pollution*) seperti asap dari industri maupun kendaraan bermotor.
3. Berdasarkan gangguan terhadap kesehatan, yaitu *iritansia* (menimbulkan iritasi jaringan tubuh) contohnya SO₂, Ozon, dan Nitrogen Oksida. *Aspeksia* (darah kekurangan oksigen dan tidak mampu melepas Karbondioksida), contohnya CO, H₂S, NH₃, dan CH₄. *Anestesia* (efek membius) contohnya Formaldehide. *Toksis* (menimbulkan keracunan) contohnya Timbal, Cadmium, dan Fluor.
4. Berdasarkan susunan kimia, yaitu anorganik (tidak mengandung karbon) seperti asbestos, ammonia, dan asam sulfat. Organik (mengandung karbon).
5. Berdasarkan asalnya, yaitu primer (membahayakan karena konsentrasinya meningkat). Contohnya: CO₂ yang meningkat diatas konsentrasi normal. Sekunder, (berbahaya karena hasil reaksi antara zat polutan primer dengan komponen alamiah). Contohnya: PAN (*Peroksiasetilnitrat*) produksi dari reaksi oksida nitrogen.

Uraian di atas menggambarkan bahwa pencemaran udara dengan berbagai jenis akan menimbulkan bahaya pada kesehatan manusia, bahkan berakibat kematian. Senyawa kimia yang terkandung dalam udara yang telah terkena polusi dapat mengakibatkan rusaknya berbagai sistem dalam tubuh manusia terutama yang berhubungan dengan sistem pernafasan. Untuk mencegah dan meminimalisir hal tersebut, maka sebaiknya diperlukan tindakan seperti mengurangi pemakaian alat rumah tangga yang menyebabkan pencemaran udara, mengurangi pemakaian kendaraan pribadi sehingga menghemat pemakaian bahan bakar dan mendaur ulang limbah pabrik.

Tindakan pencegahan dan meminimalisir pencemaran yang dibiasakan akhirnya akan membentuk watak dan karakter seseorang, yaitu karakter peduli lingkungan. Salah satu upaya untuk menanamkan karakter peduli lingkungan adalah mengintegrasikan masalah yang ada ke dalam pembelajaran di sekolah.

Masalah pencemaran udara ini diintegrasikan ke dalam mata pelajaran fisika kelas XI semester II pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika.

5. Materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika

a. Teori Kinetik Gas

1) Gas Ideal

Materi teori kinetik gas yang ditinjau adalah gas ideal. Foster (2008:151)

mengatakan gas ideal adalah gas yang memenuhi asumsi sebagai berikut:

- a) Jumlah partikel gas banyak sekali dan dinyatakan dengan Bilangan Avogadro (N_A), tetapi gaya tarik menarik antar partikel diabaikan atau tidak ada.
- b) Setiap partikel gas bergerak secara acak
- c) Ukuran partikel gas dapat diabaikan terhadap wadah dan jarak antar partikel lebih besar dari ukurannya
- d) Setiap tumbukan yang terjadi antar partikel adalah tumbukan lenting sempurna
- e) Partikel terdistribusi merata pada seluruh ruangan yang tersedia
- f) Partikel bergerak lurus memenuhi hukum I Newton tentang gerak

Kenyataannya, tidak ditemukan gas-gas yang memiliki ciri-ciri seperti

kutipan di atas, tetapi gas nyata akan menunjukkan reaksi yang sama dengan gas ideal pada tekanan yang sangat rendah atau berat jenis yang rendah dan temperatur tinggi.

2) Hukum-Hukum Tentang Gas

Foster (2007:151) menyatakan beberapa hukum tentang gas yaitu:

a) Hukum Boyle

Robert Boyle (1627-1691) melakukan percobaan untuk menyelidiki hubungan tekanan dan volume dalam suatu wadah tertutup pada suhu konstan, sehingga dia menghasikan suatu hukum yang dikenal dengan hukum Boyle

bunyiya “Jika suhu gas yang berada dalam ruangan tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya”. Secara matematis:

$$PV = \text{constan} \quad \text{atau} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

b) Hukum Charles dan Gay Lussac

Jackues Charles dan Joseph Gay-Lussac melakukan percobaan menyelidiki hubungan antara suhu dan volume pada tekanan tetap. Hubungan antara suhu dan volume tersebut dikenal sebagai hukum Charles dan Gay Lussac yang berbunyi “Jika tekanan gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya” dan “Jika volume gas yang berada pada ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya”. Secara matematis:

$$\frac{V}{T} = \text{constan} \quad \text{atau} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

dan

$$\frac{P}{T} = \text{constan} \quad \text{atau} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

c) Hukum Boyle- Gay Lussac

Ketiga persamaan sebelumnya, yaitu persamaan (1), persamaan (2), dan persamaan (3) digabungkan, maka diperoleh persamaan lain yang dikenal dengan hukum Boyle-Gay Lussac yaitu:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

3) Persamaan Keadaan Gas Ideal

Untuk menyatakan sejumlah gas pada volume tertentu dalam angka adalah dengan mol (n). Satu mol unsur adalah banyaknya unsur yang mengandung

bilangan Avogadro ($N_A = 6,023 \times 10^{23}$ molekul/mol) dari unsur utama partikel.

Secara matematis:

$$n = \frac{N}{N_A} \dots\dots\dots(5)$$

Nilai mol dari unsur juga dapat dinyatakan dengan hubungan massa yaitu:

$$n = \frac{m}{M_r} \dots\dots\dots(6)$$

dimana m adalah massa unsur dan M_r adalah massa molar unsur. Hukum Boyle-Gay Lussac pada persamaan (4) berlaku untuk gas ideal dalam ruang tertutup, sehingga massanya konstan. Jika massa atau mol gas berubah, ternyata volume gas juga berubah walaupun tekanan atau suhu dijaga konstan. Volume gas sebanding dengan jumlah mol pada tekanan dan suhu tetap, sehingga persamaannya menjadi:

$$PV = nRT \dots\dots\dots(7)$$

Dimana P tekanan, V volume, n mol, T suhu dan R adalah tetapan gas umum ($R = 8,31 \times 10^3$ J/kmol K = 0,082 L atm/mol K).

Persamaan (7) dikenal dengan persamaan keadaan gas ideal. Persamaan (7) hanya berlaku pada gas ideal, untuk gas nyata seperti polusi akibat pencemaran udara, tidak berlaku persamaan tersebut. Pada gas nyata kita harus memperhatikan faktor kompresibilitas gas (Wei Li, 2012:107).

Alberty dan Silbey (1997:11) mengatakan bahwa faktor kompresibilitas (Z) adalah ukuran penyimpangan terhadap perilaku gas ideal. Saat tekanan mendekati nol, faktor kompresibilitas mendekati satu atau seperti gas ideal, tetapi pada saat tekanan tinggi, faktor kompresibilitas selalu lebih besar dari 1 dan saat

tekanan sangat rendah, suatu gas bisa saja mempunyai faktor kompresibilitas yang lebih kecil dari satu. Besarnya Faktor kompresibilitas gas adalah:

$$Z = \frac{PV}{nRT} \dots\dots\dots(8)$$

Persamaan keadaan gas ideal sering dinyatakan dengan total molekul (N) sehingga Persamaan (5) disubstitusikan ke Persamaan (7):

$$\begin{aligned} PV &= nRT \\ PV &= \frac{N}{N_A} RT \\ PV &= NkT \dots\dots\dots(9) \end{aligned}$$

Dimana k adalah konstanta Boltzmann yang merupakan perbandingan tetapan gas umum dengan bilangan Avogadro ($k = 1,38 \times 10^{-23}$ J/K).

4) Tekanan Gas dalam Ruang Tertutup

Foster (2007:161) menyatakan pada saat gas yang mengandung molekul N berada dalam ruangan tertutup dengan volume V, hubungan tekanan, massa dan kelajuannya adalah :

$$P = \frac{1}{3} \frac{N m_0 \bar{v}^2}{V} = \frac{2}{3} \frac{N \bar{E}k}{V} \dots\dots\dots(10)$$

5) Teorema Ekipartisi Energi

Untuk suatu sistem molekul-molekul gas pada suhu mutlak T dengan setiap molekul memiliki f derajat kebebasan, energi mekanik rata-rata permolekul atau energi kinetik rata-rata per molekul adalah:

$$\bar{E}M = \bar{E}K = f \left(\frac{1}{2} kT \right) \dots\dots\dots(11)$$

Dimana f adalah derajat kebebasan molekul gas. Energi dalam suatu gas dapat didefinisikan sebagai jumlah energi kinetik translasi, rotasi dan vibrasi seluruh molekul gas yang terdapat dalam suatu wadah tertentu. Besarnya energi dalam adalah (Foster, 2007:161):

$$U = N \bar{E}K = N f \left(\frac{1}{2} kT \right) \dots\dots\dots(12)$$

Materi Teori Kinetik Gas yang dibahas pada penelitian ini disusun berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41 tahun 2007 terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Materi Teori Kinetik Gas

Fakta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak ada gas ideal yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari 2. Hasil pembakaran kendaraan bermotor berupa asap dan gas 3. Balon berisi gas 4. Soft drink saat dibuka mengeluarkan gas 5. Balon udara diterbangkan dengan cara memanaskan udara di dalamnya
Konsep	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gas ideal adalah gas yang memenuhi asumsi sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> a. Jumlah partikel gas banyak sekali dan dinyatakan dengan Bilangan Avogadro (N_A), tetapi gaya tarik menarik antar partikel diabaikan atau tidak ada. b. Setiap partikel gas bergerak secara acak c. Ukuran partikel gas dapat diabaikan terhadap wadah dan jarak antar partikel lebih besar dari ukurannya d. Setiap tumbukan yang terjadi antar partikel adalah tumbukan lenting sempurna e. Partikel terdistribusi merata pada seluruh ruangan yang tersedia f. Partikel bergerak lurus memenuhi hukum I Newton tentang gerak 2. Satu mol zat adalah banyaknya zat yang mengandung N_A partikel 3. Massa molekul/massa atom suatu zat adalah massa dalam kilogram dari satu kilomol zat

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Sifat makroskopik adalah sifat yang bisa diukur secara langsung dengan alat ukur (Suhu, Tekanan dan Volume) 5. Sifat mikroskopik adalah sifat yang tidak bisa diukur secara langsung (kecepatan/kelajuan, energi kinetik, momentum dan massa tiap-tiap partikel) 6. Kelajuan efektif v_{rms} didefinisikan sebagai akar dari rata-rata kuadrat kelajuan 7. Apabila dalam suatu persoalan tidak disebutkan jenis gas, maka gas tersebut adalah gas monoatomik 8. Energi dalam suatu gas ideal dapat didefinisikan sebagai jumlah energi kinetik translasi, rotasi dan vibrasi seluruh gas yang terdapat dalam suatu wadah tertentu 9. Gas yang menyebabkan pencemaran udara memiliki massa jenis yang bisa ditentukan dari suhu dan tekanannya
Prinsip	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hukum Boyle “Jika suhu gas yang berada dalam ruangan tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya” $PV = \text{constan}$ atau $P_1 V_1 = P_2 V_2$ 2. Hukum Charles-Gay Lussac “Jika tekanan gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya” $\frac{V}{T} = \text{constan}$ atau $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ “Jika volume gas yang berada pada ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya” $\frac{P}{T} = \text{constan}$ atau $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ 3. Hukum Boyle-Gay Lussac

	$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ <p>4. Persamaan keadaan gas ideal</p> $PV = nRT = \frac{m}{M_r} RT = \frac{N}{N_A} RT$ $PV = nkT$ <p>5. Kerapatan gas:</p> $\rho = \frac{P M_r}{RT}$ <p>6. Faktor kompresibilitas</p> $Z = \frac{PV}{nRT} \quad \text{gas ideal } Z=1$ <p>7. Persamaan keadaan gas nyata</p> $PV = Z nRT$ <p>8. Tekanan total gas:</p> $P = \frac{N m_0 \overline{v_x^2}}{V} = \frac{1}{3} \frac{N m_0 \overline{v^2}}{V}$ $P = \frac{2}{3} \frac{N \overline{Ek}}{V}$ <p>9. Energi Kinetik rata-rata gas ideal monoatomik</p> $\overline{Ek} = \frac{3}{2} kT$ <p>10. Kecepatan efektif gas ideal</p> $v_{\text{rms}} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3 RT}{M_r}}$ <p>11. Energi dalam</p> $U = N Ek = N f \left(\frac{1}{2} kT \right)$
Prosedur	<p>1. <i>Read.</i> Mengidentifikasi kasus mengenai masalah pencemaran udara yang diberikan. Dalam tahap ini siswa dalam kelompok haruslah membaca masalah dengan seksama agar mengerti apa yang diminta.</p> <p>2. <i>Organize.</i> Menganalisa kasus mengenai materi teori kinetik gas. Masing-masing anggota kelompok mencatat hal-hal penting yang akan digunakan untuk menyelesaikan</p>

	<p>masalah yang ada.</p> <p>3. <i>Solve</i>. Anggota kelompok mendiskusikan dan menjelaskan masalah tersebut berdasarkan pengetahuan yang mereka miliki dalam mencari solusi dari kasus, lalu menetapkan jawaban terhadap permasalahan</p> <p>4. <i>Evaluate</i>. Melakukan evaluasi terhadap pemecahan permasalahan</p>
--	--

b. Termodinamika

1) Usaha Sistem pada Lingkungan

Dalam termodinamika, kita mengenal istilah sistem dan lingkungan. Kanginan (2007:310) menyatakan sistem adalah suatu objek yang menjadi pusat perhatian untuk kita tinjau. Lingkungan adalah semua yang ada di sekitar sistem. Sedangkan Alerty dan Silbey (1997:4) menyatakan sistem adalah pemisahan dari sebagian kecil alam semesta oleh batas nyata maupun oleh batas ideal. Lingkungan adalah daerah dari alam semesta di luar batas sistem. Dari kutipan di atas dapat disimpulkan bahwa sistem adalah sebagian kecil objek yang memiliki batasan ideal agar menjadi perhatian untuk ditinjau. Sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu di luar objek yang menjadi perhatian.

Purwoko dan Fendi (2009:288) menyatakan bahwa usaha yang dilakukan oleh gas yang berada dalam sebuah tabung dengan penampang A dan tekanan piston P menghasilkan gaya dorong piston sebesar F serta piston akan bergerak sejauh dx adalah:

$$dW = F dx = PA dx = P dV \dots\dots\dots(13)$$

jika volume gas berubah dari V_1 menjadi V_2 , maka:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} P \, dV \quad \dots\dots\dots(14)$$

dan untuk tekanan konstan:

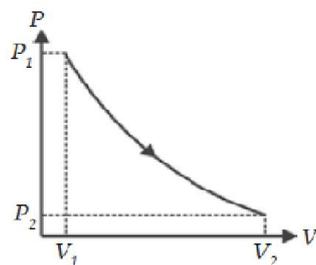
$$W = P \Delta V = P (V_2 - V_1) \quad \dots\dots\dots(15)$$

Jika sebuah sistem melakukan usaha, maka usaha tersebut akan bernilai positif saat gas mengembang atau memuai ($V_2 > V_1$) artinya usaha dilakukan oleh sistem. Sedangkan usaha akan bernilai negatif saat gas memampat ($V_2 < V_1$) artinya usaha dilakukan pada sistem.

2) Usaha pada Berbagai Proses Termodinamika

Foster (2007:180) menyatakan beberapa proses dalam termodinamika yaitu:

1) Proses Isotermal

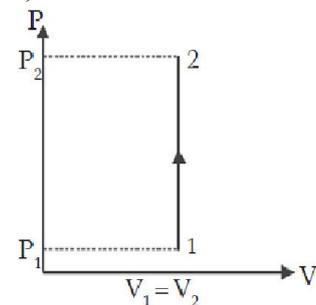


Gambar 1 menunjukkan proses isotermal. Proses isotermal adalah proses perubahan keadaan sistem pada suhu tetap. Proses ini sesuai dengan hukum Boyle $PV = \text{konstan}$. Besarnya usaha yang dilakukan oleh sistem adalah:

$$W = nRT \ln (V_2/V_1) \quad \dots\dots\dots(16)$$

Gambar 1. Proses Isotermal

2) Proses Isokhorik

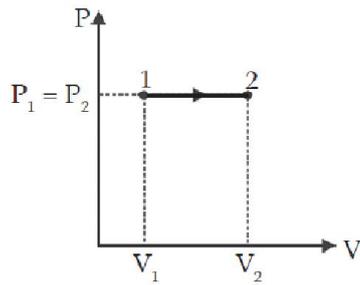


Proses isokhorik dapat dilihat pada Gambar 2. Proses isokhorik adalah proses perubahan keadaan sistem pada volume tetap. Karena volume sistem tetap atau tidak berubah dari awal proses hingga akhir proses, maka besarnya usaha yang dilakukan oleh sistem adalah nol.

$$W = 0$$

Gambar 2. Proses Isokhorik

3) Proses Isobarik

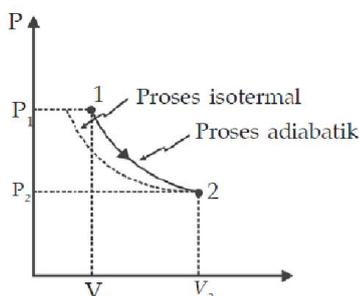


Gambar 3 menunjukkan proses isobarik. Proses isobarik adalah proses perubahan keadaan sistem pada tekanan tetap. Usaha yang dilakukan sistem adalah:

$$W = P\Delta V = P (V_2 - V_1) \dots\dots\dots(17)$$

Gambar 3. Proses Isobarik

4) Proses Adiabatik



Gambar 3 menunjukkan proses adiabatik. Proses adiabatik adalah proses perubahan keadaan sistem tanpa adanya kalor yang masuk atau keluar dari sistem. Kurva adiabatik lebih curam dari kurva isothermal. Besarnya usaha pada proses adiabatik adalah:

$$W = \frac{3}{2} nR (T_1 - T_2) \dots\dots\dots(18)$$

Gambar 4. Proses Adiabatik

3) Hukum I Termodinamika

Untuk setiap proses, apabila kalor Q diberikan kepada sistem dan sistem melakukan usaha W, maka selisih energi Q – W sama dengan perubahan energi dalam ΔU dari sistem:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q - W \text{ atau } Q = \Delta U + W \dots\dots\dots(19)$$

a) Kapasitas Kalor

Kanginan (2007:324) menyatakan kapasitas kalor suatu zat adalah banyaknya kalor Q yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1 Kelvin. Secara matematis,

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \dots\dots\dots(20)$$

Kapasitas kalor terdiri dari:

a) Kapasitas kalor untuk volume tetap (C_v)

$$C_v = \frac{3}{2} nR \quad \dots\dots\dots(21)$$

b) Kapasitas kalor untuk tekanan tetap (C_p)

$$C_p = \frac{5}{2} nR \quad \dots\dots\dots(22)$$

2) Siklus Termodinamika

Foster (2007:191) menyatakan siklus adalah rangkaian proses yang membuat keadaan akhir sistem kembali ke keadaan awalnya. Usaha yang dilakukan sistem untuk satu siklus sama dengan jumlah usaha total pada tiap proses dengan memperhatikan apakah sistem melakukan usaha atau sistem menerima usaha. Sedangkan energi dalam untuk satu siklus sama dengan nol ($\Delta U = 0$).

d. Hukum II Termodinamika

Hukum II termodinamika membatasi perubahan energi mana yang dapat berlangsung dan perubahan energi mana yang tidak dapat berlangsung. Pembatasan ini dapat dinyatakan dengan berbagai cara:

- 1) Rudolf Clausius (1822 – 1888) menyatakan rumusan Clausius tentang hukum II termodinamika dengan pernyataan aliran kalor. “Kalor mengalir secara spontan dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah dan tidak dapat mengalir secara spontan dalam arah kebalikannya”
- 2) Hukum II termodinamika dinyatakan dalam entropi “Total entropi jagad raya tidak berubah ketika terjadi proses *reversibel* dan bertambah ketika terjadi proses *irreversibel*”.

- 3) Kelvin Planck menyatakan rumusan yang setara sehingga dikenal dengan rumusan Kelvin-Planck tentang hukum II termodinamika tentang mesin kalor “Tidak mungkin membuat suatu mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang semata-mata menyerap kalor dari sebuah reservoir dan mengubah seluruhnya menjadi usaha luar”.

Materi Termodinamika pada penelitian ini disusun berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41 tahun 2007 yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Materi Termodinamika

Fakta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es terasa dingin saat dipegang 2. Asap kendaraan bermotor terasa panas
Konsep	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem adalah sejumlah zat dalam suatu wadah yang menjadi pusat perhatian untuk dianalisis 2. Lingkungan adalah segala sesuatu di luar sistem 3. Kalor didefinisikan sebagai energi yang menyeberangi batas antara sistem dan lingkungan yang berbeda suhu 4. Usaha adalah besarnya gaya yang diperlukan sehingga objek berpindah 5. Energi dalam adalah jumlah energi kinetik translasi, rotasi dan vibrasi seluruh zat yang terdapat dalam suatu wadah tertentu 6. Proses isobarik adalah proses perubahan keadaan gas pada tekanan tetap 7. Proses isotermik adalah proses perubahan keadaan gas pada temperatur tetap 8. Proses isokhorik adalah proses perubahan keadaan gas pada volume tetap 9. Proses adiabatik adalah proses perubahan keadaan gas

	<p>dimana tidak ada aliran kalor yang masuk dan keluar</p> <p>10. Kapasitas kalor adalah kalor yang dibutuhkan suatu zat untuk menaikkan suhu sebesar satu kelvin</p> <p>11. Kapasitas kalor pada tekanan tetap adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar satu kelvin pada tekanan tetap</p> <p>12. Kapasitas kalor pada volume tetap adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar satu kelvin pada volume tetap</p> <p>13. Tetapan Laplace merupakan nilai perbandingan antara kapasitas kalor pada tekanan tetap dan kapasitas kalor pada volume tetap</p> <p>14. Kapasitas kalor molar adalah kapasitas kalor per mol</p> <p>15. Efisiensi termal sebuah mesin kalor adalah nilai perbandingan antara usaha yang dilakukan dengan kalor yang diserap dari sumber suhu tinggi selama satu siklus</p> <p>16. Entropi adalah ukuran banyaknya energi atau kalor yang tidak dapat diubah menjadi usaha</p> <p>17. Energi kalor tidak hanya sebatas dapat digunakan untuk menaikkan suhu benda, mengubah ukuran benda, ataupun mengubah wujud benda, tapi dapat digunakan untuk menghasilkan tenaga pada mesin</p> <p>18. Energi dalam bumi akan meningkat seiring dengan adanya peningkatan kalor yang dihasilkan oleh efek rumah kaca yang diterima oleh bumi</p>
Prinsip	<p>1. Usaha dalam proses termodinamika</p> $W = P \Delta V$ <p>2. Usaha dalam berbagai proses termodinamika</p> <p>a. Isotermal</p> $W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$

	<p>b. Isobarik</p> $W = P \Delta V$ <p>c. Isokhorik</p> $W = 0$ <p>d. Adiabatik</p> $W = \frac{1}{\gamma - 1} (P_1 V_1 - P_2 V_2)$ $W = \frac{3}{2} nR(T_1 - T_2)$ <p>3. Hukum I Termodinamika</p> <p>“Untuk setiap proses, apabila kalor diberikan kepada sistem dan sistem melakukan usaha, maka selisih energi sama dengan perubahan energi dalam”</p> $\Delta U = Q - W$ <p>4. Perubahan energi dalam</p> $\Delta U = \frac{3}{2} Nk(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$ <p>5. Kapasitas kalor untuk volume tetap (C_v)</p> $C_v = \frac{3}{2} nR$ <p>6. Kapasitas kalor untuk tekanan tetap (C_p)</p> $C_p = \frac{5}{2} nR$ <p>7. Hukum I Termodinamika dalam proses termodinamika:</p> <p>a. Isotermal</p> $Q = W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$ <p>e. Isobarik</p> $Q = \Delta U + W = \Delta U + (P\Delta V)$ <p>f. Isokhorik</p> $Q = \Delta U = \frac{3}{2} nR(T_1 - T_2)$ <p>g. Adiabatik</p> $Q = 0$ $W = -\Delta U = \frac{3}{2} nR(T_1 - T_2)$
--	---

	<p>8. Hukum II Termodinamika</p> <p>“Kalor mengalir secara spontan dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah dan tidak dapat mengalir spontan dengan arah sebaliknya”</p> <p>“Total entropi jagad raya tidak berubah ketika terjadi proses reversibel dan berubah ketika terjadi proses irreversibel”</p> <p>“Tidak mungkin membuat suatu mesin kalor yang bekerja dalam suatu siklus yang semata-mata menyerap kalor dari reservoir dan mengubah seluruhnya menjadi usaha luar”</p> <p>9. Efisiensi mesin kalor</p> $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ <p>10. Entropi</p> $\Delta S = \left(\frac{Q}{T}\right)_{\text{reversibel}}$ <p>11. Koefisien Performansi</p> $Kp = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$
Prosedur	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Read.</i> Mengidentifikasi kasus mengenai pencemaran udara yang diberikan. Dalam tahap ini siswa dalam kelompok haruslah membaca masalah dengan seksama agar mengerti apa yang diminta. 2. <i>Organize.</i> Menganalisa kasus mengenai materi termodinamika. Masing-masing anggota kelompok mencatat hal-hal penting yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ada. 3. <i>Solve.</i> Anggota kelompok mendiskusikan dan menjelaskan masalah tersebut berdasarkan pengetahuan yang mereka miliki dalam mencari solusi dari kasus, lalu menetapkan jawaban terhadap permasalahan 4. <i>Evaluate.</i> Melakukan evaluasi terhadap pemecahan

	permasalahan
--	--------------

6. Teori Kinetik Gas dan Termodinamika pada Pencemaran Udara dan Efek Rumah Kaca

Pencemaran udara merupakan masalah lingkungan yang diakibatkan oleh adanya beberapa materi yang tidak sesuai dengan kadar normal dalam udara. Materi pencemar itu baik berupa zat padat seperti debu, partikel logam maupun gas seperti gas CO, CO₂, SO₂, H₂S dan yang lainnya. Pengintegrasian masalah pencemaran udara dalam pembelajaran fisika dimasukkan dalam materi teori kinetik gas, karena dalam hal ini kita akan membahas tentang gas yang terkandung dalam polutan.

Wei Li dkk (2012) menyatakan bahwa CO₂ bukanlah merupakan gas ideal, maka ketika menghitung peningkatan suhu, faktor kompresibilitas CO₂ harus dipertimbangkan. Pada saat kondisi volume konstan dan temperatur naik dari T₁ menjadi T₂, maka perubahan tekanannya adalah:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2 Z_2}{T_1 Z_1} \dots\dots\dots(23)$$

dimana Z adalah faktor kompresibilitas CO₂. Pada materi teori kinetik gas, yang dipelajari sebenarnya adalah gas ideal, tetapi karena pada kenyataannya gas ideal itu tidak ada di dunia ini, maka kita akan menganggap bahwa gas yang menjadi polutan adalah gas ideal.

Astra (2010: 128) menyatakan bahwa kenaikan suhu atmosfer akibat pembakaran bahan bakar fosil yang merupakan reaksi dari perubahan energi kimia menjadi kalor dapat diukur dengan:

$$Q = m.c.\Delta T$$

dimana Q adalah besar kalor yang diserap atau dilepas suatu benda, m adalah massa benda dan ΔT adalah perubahan temperatur.

Astra (2010:127) juga mengatakan pada sebuah kendaraan yang menghasilkan gas buangan, terjadi perubahan energi kimia menjadi energi mekanik dan kalor. Sesuai dengan hukum ke II termodinamika, dari pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa sebuah mesin kendaraan tidak dapat mengubah seluruh kalor yang ada hanya untuk menggerakkan kendaraan, ada sebagian yang menjadi sisa salah satunya adalah gas buangan kendaraan tersebut. Selanjutnya, entropi jagat raya bertambah jika terjadi proses irreversibel, dari sini bisa diketahui bahwa gas buangan yang telah dikeluarkan oleh sebuah kendaraan bermotor tidak dapat dikembalikan lagi dalam bentuk bahan bakar seperti semula.

Setelah mengintegrasikan masalah pencemaran udara, terdapat masalah lain yang ditimbulkan oleh pencemaran udara terutama oleh gas CO_2 yang berlebihan, masalah tersebut adalah efek rumah kaca. Masalah ini akan diintegrasikan dalam pembelajaran fisika pada materi termodinamika. Menurut hukum I Termodinamika, "Untuk setiap proses, apabila kalor diberikan kepada sistem dan sistem melakukan usaha, maka selisih energi sama dengan perubahan energi dalam"(Foster, 2007:185). Dalam hal ini, bumi adalah sebagai sistem, kalor yang diberikan adalah kalor yang diperoleh dari efek rumah kaca, sehingga akan terjadi perubahan energi dalam bumi yang akibatnya dapat meningkatkan pemanasan global.

Berkaitan dengan pemanasan global, ada beberapa parameter yang perlu di perhatikan seperti model keseimbangan rata-rata energi global menurut Schneider dan Mass (Kramm & Dlugi, 2010:3):

$$C \frac{\partial T_s}{\partial t} = Q - \lambda T_s \quad \dots\dots\dots(24)$$

dimana C adalah kapasitas panas sistem, t adalah waktu, T_s adalah selisih temperatur dari keadaan awalnya, Q adalah energi termal, dan λ adalah parameter umpan balik.

Baru-baru ini, Lembaga Riset Nasional Amerika, menetapkan ketentuan untuk temperatur permukaan global rata-rata planet berdasarkan keseimbangan radiasi-konveksi. Persamaan untuk menentukan temperatur permukaan global rata-rata planet adalah:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = f - \frac{T'}{\lambda^*} \quad \dots\dots\dots(25)$$

dimana

$$H = \int_{z_b}^{\infty} \rho C_p T dz \quad \dots\dots\dots(26)$$

dengan H adalah kandungan kalor sistem (daratan, lautan dan atmosfer/udara), ρ massa jenis, C_p kapasitas panas sistem pada tekanan tetap, T temperatur, dan z_b ukuran kedalaman yang ditembus kalor, f adalah kuat radiasi pada tropopause, T' adalah perubahan temperatur permukaan sebagai reaksi dari perubahan kandungan kalor, λ^* adalah parameter umpan balik iklim. Besarnya $\lambda^* = 1/\lambda$, dimana $1 < \lambda < 4$ W/m²K.

Dengan adanya pengintegrasian masalah lingkungan ke dalam pembelajaran diharapkan akan terbentuk suatu karakter dalam diri siswa khususnya adalah karakter peduli lingkungan.

7. Karakter Peduli Lingkungan

Fisika merupakan mata pelajaran yang berkaitan dengan gejala alam. Salah satu dari tujuan mata pelajaran fisika adalah membentuk sikap positif terhadap fisika dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa. Untuk menyadari keteraturan dan keindahan alam tersebut, diperlukan suatu tindakan yang positif dari manusia. Tindakan tersebut bersumber dari hati, dimana seseorang mampu melakukan sebuah perbuatan yang memelihara alam. Kebiasaan yang baik akan mampu melahirkan sebuah tindakan yang baik sehingga hal itu akan tertanam dalam jiwa seseorang yang nantinya akan muncul sebagai karakter seseorang.

Karakter adalah watak, tabiat, akhlak, atau kepribadian seseorang yang terbentuk dari hasil internalisasi berbagai kebajikan (*virtues*) yang diyakini dan digunakan sebagai landasan untuk cara pandang, berpikir, bersikap, dan bertindak (Kemdiknas,2010:3). Prastyo (2013: 226) menyatakan bahwa sebuah pembelajaran dikatakan memiliki nilai-nilai pendidikan karakter dan bermutu jika dalam diri siswa nampak adanya perubahan. Perubahan yang diharapkan terjadi adalah pada pengetahuan, keterampilan dan sikap. Jika ketiga aspek tersebut berubah ke arah yang lebih baik, dapat dikatakan seseorang itu telah memiliki karakter yang baik.

Karakter peduli lingkungan merupakan salah satu dari 18 karakter yang teridentifikasi sebagai nilai untuk pendidikan budaya dan karakter bangsa. Karakter peduli lingkungan merupakan sikap dan tindakan yang selalu berupaya untuk mencegah kerusakan pada lingkungan alam di sekitarnya dan mengembangkan upaya-upaya untuk memperbaiki kerusakan alam yang sudah terjadi. Karakter peduli lingkungan ini terintegrasi di seluruh mata pelajaran yang terdapat dari jenjang sekolah dasar hingga menengah, namun lebih ditekankan pada pelajaran sains atau ilmu pengetahuan alam (IPA), karena memiliki keterkaitan yang erat dengan kajian sains (Kemdiknas, 2010). Oleh karena itu, diharapkan karakter peduli lingkungan dapat dimaksimalkan melalui mata pelajaran IPA. Fisika merupakan bagian dari IPA, yang berarti karakter peduli lingkungan dapat dimaksimalkan melalui pelajaran fisika.

Untuk menumbuhkan karakter peduli lingkungan khususnya dalam mencegah masuknya zat dan berubahnya energi pada udara ambien di sekolah, kita perlu mengetahui mitigasi atau pengurangan resiko yang harus dilakukan. Seperti yang dinyatakan oleh Aritenang (2013:3) dalam artikelnya upaya mengurangi penyebab polusi udara dan efek rumah kaca yang berasal dari sektor transportasi sejalan dengan upaya membuat pelayanan sektor transportasi lebih baik dan lebih efisien, yaitu :

1. mengurangi melakukan perjalanan yang tidak perlu
2. mengurangi dan membatasi pemakaian kendaraan pribadi, shift/pindah kepada pemakaian transportasi massal
3. tata ruang kota/wilayah yang lebih baik
4. meningkatkan efisiensi dan performance mesin kendaraan
5. menggunakan bahan bakar yang lebih baik

Kutipan di atas menyatakan bahwa banyak langkah yang dapat ditempuh untuk meminimalisir pencemaran udara. Inti dari langkah tersebut adalah mengurangi pemakaian kendaraan bermotor yang berlebihan. Pemakaian kendaraan bermotor hendaklah seperlunya saja dan sebaiknya menggunakan transportasi umum. Khusus untuk penggunaan bahan bakar perlu mencermati hal-hal sebagai berikut :

1. penggunaan *Natural Gas* sebagai bahan bakar kendaraan sangat baik untuk mengurangi efek rumah kaca maupun pencemaran udara, karena pembakarannya lebih bersih, sedikit gas buangan, dan rendah CO₂
2. penggunaan *Bio-Ethanol* dan *Bio-Methanol* sebagai Bio-Energi yang berasal dari tumbuhan yang ditanam secara berkelanjutan, sangat baik bagi mengurangi efek rumah kaca maupun pencemaran udara (lebih sedikit mengeluarkan emisi NO_x,CO,HC,Partikel)
3. *Bio-diesel* yang berasal dari tumbuhan yang ditanam secara berkelanjutan, sangat baik untuk mengurangi efek rumah kaca dan pencemaran udara
4. upaya perbaikan BBM yang berasal dari Fossil Fuel yang digunakan saat ini seperti mengurangi kandungan Sulphur dan melarang penggunaan Timbal/Pb, sangat bermanfaat untuk mengurangi pencemaran udara
5. penggunaan peralatan katalis pada sistem pembuangan gas pada kendaraan bermanfaat untuk mengurangi pencemaran udara.

Banyak langkah yang dapat diambil dalam mengurangi pencemaran udara, salah satunya mengganti bahan bakar dengan energi alternatif seperti dalam kutipan di atas. Dengan memanfaatkan energi alternatif, perbaikan bahan bakar dan penggunaan katalis diharapkan dapat mengurangi pencemaran udara. Mitigasi pencemaran udara dapat dilakukan oleh siapa saja termasuk siswa. Salah satu langkah untuk mengajak siswa untuk mengurangi pencemaran udara dan peduli terhadap lingkungan mereka adalah dengan mengintegrasikan kejadian di lingkungan ke dalam pembelajaran. Pengintegrasian masalah lingkungan tersebut dibantu dengan LKS yang terintegrasi masalah pencemaran udara

8. LKS Terintegrasi Masalah Pencemaran Udara

Lembar Kerja Siswa (LKS) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Menurut Prastowo (2011:204) “LKS merupakan bahan ajar cetak berupa lembaran yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang mengacu pada kompetensi dasar”. Prastowo (2011:204) juga mengemukakan bahwa bahan ajar LKS lebih sederhana daripada modul dan lebih kompleks daripada buku, karena memiliki unsur yang meliputi judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar, materi pokok, informasi pendukung, tugas dan penilaian.

Berdasarkan juknis pengembangan bahan ajar (Kemdiknas 2010:35), sebuah LKS minimal harus memiliki komponen sebagai berikut:

1. Judul/identitas
2. Petunjuk belajar
3. SK/KD
4. Materi pembelajaran
5. Informasi pendukung
6. Paparan isi materi
7. Tugas/ langkah kerja
8. Penilaian

Uraian tersebut menyatakan bahwa LKS merupakan bahan ajar cetak yang sederhana, tetapi memuat unsur yang diperlukan dalam pembelajaran. Selanjutnya Prastowo (2011:212) menyatakan dalam menyiapkan lembar kegiatan siswa dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Pertama, analisis kurikulum dimaksudkan untuk menentukan materi-materi mana yang memerlukan bahan ajar LKS. Kedua, menyusun peta kebutuhan LKS guna mengetahui jumlah LKS yang harus ditulis. Ketiga, menentukan judul LKS. Keempat, penulisan LKS dengan langkah merumuskan KD, menentukan alat penilaian, menyusun materi dan memperhatikan struktur LKS secara umum yaitu: Judul, Petunjuk belajar (Petunjuk siswa), Kompetensi yang akan dicapai, Informasi pendukung, Tugas-tugas dan langkah-langkah kerja dan Penilaian.

Fungsi LKS menurut Prastowo (2011:205) yaitu sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik, mempermudah siswa untuk memahami materi yang diberikan, sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih, dan memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada siswa. Berdasarkan fungsi LKS tersebut terlihat bahwa LKS membantu proses pengajaran dan siswa juga lebih aktif serta sering berlatih dengan tugas yang ada.

Salah satu dari lima macam bentuk LKS adalah LKS yang membantu siswa dalam menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan (Prastowo, 2011:210). Dari keterangan ini dapat kita lihat bahwa LKS bisa dilengkapi dengan materi yang terintegrasi masalah pencemaran udara. Pada penelitian ini LKS dilengkapi dengan masalah mengenai pencemaran udara. LKS tidak hanya berisi uraian materi dan langkah kegiatan tetapi juga dilengkapi dengan masalah pencemaran udara yang relevan. Dengan adanya pengintegrasian masalah pencemaran udara ke dalam LKS, akan mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan berfikir siswa mengenai penyebab dan akibat masalah pencemaran udara serta cara mengurangi terjadinya pencemaran tersebut. Terbiasanya siswa mempelajari LKS yang diintegrasikan masalah pencemaran udara, diharapkan dapat menimbulkan kesadaran dalam menjaga lingkungan mereka, khususnya dari masalah pencemaran udara. Sehingga kesadaran menjaga lingkungan akan menimbulkan kebiasaan yang pada akhirnya kebiasaan akan membentuk karakter seseorang. Karakter yang dapat dibentuk dengan adanya kebiasaan menjaga lingkungan adalah karakter peduli lingkungan.

Terbentuknya karakter seseorang akan mempengaruhi kehidupan dan hasil belajar siswa.

9. Hasil Belajar

Hasil Belajar merupakan perubahan perilaku yang diperoleh siswa setelah mengikuti proses pembelajaran atau berinteraksi langsung dengan lingkungan. Sudjana (2011:22) mengatakan bahwa hasil belajar merupakan kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya.

Dalam proses pembelajaran, keberhasilan siswa diukur dari pencapaiannya dalam proses pembelajaran, maksudnya seberapa jauh hasil belajar yang diperoleh siswa tersebut. Seseorang dikatakan telah berhasil dalam belajar apabila dalam dirinya terjadi perubahan karena latihan dan pengalaman.

Sistem penilaian hasil belajar pada KTSP dilakukan berdasarkan Permendiknas No. 20 tahun 2007 yang menyatakan bahwa hasil belajar siswa meliputi tiga ranah yakni aspek kognitif, afektif, dan psikomotor.

1. Hasil Belajar Ranah kognitif

Hasil belajar ranah kognitif merupakan ranah yang berhubungan dengan intelektual siswa. Bloom dalam Sudjana (2011:23) membagi ranah kognitif terdiri dari enam aspek, yaitu:

- a. Pengetahuan (*knowledge*). Siswa dituntut untuk mengetahui dan mengenal satu atau lebih fakta-fakta yang sederhana berupa hafalan yang menentukan prasyarat untuk pemahaman.
- b. Pemahaman (*comprehension*). Siswa diminta untuk membuktikan bahwa ia memahami hubungan yang sederhana diantara fakta-fakta atau konsep

- c. Aplikasi (*aplication*). Dalam aplikasi ini siswa dituntut untuk memiliki kemampuan dalam menyeleksi atau memilih suatu konsep, hukum, aturan, gagasan, dan cara tertentu secara tepat untuk diterapkan dalam suatu situasi baru dan menerapkannya dengan benar
- d. Analisis (*analysis*). Siswa diminta untuk menganalisis suatu hubungan atau situasi yang kompleks atas konsep-konsep dasar dengan memanfaatkan tiga tipe sebelumnya.
- e. Sintesis (*synthesis*). Dengan sintesis diminta untuk melakukan generalisasi atau penyatuan unsur-unsur ke dalam bentuk yang meyeluruh.
- f. Evaluasi (*evaluation*). Mengevaluasi dalam aspek kognitif ini menyangkut masalah benar atau salah yang didengarkan atas dalil, hukum, prinsip dan pengetahuan serta pemberian keputusan tentang nilai sesuatu.

Berdasarkan tema yang akan diintegrasikan dalam pembelajaran fisika, yaitu masalah pencemaran udara, kemampuan yang diperlukan disini adalah kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan ini termasuk dalam ranah kognitif tingkat analisis (C4). Dalam analisis, siswa dituntut untuk memiliki kemampuan dalam menganalisis suatu masalah dan memakai tiga aspek yaitu pengetahuan, pemahaman dan aplikasi secara tepat untuk diterapkan dalam suatu situasi baru dan menerapkannya dengan benar. Kegiatan yang dilakukan siswa dalam tahap aplikasi adalah menganalisis, memecahkan, menyeleksi, memerinci, mengkorelasian, menguji, menyimpulkan, menemukan, menelaah, mengaitkan, memilih, mengukur dan melatih (Kemdiknas, 2010).

2. Hasil Belajar Ranah Afektif

Gordon (Sanjaya,2006:6) menjelaskan bahwa salah satu ciri siswa yang memiliki hasil belajar yang baik adalah memiliki sikap (*attitude*) yang merujuk ke dalam aspek afektif. Hasil belajar ranah afektif berkenaan dengan sikap dan nilai yang terdiri dari lima aspek, yaitu:

- a. Menerima (*receiving*) yakni semacam kepekaan menerima rangsangan dari luar mencakup mau memperhatikan dan mau mendengar.

- b. Menanggapi (*responding*) yakni reaksi yang diberikan sebagai aksi rangsangan dari luar meliputi mau berpartisipasi aktif dalam pembelajaran, memberikan respons, dan berminat mengikuti pembelajaran
- c. Menilai (*valuing*) berkenaan dengan kepercayaan terhadap gejala atau rangsangan meliputi mempunyai keinginan untuk meningkatkan keterampilan dan mau mengungkapkan ide sebagai bentuk sikap dan apresiasi
- d. Mengorganisasi (*organizing*) yakni melibatkan diri dalam sistem nilai dengan indikator mau melibatkan diri secara aktif dalam kelompok, mau menerima tanggung jawab dan mau mengorbankan waktu, tenaga, pikiran untuk sesuatu yang diyakini
- e. Karakteristik dari sistem nilai (*characterization by value*) yakni keterpaduan semua sistem nilai yang telah dimiliki seseorang dengan indikator mau melaksanakan sesuatu dengan apa yang diyakininya, menunjukkan ketekunan, ketelitian, dan kedisiplinan

Hasil belajar ranah afektif ini menuntut siswa dapat menumbuhkan karakter peduli lingkungan. Agar hal ini tercapai, maka dilakukan pembelajaran dengan mengintegrasikan masalah pencemaran udara agar terbentuk karakter peduli terhadap lingkungan. Tingkat pertama yakni penerimaan, siswa dapat diajak untuk mau memberikan perhatian kepada masalah pencemaran udara dalam pembelajaran fisika. Tahap kedua siswa diajak untuk memberi tanggapan terhadap masalah pencemaran udara. Tahap ketiga siswa diajak untuk mau memikirkan masalah pencemaran udara yang ditandai dengan mau memberi pendapat terhadap masalah pencemaran udara. Tahap keempat siswa diajak untuk mau berdiskusi dengan temannya menyangkut masalah pencemaran udara yang ditandai dengan mau menghargai pendapat teman tentang masalah pencemaran udara. Pada tingkat yang kelima yakni karakterisasi bisa dikhususkan pada pembentukan karakter peduli lingkungan. Pada tingkat ini diharapkan setelah pembelajaran fisika terintegrasi masalah pencemaran udara berlangsung, siswa mampu

mengaplikasikan pengetahuan tersebut agar lebih siap dan membentuk karakter peduli terhadap lingkungan.

3. Hasil Belajar Ranah Psikomotor

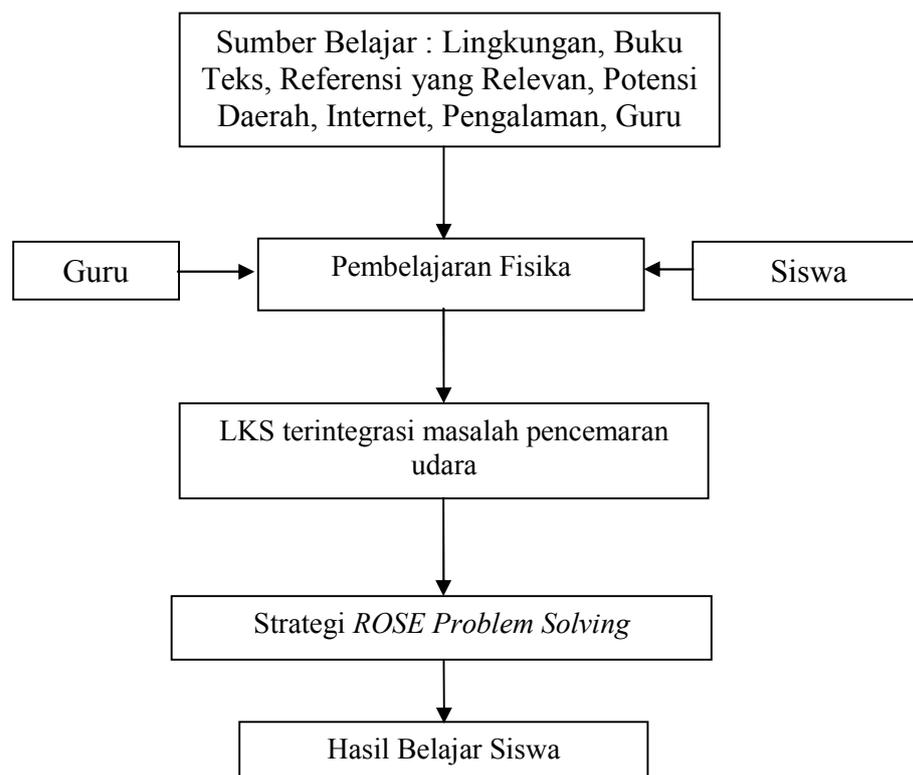
Sudjana (2002:22) menyatakan bahwa ranah psikomotor berkenaan dengan hasil belajar keterampilan (*skill*) dan kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu. Penilaian ranah psikomotor ini mencakup kemampuan menggunakan alat, sikap kerja, kemampuan menganalisis suatu pekerjaan, kecepatan mengerjakan tugas, kemampuan membaca gambar atau simbol, dan keserasian bentuk dengan yang diharapkan.

Berdasarkan uraian tersebut siswa diharapkan dapat mengambil suatu tindakan yang tepat dalam melakukan mitigasi terhadap masalah pencemaran udara yang terjadi di lingkungan mereka.

B. Kerangka Berpikir

Berdasarkan latar belakang dan kajian teori yang telah diuraikan sebelumnya, bahwa pembelajaran fisika dapat dilaksanakan dengan strategi yang menuntut keaktifan siswa, sehingga diharapkan terjadinya peningkatan hasil belajar, khususnya dalam pemecahan masalah. Pada proses pelaksanaan pembelajaran, guru harus mampu mengarahkan siswa untuk berinteraksi dengan sumber belajar. Salah satu upaya meningkatkan hasil belajar siswa dan membuat siswa dapat berinteraksi dengan sumber belajar adalah melalui Strategi *ROSE Problem Solving*. Strategi ini dilengkapi dengan LKS terintegrasi masalah pencemaran udara. LKS ini digunakan sebagai bahan ajar untuk membantu siswa yang nantinya diharapkan agar hasil belajar siswa lebih baik.

Dalam proses pembelajaran, sumber belajar yang digunakan adalah lingkungan, LKS, buku teks dan dibantu oleh guru dengan menggunakan strategi *ROSE problem solving*. LKS yang digunakan adalah LKS terintegrasi masalah pencemaran udara dengan Strategi *ROSE Problem Solving*. Pemberian LKS terintegrasi masalah pencemaran udara dengan Strategi *ROSE Problem Solving* diharapkan akan memberikan hasil belajar yang maksimal. Proses pembelajaran untuk mencapai hasil belajar siswa yang maksimal dapat dilihat melalui kerangka berfikir pada Gambar 5:



Gambar 5. Diagram kerangka berfikir pengaruh model pembelajaran fisika yang terintegrasi dengan masalah pencemaran udara

C. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teoritis dapat dirumuskan hipotesis penelitian yaitu “Terdapat pengaruh yang berarti LKS terintegrasi masalah pencemaran udara terhadap hasil belajar melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika”.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan analisis data pada penelitian ini adalah terdapat pengaruh berarti LKS terintegrasi masalah pencemaran udara melalui Strategi *ROSE Problem Solving* pada materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika dengan taraf nyata 0,05. Pengaruh ini terlihat akibat adanya perbedaan yang signifikan hasil belajar rata-rata siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Strategi *ROSE Problem Solving* juga mempengaruhi hasil belajar pada kedua kelas sampel. Pengaruh tersebut dibuktikan dengan meningkatnya hasil belajar yang diperoleh siswa pada kedua kelas sampel.

B. Saran

Saran dalam penelitian ini adalah:

1. Agar hasil belajar fisika siswa dapat meningkat dari hasil sebelumnya, LKS terintegrasi masalah pencemaran udara dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bagi guru-guru.
2. Penelitian pengaruh LKS terintegrasi masalah pencemaran udara merupakan penelitian baru sehingga diperlukan penelitian selanjutnya untuk membuatnya lebih baik.

3. Sebaiknya ada pengembangan dari penelitian ini yang menjadi perluasan cakupan tentang LKS terintegrasi masalah pencemaran udara dengan menggunakan materi fisika yang lebih kompleks, kreatif dan inovatif

DAFTAR PUSTAKA

- Aedeeyemo, Sunday A. 2010. "Students' Ability Level and Their Competence in Problem-Solving Task in Physics". *International Journal of Educational Research and Technology*. Vol 1 [2]. Hlm. 35-47.
- Aisyah, Siti dkk. 2011. *Status Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Sumatera Barat*. Padang: Bapedalda Sumatera Barat.
- Anggraini, Mita. 2006. *Pengembangan LKS Pesawat Sederhana yang Dihasilkan dengan KBK kelas VII*. Surabaya : Universitas Surabaya.
- Arifin, Zainal. 2012. *Evaluasi Pembelajaran Prinsip Teknik Prosedur*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, Suharsimi. 2009. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Aritenang, Wendi. 2011. *Polusi Udara dan Efek Rumah Kaca*.
- Astra, I Made. 2010. "Energi dan Dampaknya Terhadap Lingkungan". *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. Vol 11. Hlm 127-135.
- Badan Pusat Statistik. 2010. *Perusahaan Menurut Subsektor Tahun 2001-2010*. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php diakses tanggal 22 Mei 2013 pukul 20:38.
- Badan Pusat Statistik. 2011. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2011*. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php diakses tanggal 22 Mei 2013 pukul 19:30.
- Bailey, R.W.1989. *Human Performance Engineering*. New Jersey.
- Bapedalda Sumatera Barat. 2010. *Status Lingkungan Hidup Daerah, Kualitas Udara Ambien Menurut Lokasi*. Padang: Bapedalda Provinsi Sumatera Barat.
- Depertemen Pendidikan Nasional. 2006. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta: BSNP.
- Djamarah, Syaiful Bahri dan Aswan Zain 2010. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Foster, Bob.2006.*Terpadu Fisika SMA untuk Kelas XI*.Jakarta: Erlangga.

- Gulo, W. 2006. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Grasindo.
- Hamalik, Oemar. 2008. *Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Bumi Aksara.
- Hasan, Said H,dkk. 2010. *Penguatan Metodologi Pembelajaran Berdasarkan Nilai-Nilai Budaya Untuk Membentuk Daya Saing dan Karakter Bangsa*. Jakarta: Kemdiknas.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013 The Physical Sciencel Basis*.IPCC.
- Jones, J.C. 2008. *Atmospheric Pollution*. Bookboon.com:Ventus Publishing ApS.
- Kanginan, Marthen.2007. *Fisika untuk SMA Kelas XI*.Jakarta: Erlangga.
- Kemdiknas. 2010. *Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa*. Jakarta: Balitbang Pusat Kurikulum.
- Kemdiknas. 2010. *Petunjuk Teknis Pengembangan Bahan Ajar SMA*. Jakarta: Direktorat PembinaanSekolah Menengah Atas.
- Kramm & Dlugi. 2010. "On the meaning of feedback parameter, transient climate response, and the greenhouse effect": *Basic consideration and the discussion of uncertainties*". Hlm. 3-5.
- Lufri. 2006. *Strategi Pembelajaran Biologi Teori, Praktik dan Penelitian*. Padang: UNP Press.
- Patterson, Josh. 2009. "A Changed Perspective: The Rose Problem Solving Strategy". *South Carolina Middle School Association Journal*. Hlm. 25-31.
- Peraturan Pemerintah No 19 th 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan.
- Peraturan Pemerintah No 41 th 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Permendiknas No 20 th 2007 tentang Standar Penilaian Pendidikan.
- Permendiknas No 23 th 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan.
- Permendiknas No 41 th 2007 tentang Standar Proses Pendidikan.
- Pramudya, Sunu. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. Jakarta : PT. Gramedia Indonesia.
- Prastowo, Andi. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.

- Prastyo, Angga T. *Merancang Perencanaan Pembelajaran Berbasis Pendidikan Karakter*.
- Prayudi, Teguh, & Susanto, Joko P. 2001. "Kualitas Debu dalam Udara sebagai Dampak Industri Pengecoran Logam Ceper". *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol 2 [2]. Hlm.170.
- Purwanto, N. 2009. *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Jakarta: Rosdakarya.
- Purwoko, Fendi. 2009. *Physics For Senior High School Year XI*. Jakarta: Yudhistira.
- Rukaesih, Achmad. 2004. *Kimia Lingkungan*. Jakarta: ANDI Offset Yogyakarta.
- Rusman. 2012. *Model-Model Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sanjaya, Wina. 2006. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Predana Media Group.
- Sigit. 2013. *Hakikat Pembelajaran Fisika*.
- Simandjuntak, B., & Pasaribu, I.L. 1986. *Didaktik dan Metodik*. Bandung: Tarsito.
- Slameto. 2003. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Bandung: PT Rineka Cipta.
- Slameto. 2010. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sudijono, Anas. 2012. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: PT. Tarsito Bandung.
- Sudjana, Nana. 2011. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Surapranata, Sumarna. 2004. *Analisis, Validitas, Reliabilitas, dan Interpretasi Hasil Tes Implementasi Kurikulum 2004 Revisi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Surabaya: Kencana Prenada Media Group.
- Undang-undang No 20 tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional. Jakarta: Indonesia.

- Wei Li,dkk. 2012. "Evaluating the security of geological coalbed sequestration of supercritical CO₂ reservoirs: The Haishiwan coalfield, China as a natural analogue". *International Journal of Greenhouse Gas Control*. Vol 11. Hlm. 107.
- Wena, Made. 2009. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer, Suatu Tinjauan Konseptual Operasional*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Yamin, Martinis. 2007. *Desain Pembelajaran Berbasis Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Yenita,dkk. 2008. "Penggunaan LKS Non Eksperimen Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI IPA Sma 12 Pekanbaru". *Jurnal Geliga Sains*. Vol 2 (1). Hlm. 28-31.