

**PENGARUH MODUL TERINTEGRASI MATERI ENERGI RADIASI
MATAHARI TERHADAP HASIL BELAJAR DALAM MODEL
PEMBELAJARAN PDEODE PADA MATERI
KALOR DAN LISTRIK**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Fisika sebagai Salah Satu
Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Kependidikan*



Oleh

WIWI LANIA

18412/2010

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2014**

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

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 Modul Terintegrasi Materi Energi Radiasi
Matahari terhadap Hasil Belajar dalam Model
Pembelajaran PDEODE pada Materi Kalor dan
Listrik

Nama : Wiwi Lania

NIM/TM : 18412/2010

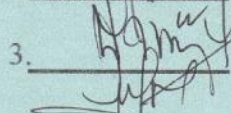
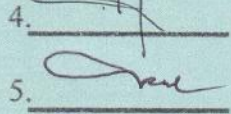
Program Studi : Pendidikan Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 11 Agustus 2014

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. H. Ahmad Fauzi, M. Si.	1. 
2. Sekretaris	: Dr. Hamdi, M. Si.	2. 
3. Anggota	: Dr. Hj. Djusmaini Djamal, M. Si.	3. 
4. Anggota	: Dra. Syakbaniah, M. Si.	4. 
5. Anggota	: Drs. Mahrizal, M. Si.	5. 

ABSTRAK

Wiwi Lania : Pengaruh Modul Terintegrasi Materi Energi Radiasi Matahari terhadap Hasil Belajar Siswa dalam Model Pembelajaran PDEODE pada Materi Kalor dan Listrik

Rendahnya hasil belajar fisika disebabkan karena minimnya kemampuan bernalar yang dimiliki siswa. Siswa belum bisa mengaitkan materi pelajaran dengan permasalahan di sekitarnya. Hal ini terlihat dari hasil tes awal dimana sebagian besar siswa tidak dapat menjelaskan dan menarik kesimpulan dengan benar saat diberikan suatu permasalahan. Oleh sebab itu, dibutuhkan materi pengayaan yang dapat meningkatkan kemampuan bernalar. Salah satunya adalah materi energi radiasi matahari yang diintegrasikan pada materi kalor dan listrik. Untuk meningkatkan penalaran siswa diterapkan model pembelajaran PDEODE (*Predict-Discuss-Explain-Observe-Discuss-Explain*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh modul terintegrasi materi energi radiasi matahari terhadap hasil belajar siswa dalam model pembelajaran PDEODE pada materi kalor dan listrik.

Jenis penelitian adalah eksperimen semu. Rancangan penelitian adalah *Randomized Control Group Only Design*. Populasi penelitian adalah siswa kelas X MAN 2 Padang yang terdaftar pada tahun ajaran 2013/2014. Pengambilan sampel menggunakan *Cluster Random Sampling* dimana sampel harus berasal dari populasi yang terdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen. Hasilnya adalah kelas X-08 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-07 sebagai kelas kontrol. Instrumen penelitian adalah tes akhir untuk mengetahui hasil belajar ranah kognitif, lembar observasi dan angket untuk mengetahui hasil belajar afektif, dan rubrik penskoran untuk mengetahui hasil belajar psikomotor. Analisis data menggunakan uji kesamaan dua rata-rata pada taraf nyata 0,05, uji regresi linear sederhana dan uji korelasi *product-moment*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar rata-rata pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor di kelas eksperimen adalah 78,33; 81,37 dan 85,13 sedangkan hasil belajar rata-rata pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor di kelas kontrol adalah 72,87; 76,87 dan 78,11. Uji hipotesis menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Selanjutnya, kontribusi modul terintegrasi materi energi radiasi matahari terhadap hasil belajar pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor diperoleh melalui uji regresi linear sederhana sebagai berikut : $\widehat{Y}_K = 33,34 + 0,634X$, $\widehat{Y}_A = 30,3 + 0,719X$, dan $\widehat{Y}_P = 49,39 + 0,503X$, dimana $\widehat{Y}_K, \widehat{Y}_A, \widehat{Y}_P$ adalah hasil belajar pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor dan X adalah modul terintegrasi materi energi radiasi matahari. Lebih lanjut, peningkatan hasil belajar pada kedua kelas sampel sebelum dan sesudah penelitian menunjukkan pengaruh model pembelajaran PDEODE. Kesimpulan penelitian adalah terdapat pengaruh yang berarti modul terintegrasi materi energi radiasi matahari terhadap hasil belajar siswa dalam model pembelajaran PDEODE pada materi kalor dan listrik pada taraf nyata 0,05.

KATA PENGANTAR



Puji syukur atas kehadiran Alloh SWT yang telah memberikan karunia-Nya atas selesainya skripsi dengan judul : “Pengaruh Modul Terintegrasi Materi Energi Radiasi Matahari terhadap Hasil Belajar dalam Model Pembelajaran PDEODE pada Materi Kalor dan Listrik”. Penelitian ini adalah bagian dari Penelitian Hibah Pascasarjana tahun 2014 yang dibiayai oleh dana DIPA UNP berdasarkan Surat Penugasan Pelaksanaan Penelitian Program Desentralisasi Skema Tim Pascasarjana TA 2014 No. 250/UN35.2/PG/2014 tertanggal 17 April 2014 dengan tim peneliti adalah Dr. Hamdi, M.Si dan Dr. Yulkifli, M.Si. Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si., sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Hamdi, M.Si., sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dr. Hj. Djusmaini Djamas, M.Si., Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si., dan Bapak Drs. Mahrizal, M.Si sebagai dosen penguji.
4. Bapak Drs. Akmam, M.Si, sebagai ketua jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Bapak Drs. H. Asrizal, M.Si., sebagai pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi, arahan, dan bimbingan selama masa perkuliahan.

6. Bapak dan Ibu dosen beserta staf jurusan Fisika FMIPA UNP.
7. Ayahanda dan Ibunda yang telah dengan tulus memberikan motivasi dan doa sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis mendoakan supaya segala bantuan, bimbingan, dan motivasi menjadi amal ibadah yang berlipat ganda di hadapan Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, untuk itu diharapkan saran dari berbagai pihak. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Padang, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	I
Abstrak.....	II
Kata Pengantar	III
Daftar Tabel.....	VIII
Daftar Gambar	X
Daftar Lampiran	XI

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	10
C. Batasan Masalah.....	10
D. Tujuan Penelitian	11
E. Manfaat Penelitian	11

BAB II KAJIAN TEORITIS

A. Landasan Teori.....	13
1. Pembelajaran Fisika	13
2. Model Pembelajaran PDEODE.....	16
3. Materi Kalor dan Listrik serta Aplikasinya dalam Materi Energi Radiasi Matahari	24
4. Modul pada Materi Kalor dan Listrik Terintegrasi Materi Energi Radiasi Matahari.....	54
5. Hasil Belajar	58
B. Penelitian yang Relevan.....	67

C. Kerangka Berpikir	68
D. Perumusan Hipotesis	69

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis dan Rancangan Penelitian	70
B. Populasi dan Sampel	71
C. Variabel Penelitian dan Data.....	72
D. Prosedur Penelitian.....	74
E. Instrumen Penelitian.....	86
F. Teknik Analisis Data.....	93

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	103
1. Deskripsi Data	
a. Deskripsi Data Hasil Belajar Fisika Ranah Kognitif	103
b. Deskripsi Data Hasil Belajar Fisika Ranah Afektif	104
c. Deskripsi Data Hasil Belajar Fisika Ranah Psikomotor	105
2. Analisis Data	
a. Analisis Data Hasil Belajar Fisika Ranah Kognitif	106
b. Analisis Data Hasil Belajar Fisika Ranah Afektif	111
c. Analisis Data Hasil Belajar Fisika Ranah Psikomotor	116
B. Pembahasan	121

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	138
B. Saran.....	138

DAFTAR PUSTAKA.....	140
LAMPIRAN.....	144

DAFTAR TABEL

1. Rata-Rata Nilai Ujian MID Semester Ganjil TP 2013/2014.....	4
2. Materi Kalor	33
3. Materi Listrik	43
4. Materi Energi Radiasi Matahari	52
5. Indikator Karakter Hemat Energi.....	65
6. Bagan Rancangan Penelitian.....	70
7. Rincian Data Penelitian.....	73
8. Skenario Pembelajaran Kelas Eksperimen dan Kontrol	76
9. Makna Koefisien Korelasi Product Moment	88
10. Klasifikasi Reliabilitas Soal	89
11. Klasifikasi Tingkat Kesukaran Soal.....	90
12. Klasifikasi Indeks Daya Beda Soal	91
13. Klasifikasi Penilaian Ranah Afektif.....	92
14. Klasifikasi Karakter Hemat Energi	92
15. Klasifikasi Penilaian Ranah Psikomotor.....	93
16. Bentuk Data dan Statistik Penguji	93
17. Daftar Analisis Varians untuk Uji Kelinearan Regresi	99
18. Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r	100
19. Nilai Rata-rata, Nilai Tertinggi, Nilai Terendah, Simpangan Baku, dan Varians Kelas Sampel Ranah Kognitif.....	104
20. Nilai Rata-rata, Nilai Tertinggi, Nilai Terendah, Simpangan Baku, dan Varians Kelas Sampel Ranah Afektif	105

21. Nilai Rata-rata, Nilai Tertinggi, Nilai Terendah, Simpangan Baku, dan Varians Kelas Sampel Ranah Psikomotor	106
22. Hasil Uji Normalitas Tes Akhir Kedua Kelas Sampel Ranah Kognitif.....	107
23. Hasil Uji Homogenitas Tes Akhir Kedua Kelas Sampel Ranah Kognitif.....	108
24. Hasil Uji t Ranah Kognitif	110
25. Hasil Uji Normalitas Tes Akhir Kedua Kelas Sampel Ranah Afektif.....	111
26. Hasil Uji Homogenitas Tes Akhir Kedua Kelas Sampel Ranah Afektif.....	112
27. Hasil Uji t Ranah Afektif	113
28. Hasil Uji Normalitas Tes Akhir Kedua Kelas Sampel Ranah Psikomotor.....	116
29. Hasil Uji Homogenitas Tes Akhir Kedua Kelas Sampel Ranah Psikomotor.....	117
30. Hasil Uji t Ranah Psikomotor	118
31. Daftar Nilai Hasil Belajar Siswa Ranah Kognitif Sebelum dan Sesudah Menggunakan Model Pembelajaran PDEODE.....	131

DAFTAR GAMBAR

1. Skema Model Pembelajaran PDEODE.....	23
2. Pemuaian Termal Linear	28
3. Pemuaian Pada Benda Tipis Berbentuk Bujur Sangkar	29
4. Pemuaian Suatu Benda Berbentuk Kubus.....	30
5. Batang Besi yang Dipanaskan	30
6. Hambatan R_1 dan R_2 yang Mewakili Hambatan Listrik	39
7. Hambatan R_1 dan R_2 dihubungkan Secara Seri.....	40
8. Hambatan R_1 dan R_2 dihubungkan Secara Paralel.....	40
9. Rangkaian Seri untuk Membagi Tegangan	41
10. Rangkaian Paralel untuk Membagi Arus	41
11. Kerangka Berpikir	69
12. Grafik Hubungan Antara Hasil Belajar dengan Modul pada Materi Kalor dan Listrik Terintegrasi Materi Energi Radiasi Matahari	98
13. Kurva Penerimaan Hipotesis Alternatif Ranah Kognitif	109
14. Model Persamaan Regresi Linear Sederhana Ranah Kognitif.....	110
15. Kurva Penerimaan Hipotesis Alternatif Ranah Afektif	114
16. Model Persamaan Regresi Linear Sederhana Ranah Afektif.....	115
17. Kurva Penerimaan Hipotesis Ranah Psikomotor	119
18. Model Persamaan Regresi Linear Sederhana Ranah Psikomotor	120
19. Bagan Keterkaitan Modul Terintegrasi Materi Energi Radiasi Matahari dengan Hasil Belajar dalam Model Pembelajaran PDEODE	136

DAFTAR LAMPIRAN

1. Uji Normalitas Kelas Sampel.....	144
2. Uji Homogenitas Kelas Sampel	148
3. Uji Kesamaan dua Rata-rata	149
4. Silabus Pembelajaran Fisika	150
5. RPP Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	159
6. Modul Terintegrasi Materi Energi Radiasi Matahari	181
7. Soal Uji Coba	197
8. Validitas Item Soal Uji Coba	199
9. Reliabilitas Soal Uji Coba.....	201
10. Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba.....	203
11. Daya Pembeda Soal Uji Coba.....	205
12. Kisi-Kisi Soal	207
13. Soal Tes Akhir	211
14. Lembar Observasi Ranah Afektif.....	218
15. Rubrik Penskoran Ranah Psikomotor	220
16. Uji Normalitas Hasil Belajar Ranah Kognitif Kelas Eksperimen	221
17. Uji Normalitas Hasil Belajar Ranah Kognitif Kelas Kontrol.....	223
18. Uji Homogenitas Ranah Kognitif	225
19. Uji Hipotesis Ranah Kognitif.....	226
20. Analisis Regresi Hasil Belajar Ranah Kognitif.....	228
21. Uji Normalitas Hasil Belajar Ranah Afektif Kelas Eksperimen	233
22. Uji Normalitas Hasil Belajar Ranah Afektif Kelas Kontrol.....	235

23. Uji Homogenitas Ranah Afektif	237
24. Uji Hipotesis Ranah Afektif.....	238
25. Analisis Regresi Hasil Belajar Ranah Afektif.....	240
26. Uji Normalitas Hasil Belajar Ranah Psikomotor Kelas Eksperimen .	245
27. Uji Normalitas Hasil Belajar Ranah Psikomotor Kelas Kontrol.....	247
28. Uji Homogenitas Ranah Psikomotor.....	249
29. Uji Hipotesis Ranah Psikomotor.....	250
30. Analisis Regresi Hasil Belajar Ranah Psikomotor.....	252
31. Lembar Observasi Karakter Hemat Energi	257
32. Analisis Karakter Hemat Energi	260
33. Tabel Distribusi Z	262
34. Tabel Nilai Kritis Lilliefors.....	264
35. Tabel Dstribusi f	265
36. Tabel Distribusi t	267
37. Surat Izin Penelitian	268
38. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian.....	269

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

UU No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional pasal 3 menyatakan bahwa Pendidikan Nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi siswa 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. Sistem pendidikan juga merupakan jumlah keseluruhan dari bagian-bagiannya yang saling bekerja sama untuk mencapai hasil yang diharapkan berdasarkan atas kebutuhan yang telah ditentukan (Hasbullah, 2003). Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa Pendidikan Nasional berfungsi untuk mengembangkan kemampuan dan membentuk watak siswa melalui ilmu pengetahuan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menempuh pendidikan formal dari jenjang pendidikan dasar hingga menengah. Dalam proses mengikuti jenjang pendidikan ini diharapkan siswa mampu membentuk dan mengembangkan kemampuan dan kompetensinya, serta watak atau karakternya agar menjadi sosok individu yang kokoh dalam menghadapi permasalahan di lingkungan sosial maupun alam sekitar.

Demi terwujudnya siswa yang memiliki kemampuan dan berkarakter, pemerintah terus melakukan berbagai upaya dalam meningkatkan kualitas

pendidikan. Upaya tersebut diantaranya adalah penyempurnaan kurikulum, peningkatan kompetensi guru dan pembenahan sarana dan prasarana. Semua usaha pemerintah tersebut seharusnya semakin mendukung kesungguhan dan keberhasilan siswa dalam belajar serta mempersiapkan siswa sebagai Sumber Daya Manusia (SDM) yang produktif dan kreatif di masa depan.

Penyiapan generasi muda sebagai SDM yang diharapkan tentu tidak lepas dari peran pendidikan. Dalam rangka mencapai fungsi Pendidikan Nasional upaya yang dapat dilakukan dengan meningkatkan kemampuan bernalar siswa. Penalaran sangat dibutuhkan dalam pengembangan diri siswa. Siswa yang dapat mengemukakan pendapat dan aktif mencari jawaban dari suatu pertanyaan dapat dikatakan memiliki kemampuan penalaran yang baik (Juniar, 2012). Sejalan dengan hal ini, Sudjatmoko (1998) mengemukakan bahwa pendidikan diselenggarakan untuk membentuk siswa menjadi pribadi-pribadi anggota masyarakat yang mandiri, yakni pribadi yang secara mandiri mampu berpikir, menemukan, dan menciptakan sesuatu yang baru, melihat permasalahan serta menemukan cara pemecahan baru yang bernalar dan lebih dapat dipertanggungjawabkan. Dengan kemandirian itu, siswa diharapkan tidak saja mampu menyesuaikan diri dengan berbagai perubahan dan perkembangan ilmu dan teknologi yang sangat cepat serta mampu mengarahkan perubahan sesuai dengan tujuannya sendiri, melainkan juga mampu melakukan perubahan dan menciptakan sesuatu yang baru. Kemandirian ini dapat terbentuk melalui kemampuan bernalar dan kemampuan berpikir kreatif yang mewujudkan kreativitas (Hariyanti, 2010).

Pada intinya penalaran yang dimaksud disini adalah suatu kegiatan, suatu proses atau suatu aktivitas berpikir untuk menarik kesimpulan atau membuat suatu pernyataan baru yang benar berdasar pada beberapa pernyataan yang kebenarannya telah dibuktikan atau diasumsikan sebelumnya (Hariyanti, 2010). Oleh sebab itu kemampuan bernalar sangat dibutuhkan oleh setiap manusia disaat memecahkan masalah ataupun mengambil keputusan (Shadiq, 2004). Apabila siswa memiliki kemampuan bernalar yang baik, maka penguasaan materi fisika juga akan lebih baik.

Salah satu muatan kurikulum untuk Madrasah Aliyah berupa bahan kajian ilmu pengetahuan alam yang diantaranya adalah fisika. Tujuan dari mata pelajaran fisika diajarkan pada siswa berdasarkan Depdiknas (2006) diantaranya adalah mengembangkan kemampuan bernalar dalam berfikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Kemampuan bernalar diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah yang ada dengan baik.

Kenyataan yang ada menunjukkan bahwa penguasaan kemampuan bernalar siswa masih rendah. Hal ini terlihat dari penguasaan materi pelajaran dan kemampuan dalam menyelesaikan masalah yang dilakukan selama proses pembelajaran di kelas. Penguasaan materi yang rendah akan mempengaruhi pola pikir siswa, akibatnya siswa tidak akan mampu mengembangkan pola pikirnya dengan maksimal. Jika hal ini terjadi, maka siswa akan sulit menanggapi permasalahan yang terjadi di

lingkungannya. Sehingga akan berdampak pada bagaimana siswa tersebut mampu mengemukakan solusi dan melakukan tindakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi. Penguasaan materi yang rendah terlihat dari data hasil rekapitulasi ujian MID semester 1. Sebagian besar siswa mendapatkan nilai di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) yakni 75. Data rata-rata nilai ujian MID semester 1 siswa kelas X di MAN 2 Padang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Nilai Ujian MID Semester 1 kelas X MAN 2 Padang

No.	KELAS	RATA-RATA UJIAN MID SEMESTER
1.	X – 1	71
2.	X – 2	72,96
3.	X – 3	70,06
4.	X – 4	44,7
5.	X – 5	58
6.	X – 6	70,63
7.	X – 7	64,34
8.	X – 8	67,91
9.	X – 9	56,58
10.	X – 10	53,42
11.	X – 11	59,97

Berdasarkan Tabel 1. diketahui bahwa hasil belajar yang diperoleh siswa rendah, artinya penguasaan materi pembelajaran masih jauh dari yang diharapkan. Diperkirakan salah satu penyebabnya adalah kemampuan bernalar siswa yang masih rendah. Penalaran merupakan proses berpikir yang bertolak dari pengamatan indera (observasi empirik) dan menghasilkan sejumlah konsep atau pengertian. Dikarenakan kemampuan bernalar siswa yang masih rendah, maka soal-soal yang diberikan tidak dapat diselesaikan dengan baik.

Selain dari hasil ujian MID semester 1, kemampuan bernalar siswa yang rendah juga dapat dilihat dari hasil tes yang diberikan kepada 100 orang siswa kelas X yang diambil secara acak dari 11 kelas yang ada. Soal yang diberikan berupa penerapan konsep dan prinsip dari materi gerak. Dari 100 orang siswa yang berpartisipasi dalam tes tersebut, hanya 38 orang yang mampu memberikan dugaan ataupun prediksikan jawaban, menganalisis serta mengemukakan solusi dari permasalahan yang diberikan. Berlandaskan hasil observasi yang peneliti lakukan di MAN 2 Padang, diketahui bahwa kemampuan penalaran yang dimiliki siswa masih rendah. Hal ini terlihat dari masih sedikitnya siswa yang mampu mengajukan dugaan, melakukan analisis, memberikan alasan atas jawabannya, dan menarik kesimpulan dari suatu permasalahan yang diberikan. Salah satu cara meningkatkan kemampuan bernalar siswa yakni dengan memperkaya materi pelajaran fisika melalui fakta-fakta dan konsep-konsep baru yang berhubungan dengan lingkungan sekitar. Materi pelajaran baru yang berhubungan dengan lingkungan sekitar ini merupakan materi pengayaan. Salah satu kriteria pokok yang harus diperhatikan dalam menyusun materi pengayaan adalah mengembangkan kemampuan bernalar. Materi pengayaan harus dapat mendorong pembacanya untuk bernalar atau berfikir (Suherli, 2008). Materi energi radiasi matahari merupakan salah satu materi pengayaan yang dapat memperkaya materi kalor dan listrik. Materi ini sesuai dengan salah satu karakteristik lingkungan Sumatera Barat yang memiliki energi radiasi matahari dan dijadikan sebagai sumber energi baru dan terbarukan.

Karakteristik lingkungan Sumatera Barat diantaranya adalah ketersediaan sumber energi baru dan terbarukan yang melimpah. Sumber energi baru dan terbarukan ini ketersediaannya di alam tak terbatas, seperti halnya energi radiasi matahari. Intensitas radiasi matahari untuk Sumatera Barat adalah $4,80 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ (<http://ebtke.esdm.go.id/berita/>). Sumber energi terbarukan ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan energi pada masa yang akan datang. Untuk mengeksplorasi semua ini diperlukan sumber daya manusia yang memiliki kemampuan bernalar tinggi sehingga mampu memberikan dugaan ataupun prediksi tentang apa yang akan terjadi, menganalisis dan memecahkan permasalahan yang sedang dihadapinya. Didukung dengan karakter yang baik diharapkan dapat meminimalisir dampak dari keterbatasan sumber energi yang akan terjadi di masa mendatang.

Dalam rangka mengoptimalkan penggunaan energi, pemerintah telah mengeluarkan kebijakan energi nasional yang meliputi kebijakan penyediaan energi yang optimal dan melaksanakan konservasi, melaksanakan diversifikasi dalam memanfaatkan energi, menetapkan harga energi ke arah harga keekonomian, dan pelestarian lingkungan. Kebijakan konservasi energi dimaksudkan untuk meningkatkan penggunaan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi kuantitas energi yang memang benar-benar diperlukan. Upaya konservasi energi dapat diterapkan pada seluruh tahap pemanfaatan, mulai dari pemanfaatan sumber daya energi sampai pada pemanfaatan akhir, dengan menggunakan teknologi yang efisien dan membudayakan pola hidup hemat energi.

Kenyataan yang ada di lapangan hingga saat ini adalah pembelajaran fisika belum dikembangkan dengan memperhatikan potensi/karakteristik daerah dan lingkungan siswa. Pembelajaran fisika siswa hanya dipandang sebagai objek pembelajar, dimana siswa kurang berpartisipasi aktif dalam interaksi pembelajaran. Selain itu pembelajaran fisika juga kurang kreatif dan inovatif. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan sumber belajar yang belum melihat potensi/karakteristik daerah dari tiap-tiap satuan pendidikan. Untuk mewujudkan pembelajaran yang mendorong siswa memiliki hasil belajar bermuatan karakter hemat energi, salah satunya adalah dengan menggunakan modul terintegrasi materi energi radiasi matahari pada materi kalor dan listrik yang berorientasi pada karakter hemat energi. Dengan mengintegrasikan materi energi radiasi matahari sebagai materi pengayaan diharapkan mampu menumbuhkan dan memperkuat karakter hemat energi pada siswa. Materi pengayaan ini dimuat dalam sebuah bahan ajar yang mampu menuntun siswa untuk menemukan dan mengembangkan pengetahuannya secara mandiri.

Dalam rangka memunculkan kemandirian siswa dalam belajar menemukan pengetahuannya, maka digunakanlah bahan ajar berupa modul. Menurut Febrina (2010), modul adalah suatu proses pembelajaran mengenai suatu satuan bahasan tertentu yang tersusun secara matematis, operasional dan terarah yang penggunaannya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran di sekolah, baik waktu, dana, fasilitas maupun tenaga guna mencapai tujuan yang optimal. Dapat dilihat bahwasanya modul dapat dijadikan sebagai bahan ajar yang

mampu memberikan pemahaman kepada siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran yang akan dicapai.

Materi pelajaran fisika yang disajikan dalam modul adalah materi fisika yang sesuai dengan parameter-parameter yang terdapat pada pengaplikasian energi radiasi matahari dalam kehidupan sehari-hari diantaranya kalor dan listrik. Sebagai contoh, energi radiasi matahari sampai ke permukaan bumi secara radiasi. Selain itu, energi radiasi matahari yang sampai di permukaan bumi telah dimanfaatkan dalam berbagai aktivitas sehari-hari. Oleh karena ketersediaannya yang melimpah di alam, maka energi radiasi matahari dapat digolongkan pada sumber energi terbarukan. Energi radiasi matahari ini dimanfaatkan sebagai sumber energi baru untuk memenuhi kebutuhan energi saat ini. Pemanfaatannya saat ini berorientasi pada alat pemanas air dan pembangkit listrik tenaga surya yang masih sangat minim dijumpai. Misalnya pada pembangkit listrik tenaga surya, energi radiasi Matahari yang dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik dengan menerapkan konsep AC dan DC dalam penggunaannya. Oleh sebab itu, perlu pengintegrasian materi energi radiasi matahari dalam materi kalor dan listrik agar siswa mengetahui betapa banyaknya sumber daya alam yang ada di sekitarnya dan dapat dimanfaatkan. Selain untuk meningkatkan kemampuan bernalar, pengintegrasian materi energi radiasi matahari diharapkan dapat membentuk karakter hemat energi pada siswa.

Disisi lain perhatian dan keaktifan siswa dalam mengikuti proses belajar fisika juga masih rendah. Dapat dilihat pada saat guru menjelaskan materi pelajaran, sebagian siswa masih saja sibuk dengan kegiatan yang tidak berhubungan dengan

aktivitas belajar saat itu. Oleh karena itu, diperlukan suatu model pembelajaran yang mampu meningkatkan keaktifan siswa sebagai subjek pembelajar dan menanamkan penguasaan terhadap materi pelajaran fisika, sehingga siswa dapat menyelesaikan persoalan yang diberikan dan memiliki pengalaman belajar yang berarti untuk perkembangan ranah kognitif, afektif dan psikomotornya. Model pembelajaran tersebut hendaknya dapat menuntun siswa untuk mengajukan dugaan atau menemukan solusi terhadap sebuah permasalahan yang dikemukakan. Tidak hanya itu, hendaknya juga meningkatkan kemampuan siswa dalam berkomunikasi dan menjelaskan dengan konsep dan prinsip fisika tentang apa yang diketahui untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Dengan demikian penguasaan materi fisika melalui kemampuan bernalar yang tinggi terhadap materi pelajaran dapat meningkat.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui model pembelajaran PDEODE (*Predict – Discuss – Explain – Observe – Discuss - Explain*). Model ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengemukakan pengetahuan awal terkait materi yang diberikan, adanya kerjasama antar siswa selama diskusi berlangsung, adanya tukar pendapat antara siswa yang satu dengan yang lain, adanya perubahan konseptual pada pengetahuan yang dimiliki oleh siswa (Kolari & Ranne, 2004). Perubahan konseptual yang terjadi adalah perubahan konsep awal yang dipegang oleh siswa dengan pengetahuan yang baru terbukti kebenarannya melalui demonstrasi atau eksperimen. Tahap-tahap yang ada pada model pembelajaran PDEODE dapat meningkatkan kemampuan bernalar siswa terutama untuk penguasaan materi fisika. Penggunaan modul dalam model pembelajaran PDEODE

juga dapat memunculkan minat dalam memecahkan masalah yang diberikan, memberikan pengetahuan dasar dan mendorong siswa untuk mengkaji lebih dalam masalah yang diberikan. Tentunya hal ini juga dapat meningkatkan kemampuan bernalar siswa agar menjadi lebih baik.

Mengacu pada latar belakang tersebut, maka dirumuskan sebuah penelitian yang berjudul “Pengaruh Modul Terintegrasi Materi Energi Radiasi Matahari terhadap Hasil Belajar dalam Model Pembelajaran PDEODE pada Materi Kalor dan Listrik”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini, yaitu : “Apakah terdapat pengaruh modul terintegrasi materi energi radiasi matahari terhadap hasil belajar dalam model pembelajaran PDEODE pada materi kalor dan listrik?”

C. Batasan Masalah

Melihat begitu luasnya permasalahan yang ada dan keterbatasan yang dimiliki oleh penulis, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Materi yang akan dibahas adalah materi fisika Kelas X semester 2 dengan SK-4: KD-4.1 mengenai pengaruh kalor (4 JP), 4.2 mengenai perpindahan kalor (4 JP), 4.3 mengenai Asas Black (4 JP) dan SK-5: KD-5.1 mengenai besaran-besaran

Listrik (6 JP), 5.2 mengenai penerapan listrik AC dan DC (4 JP), 5.3 mengenai penggunaan alat ukur listrik (2 JP), yang sesuai dengan silabus KTSP.

2. Bahan ajar berupa modul terintegrasi materi Energi Radiasi Matahari pada materi kalor dan listrik sebagai alat penunjang dalam penerapan model pembelajaran PDEODE.
3. Hasil belajar siswa akan dilihat pada tiga ranah, yakni ranah kognitif, afektif dan psikomotor. Pada ranah kognitif dibatasi pada kemampuan bernalar dan pada ranah afektif berorientasi pada karakter hemat energi.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh modul terintegrasi materi energi radiasi matahari terhadap hasil belajar dalam model pembelajaran PDEODE pada materi kalor dan listrik.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi :

1. Siswa, yakni sebagai sumber belajar yang dapat meningkatkan motivasi, keaktifan, kemandirian, memunculkan karakter hemat energi dan penguasaan terhadap materi pelajaran fisika.
2. Guru mata pelajaran fisika kelas X, untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal fisika yang berhubungan dengan konsep kalor dan listrik

terintegrasi materi energi radiasi matahari dan menanamkan karakter hemat energi pada siswa.

3. Peneliti lain, sebagai sumber referensi pembelajaran fisika yang terintegrasi karakter hemat energi terhadap hasil belajar dalam model pembelajaran PDEODE.
4. Peneliti, yakni sebagai modal dasar dalam rangka pengembangan diri dalam bidang penelitian, menambah pengetahuan dan pengalaman peneliti sebagai calon pendidik serta sebagai syarat untuk menyelesaikan jenjang program Strata-1 di jurusan Fisika FMIPA UNP.

BAB II

KAJIAN TEORITIS

A. Landasan Teori

1. Pembelajaran Fisika

Menurut pengertian secara psikologis, belajar merupakan suatu proses perubahan yaitu perubahan tingkah laku sebagai hasil interaksi dengan lingkungannya dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Slameto (2010:2) menjelaskan bahwa belajar ialah suatu proses usaha yang dilakukan seseorang untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil pengalamannya sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa belajar merupakan suatu proses yang dilakukan oleh seseorang dalam melakukan perubahan tingkah laku akibat adanya interaksi dengan lingkungan.

Belajar sebagai rangkaian kegiatan jiwa raga, psiko-fisik untuk menuju ke perkembangan pribadi manusia seutuhnya, yang berarti menyangkut unsur cipta, rasa dan karsa, ranah kognitif, afektif dan psikomotorik (Sardiman, 2010:21). Hal ini seiring dengan tujuan belajar yakni untuk mendapatkan pengetahuan, penanaman konsep dan keterampilan serta pembentukan sikap, sehingga hasil belajar menurut Sardiman (2010:28) meliputi: (1) Hal ihwal keilmuan dan pengetahuan, konsep atau fakta (kognitif); (2) Hal ihwal personal, kepribadian atau sikap (afektif); dan (3) Hal ihwal kelakuan, keterampilan atau penampilan (psikomotorik). Dari pernyataan tersebut, disimpulkan bahwa belajar merupakan kegiatan yang dapat mengembangkan unsur cipta, rasa dan karsa dalam diri siswa, untuk memperoleh pengetahuan,

penanaman konsep dan keterampilan, serta pembentukan sikap kearah yang lebih baik.

Pembelajaran dapat diartikan sebagai kegiatan dimana guru dan siswa saling berinteraksi dengan segala ranah yang menunjang pembelajaran. Dimana pembelajaran merupakan suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi untuk mencapai tujuan (Oemar, 2008). Dalam pemahaman Sadirman,dkk (1986:7) pembelajaran adalah usaha-usaha yang terencana dalam memanipulasi sumber-sumber belajar agar terjadi proses belajar dalam diri anak didik. Lebih jauh, Miarso (2004) dalam Sadirman (1986:324) juga mengatakan bahwa pembelajaran adalah usaha mengelola lingkungan dengan sengaja agar seseorang membentuk dirinya secara positif dalam kondisi tertentu. Dari hal tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan usaha yang terencana, dimana di dalamnya terdapat interaksi antara guru dan siswa dengan sumber belajar dan lingkungannya.

Fisika merupakan ilmu yang persoalannya berasal dari gejala-gejala alam. Ilmu-ilmu yang mempelajari tentang kejadian alam tersebut memungkinkan adanya penelitian dengan percobaan, pengukuran, penyajian secara mendalam berdasarkan peraturan-peraturan umum. Dalam fisika terdapat teori-teori yang menjelaskan gejala-gejala alam sesederhana mungkin dan berusaha menemukan hubungan-hubungan antara kenyataan-kenyataan yang ada. Persyaratan dasar untuk memecahkan persoalannya adalah mengamati gejala-gejala tersebut (Druxes, 1986:3). Oleh sebab itu, dengan mengamati gejala-gejala yang kerap dilihat di alam dapat meningkatkan

daya nalar yang akan sangat membantu dalam menyelesaikan persoalan-persoalan fisika.

Tujuan dari mata pelajaran fisika diajarkan pada siswa 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 instrument 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.

Dari kutipan terlihat bahwasanya pelajaran fisika diajarkan pada siswa bertujuan untuk membentuk sikap positif, sikap ilmiah, mengembangkan pengalaman dan keterampilan, kemampuan berfikir, serta penguasaan prinsip dan konsep yang nantinya akan bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan demikian, pembelajaran fisika dapat diartikan sebagai kegiatan dimana guru dan siswa saling berinteraksi dengan sumber belajar dan segala ranah yang menunjang pembelajaran dengan tujuan untuk membentuk sikap positif, sikap ilmiah, mengembangkan pengalaman dan keterampilan, kemampuan berfikir, serta penguasaan prinsip dan konsep fisika. Sumber belajar disini adalah berupa materi

kalor dan listrik terintegrasi materi energi radiasi matahari. Kegiatan interaksi antara guru dan siswa akan dikemas dalam sebuah model pembelajaran yang dapat meningkatkan aktivitas siswa dalam menemukan pengetahuannya sendiri yakni model PDEODE (*Predict – Discuss – Explain – Observe – Discuss – Explain*).

2. Model Pembelajaran PDEODE (*Predict – Discuss – Explain – Observe – Discuss - Explain*)

Model pembelajaran PDEODE pertama kali diusulkan oleh Savander-Ranne & Kolari (Costu, 2008). Model pembelajaran PDEODE merupakan model pembelajaran yang mengkaitkan pengalaman kehidupan sehari-hari siswa dengan materi yang diajarkan. Model pembelajaran ini mengacu kepada pandangan *konstruktivisme* yakni pengetahuan yang baru dibangun pada pengetahuan yang ada dengan mengkonstruksi pengetahuan dari fenomena-fenomena alam yang ada di sekitar siswa (Costu, 2008). Berdasarkan perspektif konstruktivis, belajar bukanlah murni fenomena stimulus-respon sebagaimana dikonsepsikan para behavioris, akan tetapi belajar adalah proses yang memerlukan pengaturan diri sendiri (*self-regulation*) dan pembangunan struktur konseptual melalui refleksi dan abstraksi (Von Glaserfeld dalam Costu, 2008). Kegiatan nyata yang dilakukan dalam eksperimen memberikan pengalaman belajar yang dapat membantu refleksi dan mendekatkan hubungan aktivitas dunia nyata dengan pengetahuan konseptual yang melatarinya diharapkan dapat berkembang lebih luas dan lebih mendalam. Hal ini menunjukkan bahwa

pembelajaran PDEODE, yang mendasarkan pada aktivitas dunia nyata, berpotensi memperluas dan memperdalam pengetahuan konseptual dan prosedural.

Beberapa strategi yang terdapat dalam pembelajaran PDEODE, yaitu: 1) strategi belajar kolaboratif, 2) mengutamakan aktivitas siswa daripada aktivitas guru, 3) mengenai kegiatan laboratorium, 4) pengalaman lapangan, 5) dan pemecahan masalah. Model pembelajaran ini terdiri dari enam tahapan, yaitu: tahap *Prediction*, tahap *Discuss*, tahap *Explain*, tahap *Observe*, tahap *Discuss*, tahap *Explain* (Costu, 2008).

1) Tahap Memprediksi (*Prediction*)

Costu (2008:4) menyatakan *in the first step (P: Prediction), teacher presented a phenomenon about ... to students so as to predict the outcome of the phenomenon individually and to justify their prediction* yang berarti pada tahap pertama (prediksi), guru memperkenalkan suatu fenomena/permasalahan terkait dengan materi tertentu pada siswa untuk memprediksi akibat dari fenomena secara individu dan memberikan pandangannya. Secara individu siswa akan meramalkan permasalahan yang diberikan dan menyatakan alasannya. Hipotesis yang dibuat berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki. Masalah yang diberikan berkaitan dengan fenomena yang ada dalam kehidupan sehari-hari dan berlaku untuk semua siswa.

2) Tahap Diskusi I (*Discuss I*)

Costu (2008:4) menyatakan *in the second step (D: Discuss), it is wanted the students to discuss in your group to share their ideas in own group and to ponder together*, yang berarti dalam tahap kedua (diskusi) siswa diminta berdiskusi dalam kelompoknya untuk bertukar gagasan dan mempertimbangkannya bersama-sama. Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok kemudian masing-masing siswa dalam kelompoknya mendiskusikan fenomena yang diberikan. Pada tahapan ini masing-masing anggota kelompok saling menyampaikan pemikirannya, kemudian pendapat-pendapat tersebut dipadukan untuk menghasilkan pemecahan masalah terkait masalah yang diberikan. Siswa juga mencari bukti-bukti kebenaran hipotesis yang telah dibuat dari berbagai buku sumber yang terkait dengan fenomena yang harus dipecahkan.

3) Tahap Menjelaskan I (*Explain I*)

Costu (2008:4) menyatakan *in the third step (E: Explain), students in each group are asked to reach a mutual solution about phenomenon and to give their result to other groups through whole-class discussions* yang berarti pada tahap ketiga (menjelaskan) siswa dengan kelompoknya diminta saling memberikan solusi terkait fenomena dan menyampaikan hasilnya kepada kelompok lain dalam diskusi kelas. Setelah masing-masing kelompok memperoleh alasan dari prediksi yang telah dibuat, maka tahap selanjutnya

adalah meminta kelompok untuk menyampaikan hasil diskusinya. Pada tahap ini terjadi diskusi kelas antar kelompok yang memungkinkan timbulnya pendapat yang berbeda. Pendapat yang berbeda ini muncul dari perpaduan pemikiran siswa yang diperoleh saat diskusi. Pemikiran awal yang dimiliki siswa terkait dengan fenomena yang diberikan bisa saja bertentangan dengan konsep ilmiah sehingga menimbulkan miskonsepsi. Miskonsepsi inilah yang nantinya dapat membedakan hasil diskusi yang disampaikan oleh masing-masing kelompok. Dalam penyajian hasil diskusi kelompok, guru memilih beberapa kelompok untuk menyajikan hasil diskusinya di depan kelas.

4) Tahap Observasi (*Observe*)

Perbedaan pendapat yang muncul saat diskusi kelas pada tahap sebelumnya ini, mendorong pemikiran siswa untuk melakukan pengujian kebenaran dari hipotesis yang disampaikan dan kebenaran konsep yang diperoleh dari buku sumber melalui demonstrasi atau praktikum. Costu (2008:4) menyatakan *in this step (O: Observe), the students observe changes in the phenomenon and teacher should guide them to make observations that are relevant to target concepts* yang berarti pada tahap ini (observasi) siswa mengamati perubahan gejala dan guru membimbing mereka untuk melakukan observasi yang relevan dengan konsep yang akan dituju. Demonstrasi atau praktikum dilakukan oleh guru bersama masing-masing kelompok. Melalui demonstrasi atau praktikum ini akan memberikan sebuah kebenaran dari sebuah

hipotesis yang telah diramalkan dan pendapat yang disampaikan oleh siswa. Selain itu, hasil demonstrasi atau praktikum ini juga dapat membenahi miskonsepsi yang dimiliki oleh siswa terkait materi yang dibahas.

5) Tahap Diskusi II (*Discuss II*)

Setelah melakukan pengamatan, siswa bersama kelompoknya selanjutnya mendiskusikan kembali tentang permasalahan yang diberikan berdasarkan hasil pengamatan selama *observe* dengan hipotesis yang telah diramalkan. Costu (2008:4) menyatakan *in the fifth step (D: Discuss), the students are asked to reconcile their predictions with their actual observations made in the early step. Here the students were asked to analyze, compare, contrast and criticize their classmates in the groups.* Pada tahap kelima (diskusi) siswa diminta menyatukan prediksinya dengan hasil pengamatan yang sebenarnya. Disini siswa diminta untuk menganalisis, membandingkan, membedakan dan menemukan solusi bersama teman dalam kelompoknya. Tahap ini memberikan pengetahuan yang baru bagi siswa bersama kelompoknya tentang kebenaran hipotesis yang dibuat dari hasil demonstrasi atau praktikum. Selain itu, siswa juga dapat mengetahui dan membenahi kebenaran dari pemikiran yang telah disampaikan sebelumnya.

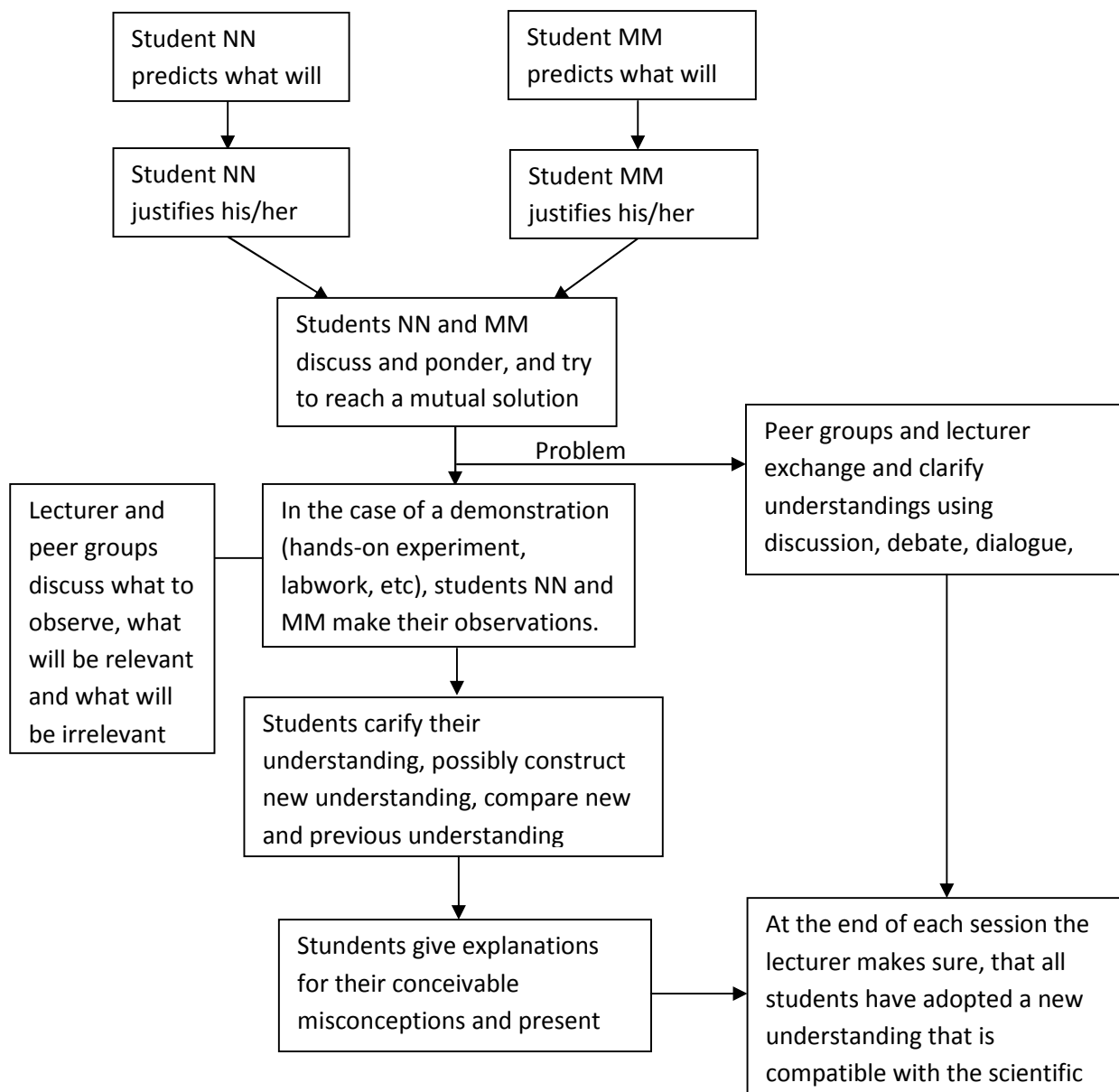
6) Tahap Menjelaskan II (*Explain II*)

Costu (2008:4) menyatakan *in the last (E: Explain), the student confronts all discrepancies between observations and predictions. Doing these, the students begin to resolve the contradictions that may exist between their beliefs.* Pada tahap ini, siswa mensinkronisasikan semua perbedaan antara hasil pengamatan dan prediksi yang telah dibuat. Siswa memperoleh penjelasan yang terbukti kebenarannya terkait permasalahan yang diberikan. Pada tahap ini, terjadi konstruksi pengetahuan dari pengetahuan yang sudah ada dengan pengetahuan yang baru yang diperoleh dari fenomena dalam kehidupan sehari-hari, diskusi antar kelompok, dan demonstrasi atau praktikum.

Penggunaan model ini secara terus-menerus mampu memberikan umpan balik yang positif dan mengembangkan pembelajaran ke arah *student centered*. Pengajaran dengan metode *student centered* bisa membantu para siswa untuk belajar lebih baik, dan membangun kemampuan dan kepercayaan diri untuk mengevaluasi pengetahuan yang dimiliki. Selain itu juga bisa meningkatkan motivasi. Siswa lebih aktif dalam berinteraksi dengan kelompok-kelompok belajar yang dibuat dan aktif dalam mengkonstruksi pengetahuannya sendiri (Kolari et al., 2005). Felder & Brent (dalam Oktay & Tatar, 2007) menyatakan bahwa instruksi *student centered* adalah sebuah pendekatan mengajar yang meliputi menggunakan pembelajaran aktif dalam kelas, mengarahkan siswa bertanggung jawab dalam pembelajarannya.

Keunggulan model pembelajaran ini adalah : 1) siswa aktif dalam proses pembelajaran, 2) siswa mengkonstruksi pengetahuan dari fenomena yang ada, 3) motivasi dan kreativitas belajar siswa tinggi, 4) membangkitkan diskusi baik antara siswa dengan siswa maupun antara siswa dengan guru, 5) menggali gagasan awal yang dimiliki oleh siswa, 6) membangkitkan rasa ingin tahu siswa terhadap suatu permasalahan, dan 7) pembelajaran bersifat nyata dan dapat dilakukan di luar kelas seperti di laboratorium.

Model pembelajaran PDEODE yang dibantu dengan lembar kerja yang terdapat pada modul memungkinkan siswa untuk menghubungkan antara konsep yang dipegang dengan gejala yang ditemui di alam sekitarnya. Model ini dapat diterapkan ketika berhadapan dengan gejala, demonstrasi, eksperimen dan permasalahan lain. Siswa dapat berkomunikasi dengan siswa yang lain untuk mendiskusikan pendapat dan konflik, membuat prediksi, penafsiran dan penjelasan dalam membangun mengkonstruksi pengetahuan mereka, serta dapat membenahi miskonsepsi yang mereka miliki melalui diskusi dan demonstrasi (Kolari & Ranne, 2003). Skema model pembelajaran PDEODE dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Costu, 2008

Gambar 1. Skema Model Pembelajaran PDEODE

Berdasarkan Gambar 1, proses demonstrasi dengan menggunakan modul dimulai dari siswa dapat meramalkan sendiri penyelesaian permasalahan yang diberikan dan memberikan penjelasan dalam mendasari hipotesis yang dibuat. Siswa

bekerjasama dalam kelompok kecil untuk mendiskusikan hipotesis yang dibuat terkait permasalahan yang akan dipecahkan. Selanjutnya, guru dan siswa dalam masing-masing kelompok memperbaiki dan mengklarifikasi pemahaman melalui diskusi (Kolari & Ranne, 2003). Dengan demikian, pada akhir dari model pembelajaran ini siswa telah mendapatkan pengetahuan baru yang telah diuji baik itu secara teoritis maupun melalui percobaan sederhana dan demonstrasi.

3. Materi Kalor dan Listrik serta Aplikasinya dalam Materi Energi Radiasi Matahari

a. Kalor

Istilah kalor berasal dari kata *caloric*, yang pertama kali diperkenalkan oleh **Antoine Laurent Lavoiser** (1743-1794) seorang ahli kimia dari Perancis. Kalor dianggap sebagai zat alir yang tidak terlihat oleh mata, dimana merupakan salah satu bentuk energi yang berpindah dari benda yang suhunya lebih tinggi ke benda yang suhunya lebih rendah jika keduanya bersentuhan. Kalor mempunyai pengaruh terhadap perubahan suhu dan wujud zat.

Energi yang diberikan karena perbedaan suhu antara dua buah benda disebut kalor (Karyono, 2009). Alat untuk mengukur suhu atau temperatur suatu benda disebut termometer. Jenis termometer yang biasa digunakan adalah termometer Celsius, Fahrenheit, dan Reamur. Satuan suhu dalam sistem SI adalah derajat kelvin (K). Kalor merupakan suatu bentuk (wujud) energi. Kuantitas kalor (Q) sering dinyatakan dengan satuan kalori (cal).

1) Kalor Jenis

Ketergantungan jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu terhadap jenis zat disebut dengan istilah kalor jenis yang diberi simbol dengan c . Kalor jenis (c) zat adalah kapasitas kalor per satuan massa zat (merupakan karakteristik dari bahan zat tersebut), yaitu:

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \text{ atau } Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (1)$$

dengan Q adalah jumlah kalor yang diberikan pada zat (kal atau j), c adalah kalor jenis zat (kal/gr^oC atau j/gr.^oC), m adalah massa zat (kg), ΔT adalah kenaikan suhu zat (^oC atau K).

2) Kapasitas Kalor

Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu yang sama dari suatu benda tentu saja berbeda dibandingkan dengan benda lain. Perbandingan antara jumlah kalor yang diberikan dengan kenaikan suhu suatu benda disebut dengan kapasitas kalor dan diberi simbol dengan C . Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan satu Kelvin atau satu derajat Celsius (Karyono, 2009).

Kapasitas kalor (C) zat didefinisikan sebagai nisbah (perbandingan) antara kalor yang diberikan pada zat dengan kenaikan suhu zat yang diakibatkan oleh pemberian kalor tersebut, yaitu:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = C \cdot \Delta T \quad (2)$$

dengan C adalah kapasitas kalor zat, (J/K atau $J/^{\circ}C$ atau $kal/^{\circ}C$), Q adalah jumlah kalor yang diberikan pada zat (joule (J) atau kal), dan ΔT adalah perubahan suhu zat, (K atau $^{\circ}C$).

Hubungan antara kapasitas kalor C dengan kalor jenis c suatu zat dapat diperoleh:

$$C = m \cdot c \quad (3)$$

Satuan kalor dalam sistem SI adalah joule atau J . Dalam hal-hal tertentu satuan kalor sering antara joule dan kalori. Konversi satuan dari joule ke kalori adalah:

$$1 \text{ kalori} = 4,18 \text{ joule} \text{ atau } 1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kalori}$$

3) Perubahan Fasa dan Wujud Zat

Jika kalor diberikan pada suatu zat pada tekanan konstan, maka biasanya suhu zat akan naik. Namun, pada kondisi tertentu suatu zat dapat menyerap kalor dalam jumlah yang besar tanpa mengalami perubahan pada suhunya.

a) *Perubahan Fasa Zat*

Ini terjadi selama perubahan fasa, artinya ketika kondisi fisis zat itu berubah dari suatu bentuk ke bentuk lain. Jenis perubahan fasa yaitu

- (1). Pembekuan, yaitu perubahan fasa dari cairan menjadi padatan. Contoh: pembekuan air menjadi es.
- (2). Penguapan yaitu perubahan fasa dari cairan menjadi gas. Contoh: penguapan air menjadi uap.

- (3). Sublimasi yaitu perubahan fasa dari padatan menjadi gas. Contoh: penguapan bola-bola kamper menjadi gas.

b) Perubahan Wujud

Sejumlah energi kalor tertentu diperlukan untuk mengubah wujud sejumlah zat tertentu. Sebagai contoh perubahan wujud adalah perubahan dari wujud padat ke wujud cair, dari wujud cair ke wujud uap, dan sebagainya. Kalor yang dibutuhkan sebanding dengan massa zat tersebut. Kalor yang dibutuhkan untuk mengubah zat padat yang massanya m menjadi cairan tanpa perubahan suhunya adalah:

$$Q = m \cdot L_f \quad (4)$$

dengan Q = kalor yang diperlukan (J), m adalah massa zat (kg), L_f adalah kalor laten peleburan atau kalor lebur zat tersebut (J/kg).

Kalor lebur suatu zat adalah banyaknya kalor yang diperlukan setiap kilogram zat itu untuk melebur pada titik leburnya. Kalor yang dibutuhkan untuk mengubah zat cair bermassa m menjadi gas tanpa disertai perubahan suhu adalah:

$$Q = m \cdot L_v \quad (5)$$

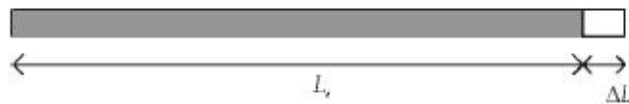
dengan Q = kalor yang diperlukan (J), m adalah massa zat (kg), L_v adalah kalor laten penguapan atau kalor uap zat tersebut (J/kg). Kalor uap suatu zat adalah banyaknya kalor yang diperlukan setiap kilogram zat itu untuk menguap pada titik didihnya.

c) Pemuaian

Pemuaian termal dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: pemuaian panjang (linear), pemuaian luas; dan pemuaian volume.

(1). Pemuaian Panjang

Pada Gambar 2. ditunjukkan sebuah batang panjangnya L_0 dipanaskan sehingga suhunya bertambah sebesar ΔT . Pemuaian batang hanya dianggap ke arah panjang batang, sering disebut pemuaian linier yaitu dengan mengabaikan pemuaian ke arah radial.



Gambar 2. Pemuaian termal linear

Batang mengalami perubahan panjang sebesar ΔL yang sebanding dengan panjang batang mula-mula L_0 dan besar kenaikan suhu ΔT yaitu:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (6)$$

dengan ΔL adalah perubahan panjang (m), α adalah koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}^{-1}$), L_0 adalah panjang mula-mula (m), ΔT perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$).

Berdasarkan persamaan (6), maka panjang batang setelah pemuaian adalah:

$$L = L_0 + \Delta L$$

$$L = L_0(1 + \alpha \Delta T) \quad (7)$$

(2). *Pemuaian Luas*

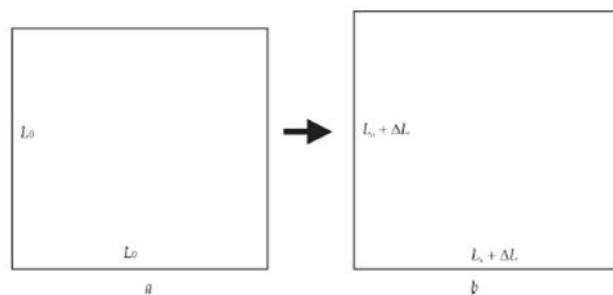
Suatu benda tipis berbentuk luasan tertentu dengan panjang dan lebarnya L_0 dipanaskan sehingga suhu benda bertambah dari T menjadi $T + \Delta T$. Jika pemuaian linear dinyatakan sebagai α maka pemuaian luasan dapat ditulis sebagai berikut:

$$A = L_1^2 = L_0^2 (1 + 2\alpha\Delta T + \alpha^2 \Delta T^2) \quad (8)$$

Suku kuadratis pada persamaan (10) sering diabaikan karena koefisien muai termal (α) sangat kecil (berorde $10^{-6}/^\circ\text{C}$), sehingga persamaan (8) menjadi:

$$A = A_0(1 + 2\alpha\Delta T) \quad (9)$$

dengan A_0 adalah luas mula-mula luasan yang ditinjau yaitu $A_0 = L_0 \times L_0 = L_0^2$, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pemuaian suatu benda tipis berbentuk bujur sangkar dengan sisi-sisinya L_0 a). sebelum di panaskan dan b). sesudah dipanaskan

(3). *Pemuaian Volume*

Jika suatu benda berbentuk kubus dengan ukuran sisi-sisinya L_0 dipanaskan sehingga suhunya bertambah sebesar ΔT . Jika pemuaian

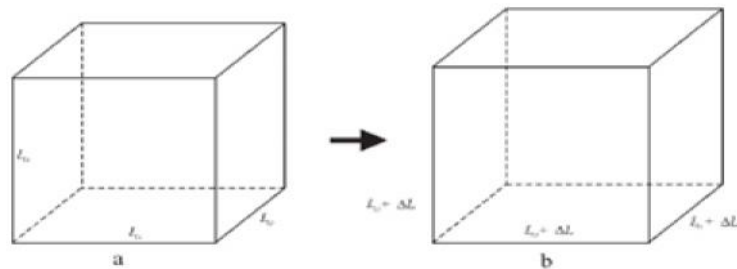
linear dinyatakan sebagai α maka pemuaian volume dapat ditulis sebagai:

$$V = L^3 = L_0^3 (1 + 3\alpha\Delta T^2 + 3\alpha^2\Delta T + \alpha^2\Delta T^2) \quad (10)$$

dengan: $V_0 = L_0^3$ adalah volume benda mula-mula sebelum dipanaskan.

Suku kuadratis dan suku pangkat tiga pada persamaan (10) sering diabaikan karena koefisien muai termal (α) sangat kecil (berorde 10^{-6} °C), sehingga persamaan (10) menjadi:

$$V = V_0 (1 + 3\alpha\Delta T) \quad (11)$$



Gambar 4. Pemuaian suatu benda berbentuk kubus dengan panjang sisinya L_0 a). sebelum dipanaskan dan b). sesudah dipanaskan.

Kalor dapat perpindah dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara konduksi, konveksi, dan radiasi (pancaran).

1) Perpindahan Kalor secara Konduksi



Gambar 5. Batang besi yang dipanaskan pada salah satu ujungnya.

Pada perpindahan kalor secara konduksi, energi termal dipindahkan melalui interaksi antara atom-atom atau molekul walaupun atom-atom atau molekul tersebut tidak berpindah. Perhatikan bagian kecil dari batang penghantar yang panjangnya Δx

dan ΔT adalah beda suhu pada ujung-ujung batang seperti ditunjukkan pada Gambar 5. maka jumlah kalor yang dipindahkan secara konduksi lewat potongan tersebut tiap satu satuan waktu, sering disebut sebagai arus termal I adalah

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = k A \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (12)$$

dengan I adalah arus termal dengan satuan watt atau W ($J.s^{-1}$), ΔQ adalah kalor yang dipindahkan secara konduksi (J), ΔT adalah lama energi termal dikonduksikan lewat batang penghantar (s), A adalah luas permukaan batang penghantar (m^2), Δx adalah panjang batang penghantar (m), ΔT adalah beda suhu pada ujung-ujung batang penghantar Kelvin (K), k adalah konstanta kesebandingan atau yang disebut koefisien konduktivitas termal atau konduktivitas termal (watt per meter kelvin atau $W/m.K$).

2) Perpindahan Kalor secara Konveksi

Konveksi dapat didefinisikan sebagai berikut: proses perpindahan kalor melalui suatu zat yang disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat tersebut (Karyono, 2009). Perpindahan kalor secara konveksi terdiri dari perpindahan secara konveksi alami dan konveksi paksa. Laju kalor konveksi sebanding dengan luas permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida A , dan beda suhu antara benda dan fluida ΔT yang dapat ditulis dalam bentuk:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = h A \Delta T \quad (13)$$

dengan I adalah laju kalor konveksi, dalam satuan watt ($W = J/s$), ΔQ adalah jumlah kalor yang dipindahkan dalam satuan joule (J), Δt adalah waktu terjadi

aliran kalor, dalam satuan sekon (s), ΔT adalah beda suhu antara benda dan fluida, dalam satuan $^{\circ}\text{C}$ atau K, h adalah koefisien konveksi, dalam satuan $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ atau $\text{Wm}^{-2}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, A adalah luas permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida.

3) Perpindahan Kalor secara Radiasi

Matahari memancarkan energinya yang sampai ke bumi dalam bentuk pancaran cahaya. Pancaran cahaya inilah yang disebut dengan radiasi. Radiasi dapat didefinisikan sebagai perpindahan kalor dari permukaan suatu benda dalam bentuk gelombang elektromagnetik (Karyono, 2009). Pada tahun 1879, laju perpindahan kalor termal yang dipancarkan secara radiasi oleh suatu benda secara empiris ditemukan oleh **Josef Stefan**. Stefan menyatakan bahwa laju perpindahan kalor termal yang dipancarkan secara radiasi oleh suatu benda sebanding dengan luas benda dan pangkat empat suhu absolutnya. Hasil empiris ini 5 tahun berikutnya diturunkan secara teoritis oleh **Ludwig Boltzmann** yang disebut dengan hukum Stefan-Boltzmann dan secara matematis dapat ditulis:

$$P = e \sigma A T^4 \quad (14)$$

dengan P adalah daya yang diradiasikan (watt/W), e adalah emisivitas benda atau koefisien pancaran suatu benda, σ adalah konstanta Stefan ($5,6703 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$), A adalah luas benda yang memancarkan radiasi (m^2).

Kalor yang diberikan oleh benda yang bersuhu tinggi sama dengan kalor yang diterima oleh benda yang bersuhu rendah. Prinsip inilah yang disebut Asas Black, dan dirumuskan: kalor yang diserap = kalor yang dilepas

$$Q \text{ serap} = Q \text{ lepas} \quad (15)$$

(Karyono, 2009)

Materi kalor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Materi Kalor

FAKTA	1. Suhu terasa dingin saat hujan turun. 2. Saat air dipanaskan di atas kompor, suhunya menjadi panas.
KONSEP	1. Kalor 2. Kuantitas kalor (Q) sering dinyatakan dengan satuan kalori (cal). 3. Suhu adalah tingkat atau derajat panas (atau dingin) suatu benda atau sistem. 4. Satuan suhu dalam sistem SI adalah derajat kelvin (K). Skala suhu untuk termometer Celsius adalah °C, skala suhu untuk termometer Fahrenheit adalah °F, dan skala suhu untuk termometer Reamur adalah °R. 5. Kalor jenis (c) zat adalah kapasitas kalor per satuan massa zat (merupakan karakteristik dari bahan zat tersebut). 6. Kapasitas kalor suatu benda adalah jumlah kalor yang diperlukan atau dilepaskan jika suhu benda tersebut dinaikkan atau diturunkan satu Kelvin atau satu derajat Celsius. 7. Perubahan fasa artinya ketika kondisi fisis zat itu berubah dari suatu bentuk ke bentuk lain. 8. Jenis perubahan fasa yaitu (1) Pembekuan, (2) Penguapan dan (3) Sublimasi. 9. Kalor lebur suatu zat adalah banyaknya kalor yang diperlukan setiap kilogram zat itu untuk melebur pada titik leburnya. 10. Kalor uap suatu zat adalah banyaknya kalor yang diperlukan setiap kilogram zat itu untuk menguap pada titik didihnya. 11. Pemuaian termal dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: a. pemuaian panjang (linear); b. pemuaian luas; dan c. pemuaian volume. 12. Secara umum energi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu energi radiasi, gravitasi, mekanik, termal, elektrik,

Lanjutan Konsep	magnetik, molekul, atomik, nuklir dan energi massa. 13. Energi dapat berubah dari satu jenis energi ke jenis energi yang lain. 14. Konduksi dapat didefinisikan sebagai berikut: proses perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai perpindahan partikel-partikel zat tersebut. 15. Konveksi dapat didefinisikan sebagai berikut: proses perpindahan kalor melalui suatu zat yang disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat tersebut. 16. Perpindahan kalor secara konveksi terdiri dari perpindahan secara konveksi alami dan konveksi paksa. 17. Radiasi dapat didefinisikan sebagai berikut: perpindahan kalor dari permukaan suatu benda dalam bentuk gelombang elektromagnetik. 18. Nilai emisivitas e suatu benda tergantung pada warna permukaan benda tersebut. Permukaan benda yang berwarna hitam sempurna nilai $e = 1$, sedang untuk benda yang berwarna putih sempurna nilai $e = 0$. Jadi nilai emisivitas e secara umum adalah $0 \leq e \leq 1$. 19. Kalor yang diberikan oleh benda yang bersuhu tinggi sama dengan kalor yang diterima oleh benda yang bersuhu rendah, inilah yang disebut Asas Black.
PRINSIP	1. Kalor (^{yang} _{na} ^{kan} _{ck} ^Q) $Q \sim m \cdot \Delta T$ 2. Kalor jenis (c) $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \text{ atau } Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ 3. Kapasitas kalor (C) $C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } Q = C \cdot \Delta T$ 4. Hubungan antara kapasitas kalor C dengan kalor jenis c $C = m \cdot c$ 5. 1 kalori = 4,18 joule atau 1 joule = 0,24 kalori. 6. Kalor lebur $Q = m \cdot L_f$ 7. Kalor laten peleburan untuk mengubah es menjadi air pada tekanan 1 atm adalah 333,5 kJ/kg = 79,7 kkal/kg. 8. Kalor uap $Q = m \cdot L_v$ 9. Panjang batang setelah pemuaian

Lanjutan Prinsip	10. Luas setelah pemuaian $L = L_0(1 + \alpha \Delta T)$ 11. Volume setelah pemuaian $V = V_0(1 + 3\alpha \Delta T)$ 12. Jumlah kalor yang dipindahkan secara konduksi $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{\Delta x}$ 13. Jika arus termal diketahui maka beda suhu ΔT $\Delta T = \frac{\Delta x}{kA} I = I R$ 14. Laju kalor konveksi $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = h A \Delta T$ 15. Hukum Stefan-Boltzmann $P = e \sigma A T_4$ <i>ction), secara</i>
PROSEDUR	Tahap I. Memprediksi (<i>Prediction</i>), secara individu pengertian kalor, jenis-jenis perpindahan kalor dan konsep Asas Black dari beberapa persoalan yang dipaparkan pada modul terintegrasi energi radiasi matahari. Tahap II. Diskusi I (<i>Discuss I</i>), siswa mendiskusikan jawaban dari permasalahan-permasalahan yang dikemukakan pada modul terintegrasi materi energi radiasi matahari dalam kelompok diskusi. Tahap III. Menjelaskan I (<i>Explain I</i>), kelompok menyampaikan hasil diskusinya. Pada tahap ini terjadi diskusi kelas antar kelompok yang memungkinkan timbulnya pendapat yang berbeda. Pendapat yang berbeda ini muncul dari perpaduan pemikiran siswa yang diperoleh saat diskusi. Tahap IV. Observasi (<i>Observe</i>), siswa melakukan percobaan sederhana dan demonstrasi mengenai materi kalor, perpindahan kalor dan Asas Black yang dapat dituntun dengan menggunakan modul terintegrasi materi energi radiasi matahari. Tahap V. Diskusi II (<i>Discuss II</i>), setelah melakukan pengamatan, siswa bersama kelompoknya mendiskusikan kembali tentang permasalahan yang diberikan berdasarkan hasil pengamatan selama <i>observe</i> dengan hipotesis yang telah diramalkan. Tahap ini memberikan pengetahuan yang baru bagi siswa bersama kelompoknya tentang kebenaran hipotesis yang dibuat dari hasil demonstrasi atau praktikum.

Lanjutan Prosedur	Tahap VI. Menjelaskan II (<i>Explain II</i>), siswa mensinkronisasikan semua perbedaan antara hasil pengamatan dan prediksi yang telah dibuat. Siswa memperoleh penjelasan yang terbukti kebenarannya terkait permasalahan yang diberikan. Pada tahap ini, terjadi konstruksi pengetahuan dari pengetahuan yang sudah ada dengan pengetahuan yang baru yang diperoleh dari fenomena dalam kehidupan sehari-hari, diskusi antar kelompok, dan demonstrasi atau praktikum.
--------------------------	--

b. Listrik

Pada dasarnya listrik merupakan daya atau kekuatan yang timbul oleh adanya gesekan ataupun melalui sebuah proses kimia dimana hasil yang diperoleh bisa digunakan untuk menghasilkan panas, cahaya, atau bahkan bisa dimanfaatkan untuk menggerakkan sebuah mesin. Syarat-syarat arus listrik dapat mengalir dalam konduktor yaitu: rangkaian harus tertutup dan harus ada beda potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik.

Arus listrik seperti aliran air dalam pipa. Air dapat mengalir karena ada tekanan atau energi terhadap air. Tekanan atau energi terhadap air diberikan pompa air. Arus listrik dapat dianalogkan dengan aliran air dalam pipa, muatan listrik dapat mengalir jika ada sumber energi sebagai pompa muatan. Yang dapat disebut gaya gerak listrik (ggl). Gaya gerak listrik ini dapat diperoleh dari baterai, aki, sel volta. Sejumlah muatan q melewati suatu kawat yang mempunyai penampang A untuk selang waktu t sehingga kuat arus yang mengalir di dalam kawat dapat dinyatakan sebagai berikut, kuat arus listrik:

$$I = \frac{q}{t} \quad (16)$$

dengan q adalah jumlah muatan listrik yang bergerak melewati luasan A (coulomb, C), t adalah selang waktu (sekon, s), I adalah kuat arus listrik (ampere, A).

Bila suatu penghantar yang memiliki luas penampang A dan dialiri arus listrik I maka dapat dikatakan bahwa penghantar tersebut dialiri arus listrik dengan rapat arus sebesar:

$$J = \frac{I}{A} \quad (17)$$

dengan J adalah rapat arus (ampere/m²), I adalah kuat arus listrik (ampere, A), A adalah luas penampang (m²).

Rapat arus (J) adalah besar kuat arus listrik per satuan luas penampang (Karyono, 2009). Satuan rapat arus dalam sistem SI adalah ampere/m². Persamaan (16) menghasilkan jumlah muatan adalah hasil kali antara kuat arus I dan waktu t ,

$$q = I t \quad (18)$$

dengan q adalah jumlah muatan yang mengalir (C), I adalah kuat arus listrik (A), t adalah selang waktu (s). Beda potensial listrik adalah dorongan yang menyebabkan elektron-elektron mengalir dari suatu tempat ke tempat yang lain.

1) Hukum Ohm dan Hambatan Listrik

Secara matematis, hubungan antara kuat arus I sebagai fungsi beda potensial V adalah:

$$I = \frac{V}{R} \text{ atau } V = I R \quad (19)$$

dengan V = beda potensial atau tegangan (volt, V), R = hambatan listrik penghantar (ohm, Ω), I = kuat arus listrik (ampere, A)

Persamaan (19) disebut hukum Ohm.

Hukum Ohm:

Kuat arus yang melalui suatu konduktor ohm adalah sebanding (berbanding lurus) dengan beda potensial antara ujung-ujung konduktor asalkan suhu konduktor tetap.

Suatu kawat penghantar memiliki hambatan listrik R yang sering disebut juga resistensi. Hambatan listrik suatu kawat penghantar berbanding lurus dengan panjang kawat dan berbanding terbalik dengan luas penampang kawat penghantar tersebut, yaitu:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (20)$$

dengan R adalah besar hambatan listrik penghantar (ohm, Ω), ρ adalah konstanta kesebandingan (resistivitas) bahan penghantar (ohm.m), L adalah panjang kawat penghantar (m), A adalah luas penampang kawat penghantar (m^2).

Jika sifat kawat penghantar sebagai konduktor maka kebalikan dari resistivitas listrik disebut konduktivitas (σ) listrik.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (21)$$

dengan σ adalah konduktivitas listrik bahan penghantar ($ohm.m^{-1}$), ρ adalah resistivitas listrik bahan penghantar (ohm.m).

2) Identifikasi Penerapan Listrik AC dan DC dalam Kehidupan Sehari-Hari

a) Hukum I Kirchoff dan Hukum II Kirchoff

Hukum I Kirchoff :

Jumlah kuat arus yang masuk ke suatu titik cabang sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik cabang tersebut (Karyono, 2009).

$$\Sigma I_{masuk} = \Sigma I_{keluar} \quad (22)$$

Hukum II Kirchoff menyatakan bahwa :

Jumlah aljabar dari beda potensial (tegangan) elemen-elemen yang membentuk suatu rangkaian tertutup sama dengan nol (Karyono, 2009).

Dalam bentuk persamaan, Hukum II Kirchoff ditulis dengan :

$$\Sigma V + \Sigma IR = 0 \quad (23)$$

dengan V adalah beda potensial (V), I adalah kuat arus listrik (A), R adalah hambatan listrik (Ω).

b) Hubungan Seri dan Paralel Untuk Resistor

Misalkan lampu pertama dan kedua dianggap sebagai hambatan listrik 1 atau R_1 dan hambatan listrik 2 atau R_2 , seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hambatan R_1 dan R_2 yang mewakili hambatan listrik lampu pertama dan kedua.

Hambatan pengganti R_s dari kedua hambatan R_1 dan R_2 yang dihubungkan secara seri tersebut adalah:

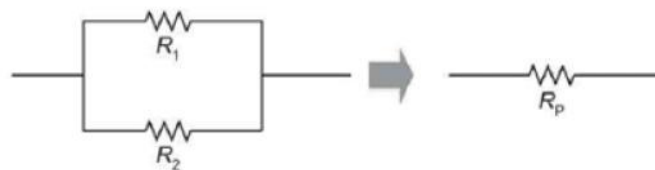


Gambar 7. Hambatan R_1 dan R_2 dihubungkan secara seri

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (24)$$

dengan R_s adalah R gabungan untuk sambungan seri, R_1, R_2, R_n = resistor ke 1, 2, ...n

Hambatan pengganti R_p dari kedua hambatan R_1 dan R_2 yang dihubungkan secara paralel tersebut adalah:

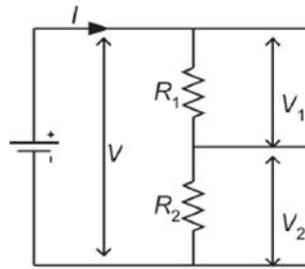


Gambar 8. Hambatan R_1 dan R_2 dihubungkan secara paralel

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (25)$$

dengan R_p adalah R gabungan untuk sambungan paralel, dan R_1, R_2, R_n adalah resistor ke 1, 2, ...n

Aplikasi rangkaian seri untuk membagi tegangan dapat ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian seri untuk membagi tegangan

Penerapan hukum Ohm seperti rangkaian pada Gambar 9. akan diperoleh:

$V_1 = I R_1$ dan $V = I (R_1 + R_2)$ sehingga:

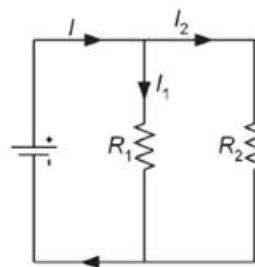
$$\frac{V_1}{V} = \frac{I R_1}{I (R_1 + R_2)} = \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} \quad (26)$$

dengan V, V_1 = beda potensial (V), R_1, R_2 = resistor ke 1, 2 (ohm).

Hubungan seri untuk resistor dapat disimpulkan :

1. Hubungan seri bertujuan untuk memperbesar hambatan rangkaian.
2. Hubungan seri berfungsi sebagai pembagi tegangan.
3. Kuat arus yang melewati setiap hambatan adalah sama.

Aplikasi rangkaian paralel untuk membagi aliran arus listrik dapat ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian paralel untuk membagi aliran arus listrik

Penerapan Hukum I Kirchhoff pada rangkaian pada Gambar 10. akan diperoleh:

$$I = I_1 + I_2 \text{ atau :}$$

$$I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{V}{R_p} \quad (27)$$

dengan I adalah kuat arus listrik (A), V adalah beda potensial (V), dan R_1, R_2, R_p dan resistor ke 1, 2 dan hambatan pengganti paralel (ohm).

Hubungan paralel untuk resistor dapat disimpulkan :

1. Hubungan paralel bertujuan untuk memperkecil hambatan rangkaian.
2. Hubungan paralel berfungsi sebagai pembagi arus.
3. Beda potensial pada setiap ujung-ujung hambatan adalah sama.

Energi listrik adalah besar muatan (dalam coulomb) dikalikan beda potensial yang dialaminya. Satuan energi listrik dalam sistem SI adalah joule (J). Energi listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

Energi listrik adalah besar muatan (dalam coulomb) dikalikan beda potensial yang dialaminya. Satuan energi listrik dalam sistem SI adalah joule (J). Energi listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$W = Q V = V I t = I^2 R t = \frac{V^2}{R} t \quad (28)$$

dengan W adalah energi listrik (joule, J), V adalah beda potensial listrik (volt, V), Q adalah muatan listrik (coulomb, C), I adalah arus listrik (ampere, A), R adalah hambatan (ohm, Ω), dan t adalah waktu arus mengalir (sekon, s).

Daya listrik adalah energi listrik yang dihasilkan atau diperlukan per satuan waktu. Daya listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (29) di atas, yaitu:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{V I t}{t} = V I \quad (29)$$

dengan P adalah daya listrik (watt), W adalah energi yang dibebaskan (joule), t adalah selang waktu (sekon), V adalah beda potensial listrik (volt, V), dan I adalah arus listrik (ampere, A).

Jika tegangan listrik mengalami penurunan, maka daya yang terjadi juga mengalami penurunan yaitu sesuai dengan persamaan berikut:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 \quad (30)$$

Dalam kehidupan sehari-hari sering menggunakan alat ukur listrik, antara lain: alat ukur kuat arus listrik (ampere meter), alat ukur tegangan listrik (voltmeter), alat ukur hambatan listrik (ohmmeter), alat ukur daya listrik (wattmeter).

Materi listrik terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Materi Listrik

FAKTA	1. Lampu-lampu di rumah pada umumnya terpasang secara paralel. 2. Dalam kehidupan sehari-hari, arus searah banyak digunakan pada kendaraan bermotor (baik roda empat maupun roda dua), lampu penerangan di rumah, misalnya lampu senter.
KONSEP	1. Konduktor dapat berupa padatan (misal: logam), cairan dan gas. 2. Pada logam pembawa muatannya adalah elektron, sedang

Lanjutan Konsep	pembawa muatan pada konduktor yang berupa gas dan cairan adalah ion positif dan ion negatif. 3. Syarat-syarat arus listrik dapat mengalir dalam konduktor yaitu: a. Rangkaian harus tertutup. b. Harus ada beda potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik. 4. Muatan listrik dapat mengalir jika ada sumber energi sebagai pompa muatan, yang dapat disebut gaya gerak listrik (ggl). Gaya gerak listrik ini dapat diperoleh dari baterai, aki, sel volta. 5. Satuan arus listrik dalam satuan SI adalah coulomb/sekon (C/s) atau dikenal dengan ampere (A). 6. Rapat arus (J) adalah besar kuat arus listrik per satuan luas penampang. Satuan rapat arus dalam sistem SI adalah ampere/m² atau Am⁻². 7. Satu coulomb adalah muatan listrik yang melalui titik apa saja dalam rangkaian listrik ketika arus tetap satu ampere mengalir selama satu detik. 8. Beda potensial listrik adalah dorongan yang menyebabkan elektron-elektron mengalir dari suatu tempat ke tempat yang lain. 9. Gaya gerak listrik (ggl), diberi lambang ϵ adalah beda potensial antara kutub-kutub suatu sumber listrik (contoh: batu baterai) ketika sumber tidak mengalirkan arus listrik (saklar yang terhubung ke sumber dalam keadaan terbuka). 10. Satuan ggl adalah volt. 11. Tegangan jepit, diberi lambang V adalah beda potensial antara kutub-kutub suatu sumber listrik (contoh: baterai) ketika sumber mengalirkan arus listrik (saklar yang terhubung ke sumber dalam keadaan tertutup). 12. Hukum Ohm : <i>Kuat arus yang melalui suatu konduktor ohm adalah sebanding (berbanding lurus) dengan beda potensial antara ujung-ujung konduktor asalkan suhu konduktor tetap.</i> 13. Suatu kawat penghantar memiliki hambatan listrik R yang sering disebut juga resistensi. 14. Hukum I Kirchoff : <i>Jumlah kuat arus yang masuk ke suatu titik cabang sama dengan jumlah arus yang keluar dari titik cabang tersebut.</i> 15. Hukum II Kirchoff : <i>jumlah aljabar dari beda potensial (tegangan) elemen-elemen yang membentuk suatu rangkaian tertutup sama dengan nol.</i> 16. Hubungan seri untuk resistor dapat disimpulkan : a. Hubungan seri bertujuan untuk memperbesar hambatan rangkaian.
-------------------------------	---

Lanjutan Konsep	b. Hubungan seri berfungsi sebagai pembagi tegangan. c. Kuat arus yang melewati setiap hambatan adalah sama. 17. Hubungan paralel untuk resistor dapat disimpulkan : a. Hubungan paralel bertujuan untuk memperkecil hambatan rangkaian. b. Hubungan paralel berfungsi sebagai pembagi arus. c. Beda potensial pada setiap ujung-ujung hambatan adalah sama. 18. Arus searah (<i>Direct Current</i>) adalah suatu arus listrik yang aliran muatan netto hanya dalam satu arah. 19. Sumber arus searah suatu alat untuk menghasilkan beda potensial antara dua titik dalam suatu rangkaian. Misalnya : batu baterai, aki (accumulator), sel surya (solar cell), dan sebagainya. 20. Energi listrik adalah besar muatan (dalam coulomb) dikalikan beda potensial yang dialaminya. Satuan energi listrik dalam sistem SI adalah joule (J). 21. Daya listrik adalah energi listrik yang dihasilkan atau diperlukan per satuan waktu. 22. Tegangan efektif artinya besar tegangan arus listrik bolak-balik yang memberi akibat sama dengan arus searah, khususnya dalam hal energi dan daya listrik. 23. Arus bolak-balik (arus Alternating Current) adalah suatu arus listrik yang arahnya membalik dengan frekuensi f. 24. Alat ukur listrik, antara lain: alat ukur kuat arus listrik (ampere meter), alat ukur tegangan listrik (voltmeter), alat ukur hambatan listrik (ohmmeter), alat ukur daya listrik (wattmeter). 25. Amperemeter adalah alat ukur arus listrik. 26. Amperemeter sering dicirikan dengan simbol A pada setiap rangkaian listrik. 27. Satuan arus listrik dalam satuan SI adalah ampere atau diberi simbol A. 28. Amperemeter harus dipasang seri dalam suatu rangkaian, arus listrik yang melewati hambatan R adalah sama dengan arus listrik yang melewati amperemeter tersebut. 29. Voltmeter adalah alat ukur tegangan listrik. 30. Voltmeter sering dicirikan dengan simbol V pada setiap rangkaian listrik. 31. Voltmeter harus dipasang paralel dengan ujung-ujung hambatan yang akan diukur beda potensialnya. 32. Ohmmeter adalah alat ukur hambatan listrik. 33. Satuan hambatan listrik dalam satuan SI adalah ohm atau diberi symbol Ω.
-------------------------------	--

	34. Pada pengukuran suatu hambatan listrik dilakukan dengan menghubungkan sebuah sumber tegangan yang sudah diketahui tegangannya secara seri dengan sebuah amperemeter dan hambatan yang akan diukur. 35. Rangkaian jembatan Wheatstone yang terdiri atas hambatan R_1, R_2 dan R_s yang diketahui nilai hambatannya dan hambatan yang akan diukur R_x, sebuah galvanometer G dan sumber tegangan. 36. Wattmeter adalah alat ukur daya listrik. 37. Satuan daya listrik dalam satuan SI adalah watt atau diberi simbol W. 38. Susunan wattmeter untuk mengukur daya yang dikeluarkan oleh suatu hambatan R. 39. Multimeter adalah suatu alat yang berfungsi sebagai amperemeter, voltmeter, dan ohmmeter. Multimeter ada dua jenis yaitu analog dan digital.
PRINSIP	1. Kuat arus listrik $I = \frac{q}{t}$ 2. Rapat arus $J = \frac{I}{A}$ 3. Jumlah muatan $q = I t$ 4. Hukum Ohm $I = \frac{V}{R} \text{ atau } V = I R$ 5. Hambatan listrik suatu kawat penghantar $R = \rho \frac{L}{A}$ 6. Konduktivitas (σ) listrik. $\sigma = \frac{1}{\rho}$ 7. Hukum II Kirchoff

Lanjutan Prinsip	$\Sigma V + \Sigma I R = 0$ 8. Hambatan pengganti seri R_s $R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ 9. Hambatan pengganti paralel R_p $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ 10. Penerapan hukum Ohm seperti rangkaian seri $\frac{V_1}{V} = \frac{I R_1}{I (R_1 + R_2)} = \frac{R_1}{(R_1 + R_2)}$ 11. Penerapan Hukum I Kirchhoff pada rangkaian paralel $I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{V}{R_p}$ 12. Energi listrik $W = Q V = V I t = I^2 R t = \frac{V^2}{R} t$ 13. Daya listrik $P = \frac{W}{t} = \frac{V I t}{t} = V I$ 14. Jika tegangan listrik mengalami penurunan, maka daya yang terjadi juga mengalami penurunan yaitu sesuai dengan persamaan berikut: $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$ 15. Jika arus yang akan diukur $I = n I_G$ maka arus yang melalui hambatan pada galvanometer adalah I_G, sedang arus melalui hambatan yang dipasang paralel adalah $(n - 1) I_G$. Dengan menggunakan Hukum I Kirchhoff maka diperoleh: $I = I_G + (n - 1) I_G$
-------------------------	--

PROSEDUR	Tahap I. Memprediksi (<i>Prediction</i>), secara individu siswa akan meramalkan solusi dari permasalahan yang dipaparkan pada modul terintegrasi materi energi radiasi matahari. Tahap II. Diskusi I (<i>Discuss I</i>), pada tahapan ini siswa berada dalam kelompok kecil, dimana masing-masing anggota kelompok saling menyampaikan pemikirannya, kemudian pendapat-pendapat tersebut dipadukan untuk menghasilkan pemecahan masalah terkait masalah yang diberikan pada modul terintegrasi materi energi radiasi matahari. Tahap III. Menjelaskan I (<i>Explain I</i>), kelompok menyampaikan hasil diskusinya. Tahap IV. Observasi (<i>Observe</i>), siswa melakukan pengujian kebenaran dari hipotesis yang disampaikan dan kebenaran konsep yang diperoleh dari buku sumber melalui demonstrasi atau praktikum terkait materi listrik yang dapat dituntun melalui modul terintegrasi materi energi radiasi matahari. Tahap V. Diskusi II (<i>Discuss II</i>), setelah melakukan pengamatan, siswa bersama kelompoknya mendiskusikan kembali tentang permasalahan yang diberikan berdasarkan hasil pengamatan selama <i>observe</i> dengan hipotesis yang telah diramalkan. Tahap VI. Menjelaskan II (<i>Explain II</i>), siswa mensinkronisasikan semua perbedaan antara hasil pengamatan dan prediksi yang telah dibuat. Siswa memperoleh penjelasan yang terbukti kebenarannya terkait permasalahan yang diberikan.
-----------------	--

c. Aplikasi Konsep Kalor dan Listrik pada Materi Energi Radiasi Matahari

Salah satu sumber energi alami jangka panjang adalah matahari. Sel surya merupakan kandidat utama untuk memperoleh energi dari matahari karena sel surya dapat merubah cahaya matahari menjadi energi listrik dengan nilai efisiensi konversi yang tinggi, sehingga dapat menghasilkan daya permanen dengan biaya operasi rendah dan bebas polusi. Keluaran energi radiatif dari matahari setiap detik sekitar 4×10^{20} J. Energi ini dipancarkan khususnya sebagai radiasi elektromagnetik pada

ultraviolet ke *infrared*. Jumlah massa matahari sekarang adalah sekitar 2×10^{30} kg dan diperkirakan memiliki kehidupan stabil lebih dari 10^{10} tahun dengan keluaran energi radiatif yang mendekati konstan. Dengan melihat umur matahari yang demikian panjang jika dibandingkan dengan umur manusia, maka dapat dikatakan umur matahari mencapai tak berhingga. Intensitas radiasi surya pada ruang bebas pada jarak rata-rata antara bumi dan matahari dinyatakan sebagai konstanta surya dengan nilai 1352 W/m^2 . Atmosfir meredam cahaya matahari ketika mencapai permukaan bumi, disebabkan penyerapan uap air pada *infrared*, penyerapan ozon pada *ultraviolet*, dan *scattering* debu udara dan aerosol.

Ada bermacam-macam aplikasi teknologi yang telah dikembangkan untuk mengambil manfaat energi radiasi matahari, diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Pemanas Air
- b. Distilasi Air
- c. Penerangan Ruangan
- d. Kompor Matahari
- e. Pengeringan Hasil Pertanian
- f. Sistem Fotovoltaik

Besaran-besaran fisika terkait pada pemanfaatan energi radiasi matahari melalui alat pemanas air.

Dalam aliran tabung koefisien perpindahan kalor konveksi didefinisikan:

$$q = h A (T_w - T_b) \quad (35)$$

dengan q adalah laju perpindahan kalor konveksi (Watt), h adalah koefisien perpindahan kalor konveksi ($\text{W/m}^2\text{C}$), A adalah luas permukaan (m^2), T_w adalah suhu dinding ($^{\circ}\text{C}$), dan T_b adalah suhu limbak ($^{\circ}\text{C}$).

Jika diketahui temperatur fluida masuk (T_{b1}) dan temperatur fluida keluar (T_{b2}), maka suhu limbak menjadi,

$$T_b = \frac{T_{b1} + T_{b2}}{2} \quad (36)$$

Kalor yang diterima oleh fluida secara konveksi sama dengan kalor yang dilepaskan pipa secara konduksi saat laju aliran fluida nol ($r = r_0$) sehingga hubungan perpindahan kalor konveksi dan konduksi adalah :

$$q_{konv} = q_{kond}$$

$$h A (T_w - T_b) = k A \left(\frac{\partial T}{\partial r} \right)_{r=r_0} \quad (37)$$

Jika ditinjau dari aliran massa fluida, banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur fluida adalah :

$$q_m = m c_p (T_{b2} - T_{b1}) \quad (38)$$

Dan jika ditinjau sumber kalor pipa pemanas (berasal dari intensitas cahaya) maka fluks kalor pada dinding pipa adalah :

$$q_w = I A \quad (39)$$

dimana I adalah intensitas cahaya (W/m^2), dan A adalah luas penampang (m^2).

Besaran-besaran fisika terkait pada pemanfaatan energi radiasi matahari melalui panel surya.

Salah satu besaran yang menjadi parameter petunjuk kerja sel surya adalah faktor pengisian (*fill factor* = FF). Fill faktor sel surya merupakan perbandingan daya maksimum yang dihasilkan sel surya terhadap perkalian antara V_{oc} dan I_{sc} , menurut persamaan:

$$FF = \frac{V_{mp} I_{mp}}{V_{oc} I_{sc}} \quad (40)$$

Nilai Maximum Power Point (V_{mp} dan I_{mp}), adalah titik operasi, dimana nilai maksimum pengeluaran/output yang dihasilkan oleh sel surya saat kondisi bekerja. Dengan kata lain, V_{mp} dan I_{mp} dapat diukur pada saat sel surya diberi beban. *Open Circuit Voltage* (V_{oc}), adalah nilai tegangan maksimum yang dapat dicapai pada saat tidak adanya arus (*current*). *Short Circuit Current* (I_{sc}), adalah nilai maksimum output arus dari sel surya yang dapat dikeluarkan dengan kondisi tidak ada resistansi atau *short circuit*.

Dengan menggunakan *fill factor* maka maksimum daya dari sel surya didapat dari persamaan :

$$P_{maks} = V_{oc} I_{sc} FF \quad (41)$$

Sedangkan untuk daya masukan yang diterima oleh panel sel surya dari intensitas penyinaran adalah sebagai berikut :

$$P_{cahaya} = I A \quad (42)$$

dengan I adalah intensitas cahaya (W/m^2), dimana besar intensitas radiasi matahari pada permukaan bumi adalah 1400 W/m^2 .

Dimana persamaan untuk menghitung intensitas radiasi matahari adalah $I = \sigma T^4$, dan A adalah luas permukaan panel surya yang dikenai oleh radiasi matahari (m^2).

Materi kalor dan listrik terintegrasi materi energi radiasi matahari terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Materi Energi Radiasi Matahari

FAKTA	1. Salah satu sumber energi utama jangka panjang adalah matahari. 2. Cahaya matahari dapat dimanfaatkan untuk menjemur pakaian di siang hari dan sebagai penerang ruangan rumah.
KONSEP	1. Atmosfir meredam cahaya matahari ketika mencapai permukaan bumi, disebabkan penyerapan uap air pada <i>infrared</i>, penyerapan ozon pada <i>ultraviolet</i>, dan <i>scattering</i> debu udara dan aerosol. 2. Ada bermacam-macam aplikasi teknologi yang telah dikembangkan untuk mengambil manfaat energi radiasi matahari, diantaranya adalah sebagai berikut : a. Pemanas Air b. Distilasi Air c. Penerangan Ruangan d. Kompor Matahari e. Pengeringan Hasil Pertanian f. Sistem Fotovoltaik 3. Kalor yang diterima oleh fluida secara konveksi sama dengan kalor yang dilepaskan pipa secara konduksi saat laju aliran fluida nol ($r = r_0$). 4. Kalor yang digunakan untuk menaikkan temperatur pada alat pipa pemanas air adalah energi yang berasal dari radiasi matahari.
PRINSIP	1. Intensitas radiasi surya pada ruang bebas pada jarak rata-rata antara bumi dan matahari dinyatakan sebagai konstanta surya dengan nilai 1352 W/m^2. 2. Koefisien perpindahan kalor konveksi $q = h A (T_w - T_b)$ 3. Suhu limbak $T_b = \frac{T_{b1} + T_{b2}}{2}$

Lanjutan Prinsip	4. Hubungan perpindahan konveksi dan konduksi adalah : $q_{konv} = q_{konduksi}$ $h A (T_w - T_b) = k A \left(\frac{\partial T}{\partial r} \right)_{r=r_0}$ 5. Kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur fluida $q_m = m c_p (T_{b2} - T_{b1})$ 6. Fluks kalor pada dinding pipa $\frac{q_w}{\text{diketahui}} = \frac{I A}{\text{sec}}$
PROSEDUR	Tahap I. Memprediksi (<i>Prediction</i>), secara individu siswa akan meramalkan permasalahan yang diberikan pada modul terintegrasi materi energi radiasi matahari. Tahap II. Diskusi I (<i>Discuss I</i>), pada tahapan ini siswa berada dalam kelompok kecil, dimana masing-masing anggota kelompok saling menyampaikan pemikirannya, kemudian pendapat-pendapat tersebut dipadukan untuk menghasilkan pemecahan masalah terkait masalah yang diberikan. Tahap III. Menjelaskan I (<i>Explain I</i>), kelompok menyampaikan hasil diskusinya dalam diskusi kelas. Tahap IV. Observasi (<i>Observe</i>), siswa melakukan pengujian kebenaran dari hipotesis yang disampaikan dan kebenaran konsep yang diperoleh dari buku sumber melalui demonstrasi atau praktikum yang dapat dituntun dengan modul terintegrasi materi energi radiasi matahari. Tahap V. Diskusi II (<i>Discuss II</i>), setelah melakukan pengamatan, siswa bersama kelompoknya mendiskusikan kembali tentang permasalahan yang diberikan berdasarkan hasil pengamatan selama <i>observe</i> dengan hipotesis yang telah diramalkan. Tahap ini memberikan pengetahuan yang baru bagi siswa bersama kelompoknya tentang kebenaran hipotesis yang dibuat dari hasil demonstrasi atau praktikum. Tahap VI. Menjelaskan II (<i>Explain II</i>), siswa mensinkronisasikan semua perbedaan antara hasil pengamatan dan prediksi yang telah dibuat. Siswa memperoleh penjelasan yang terbukti kebenarannya terkait permasalahan yang diberikan. Pada tahap ini, terjadi konstruksi pengetahuan dari pengetahuan yang sudah ada dengan pengetahuan yang baru yang diperoleh dari fenomena dalam kehidupan sehari-hari, diskusi antar kelompok, dan demonstrasi atau praktikum.

4. Modul pada Materi Kalor dan Listrik Terintegrasi Materi Energi Radiasi Matahari

Salah satu prioritas kebijakan umum pembangunan pendidikan di Indonesia adalah meningkatkan mutu pendidikan. Dalam usaha peningkatan mutu pendidikan tersebut, banyak faktor atau strategi yang bisa digunakan untuk mengimplementasi. Salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan mutu pendidikan adalah peningkatan kualitas pembelajaran. Peningkatan kualitas pembelajaran bisa dilakukan dari berbagai ranah variabel pembelajaran. Variabel pembelajaran yang terkait langsung dengan kualitas pembelajaran adalah tersedianya buku teks yang berkualitas. Modul adalah suatu proses pembelajaran mengenai suatu satuan bahasan tertentu yang tersusun secara sistematis, operasional dan terarah untuk digunakan oleh siswa, disertai dengan pedoman penggunaannya untuk para guru.

Dalam buku Pedoman Umum Pengembangan Bahan Ajar (2004) yang diterbitkan oleh Diknas, modul diartikan sebagai sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau bimbingan dari guru (Prastowo, 2011:104). Seiring dengan itu, Surahman (2010:2) juga mengatakan bahwa modul adalah satuan program pembelajaran terkecil yang dapat dipelajari oleh siswa secara perseorangan (*self instructional*); setelah menyelesaikan satu satuan modul, selanjutnya siswa dapat melangkah maju dan mempelajari satuan modul berikutnya. Maka dapat disimpulkan bahwa modul merupakan sebuah bahan ajar yang sistematis dengan tingkat pemahaman bahasa yang mudah sehingga siswa dapat

mempelajarinya sendiri (mandiri) dengan bantuan atau bimbingan minimal dari pendidik.

Modul merupakan bahan ajar yang memiliki karakteristik yaitu: dirancang untuk sistem pembelajaran mandiri, merupakan program pembelajaran yang utuh dan sistematis, mengandung tujuan, bahan atau kegiatan dan evaluasi, disajikan secara komunikatif, diupayakan agar dapat mengganti beberapa peran pengajar, cakupan terfokus dan terukur, serta mementingkan aktivitas belajar siswa (Prastowo, 2011:110). Oleh sebab itulah, peran pendidik dalam pembelajaran modul bisa dikatakan sangat minim sekali. Hal ini tentu akan membentuk siswa yang mandiri dalam menemukan pengetahuannya.

Prastowo (2011:107) mengemukakan beberapa fungsi modul, diantaranya adalah sebagai berikut : (1) bahan ajar mandiri, (2) pengganti fungsi pendidik, (3) sebagai alat evaluasi, dan (4) sebagai bahan rujukan bagi siswa. Berdasarkan paparan fungsi dari modul di atas dapat disimpulkan bahwa modul selain merupakan bahan ajar mandiri yang dapat digunakan dengan bantuan atau bimbingan yang minimal dari pendidik, juga dapat dijadikan sebagai alat evaluasi bagi siswa untuk mengukur kemampuannya sendiri. Selain itu, modul juga dapat dijadikan sebagai bahan rujukan bagi siswa dalam rangka membentuk pengetahuan awal yang dimilikinya.

Tujuan pengajaran modul menurut Suryosubroto (1983:11) dalam interaksi belajar mengajar adalah agar :

1. Tujuan pendidikan dan pengajaran dapat dicapai secara efektif dan efisien,
2. Siswa dapat mengikuti program pendidikan dan pengajaran yang sesuai dengan kemampuannya sendiri,

3. Siswa dapat belajar sendiri sebanyak mungkin,
4. Siswa dapat mengetahui/menilai hasil belajarnya sendiri secara berkesinambungan,
5. Siswa menjadi pusat perhatian dalam kegiatan belajar mengajar.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pengajaran modul bertujuan tidak lain adalah mencapai tujuan dari pendidikan dan pengajaran itu sendiri oleh siswa sesuai dengan kemampuan yang dimilikinya. Dengan adanya modul siswa dapat belajar secara mandiri dan berkesinambungan.

Penyusunan modul harus disesuaikan dengan minat, perhatian dan kebutuhan. Suryosubroto (1983) memaparkan delapan prinsip penyusunan modul, antara lain: modul disusun sebaiknya menurut prosedur pengembangan sistem instruksional, terdiri atas tujuan-tujuan instruksional khusus, harus menarik dan selalu merangsang siswa untuk berpikir, dalam hal-hal tertentu informasi tentang materi pelajaran dilengkapi oleh gambar atau alat-alat peraga lainnya, memungkinkan multimedia yang relevan dengan tujuan, waktu mengerjakan modul sebaiknya berkisar antara 4 sampai dengan 8 jam pelajaran dan harus disesuaikan dengan tingkat kemampuan siswa serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikannya secara individual.

Untuk mencapai tujuan tersebut, pada umumnya modul pembelajaran memiliki kerangka penyusunan sebagai berikut :

- a. Halaman sampul
- b. Halaman francis
- c. Kata pengantar

- d. Daftar isi
- e. Peta kedudukan modul
- f. Glosarium
- g. Pendahuluan
 - 1. Deskriptif
 - 2. Prasyarat
 - 3. Petunjuk penggunaan modul
 - a) Penjelasan bagi siswa
 - b) Peran guru
 - 4. Tujuan akhir
 - 5. Kompetensi
 - 6. Cek kemampuan
- h. Pembelajaran
 - 1. Rencana belajar siswa
 - 2. Kegiatan belajar
- i. Evaluasi
 - 1. Kemampuan kognitif
 - 2. Kemampuan psikomotor
 - 3. Kemampuan afektif
 - 4. Produk/benda kerja
 - 5. Batasan waktu yang telah ditetapkan
 - 6. Kunci jawaban
- j. Penutup
- k. Daftar pustaka

Penerapan modul terintegrasi materi energi radiasi matahari dalam pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan menyelesaikan masalah siswa. Melalui kemampuan bernalar yang baik mengenai materi kalor dan listrik dibentuk juga karakter hemat energi.

5. Hasil Belajar

Hasil belajar merupakan tolok ukur yang digunakan untuk mengetahui keberhasilan siswa dalam memahami suatu konsep. Arikunto (2001:11) yang menyatakan bahwa tujuan dari penilaian hasil belajar adalah untuk mengetahui sejauh mana suatu program pembelajaran berhasil diterapkan. Hal ini juga sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh Sudjana (1990:195) hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki siswa setelah menerima pengalaman belajar. Apabila selama proses pembelajaran terjadi perubahan kompetensi dan tingkah laku pada diri siswa ke arah yang lebih baik maka dapat dikatakan bahwa telah berhasil dalam belajar.

Hasil belajar adalah perolehan siswa setelah mengikuti proses belajar dan perolehan tersebut meliputi tiga bidang kemampuan, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotor (Bloom, 1974). Hasil belajar memiliki ciri (1) tingkah laku baru berupa kemampuan yang aktual, (2) kemampuan baru tersebut berlaku dalam waktu yang lama, dan (3) kemampuan baru tersebut diperoleh melalui suatu peristiwa belajar (Snelbecker, 1974). Perbuatan dan hasil belajar itu dapat dimanifestasikan dalam wujud (1) penambahan materi pengetahuan yang berupa fakta, informasi, prinsip atau

hukum atau kaidah prosedur atau pola kerja atau teori sistem nilai-nilai dan sebagainya, (2) penguasaan pola-pola perilaku kognitif (pengamatan) proses berpikir, mengingat atau mengenal kembali, perilaku afektif (sikap-sikap apresiasi, penghayatan, dan sebagainya); perilaku psikomotorik (keterampilan-keterampilan psikomotorik termasuk yang bersifat ekspresif), dan (3) perubahan dalam sifat-sifat kepribadian baik yang *tangible* maupun *intangible*.

Penilaian hasil belajar digunakan untuk menilai kompetensi siswa. Sudjana (2006:2) mengemukakan bahwa “kegiatan penilaian adalah suatu tindakan atau kegiatan untuk melihat sejauh mana tujuan instruksional telah dicapai atau dikuasai oleh siswa dalam bentuk hasil-hasil belajar yang diperlihatkan setelah mereka menempuh pengalaman belajar atau proses belajar mengajar”. Dari uraian sebelumnya terlihat bahwa penilaian dilakukan setelah siswa menempuh pengalaman belajar atau proses belajar. Penilaian akan menunjukkan sejauh mana siswa dapat mencapai tujuan dari proses belajar yang dilakukan. Penilaian dilakukan dengan mencakup tiga ranah, yaitu : hasil belajar pada ranah kognitif, afektif dan psikomotor.

a. Ranah Kognitif

Penilaian pada ranah kognitif berhubungan dengan kemampuan intelektual siswa dalam menguasai suatu konsep atau materi pembelajaran. Untuk hasil belajar dapat diketahui dengan menggunakan salah satu indikator yaitu melalui tes. Tes yang diberikan berupa tes uraian maupun pilihan ganda yang diberikan pada akhir pembelajaran maupun pada akhir suatu pokok bahasan tertentu. Hasil tes ini kemudian dianalisis oleh guru dan diberikan penilaian. Menurut Blom, *dkk* dalam

Gulo (2002:57), hasil belajar siswa pada ranah kognitif terdiri dari enam tingkatan yaitu :

- 1) Pengetahuan (*knowledge*), yaitu kemampuan untuk mengenal atau mengingat kembali sesuatu objek, ide, prosedur, prinsip atau teori yang pernah ditemukan dalam pengalaman belajar.
- 2) Pemahaman (*comprehension*), yaitu kemampuan untuk memahami hubungan yang sederhana antara fakta-fakta dan konsep.
- 3) Penerapan (*application*), yaitu kemampuan untuk menyeleksi atau memilih abstraksi tertentu (konsep, hukum, dalil, aturan, gagasan dan cara) secara tepat untuk diterapkan dalam situasi baru.
- 4) Analisis (*analysis*), yaitu kemampuan menganalisis suatu hubungan atau situasi kompleks atas konsep-konsep dasar.
- 5) Sintesis (*synthesis*), yaitu kemampuan untuk menghubungkan atau menyusun hal-hal yang spesifik agar dapat mengembangkan suatu struktur baru (generalisasi).
- 6) Evaluasi (*evaluation*), mencakup kemampuan menggunakan pengetahuan untuk membuat penilaian terhadap sesuatu berdasarkan criteria tertentu, seperti sudut pandang tujuan, gagasan, cara bekerja, pemecahan, metode, material dan sebagainya.

Dari kutipan di atas dapat di simpulkan bahwa tingkatan-tingkatan dalam ranah kognitif mencakup pengetahuan, pemahaman, penerapan, analisis, sintesis dan evaluasi. Dalam ranah kognitif hal yang paling diutamakan pada penelitian ini adalah mengenai kemampuan bernalar siswa terhadap materi pelajaran yang disampaikan. Kata kemampuan berasal dari kata mampu yang berarti kuasa, sanggup melakukan sesuatu atau dapat. Kemudian mendapatkan imbuhan ke-an sehingga kata kemampuan berarti kesanggupan melakukan sesuatu hal (KBBI, 2005:308). Kemampuan adalah kapasitas seorang individu untuk melakukan beragam tugas dalam suatu pekerjaan. Dengan kata lain kemampuan berarti kesanggupan atau kapasitas seseorang untuk melakukan sesuatu.

Penalaran merupakan proses berpikir yang sistematis untuk memperoleh kesimpulan berupa pengetahuan. Soekadijo (1997:6) menyatakan bahwa penalaran merupakan suatu proses menarik kesimpulan sebuah proposisi baru yang sebelumnya tidak diketahui, berdasarkan sejumlah proposisi yang diketahui atau dianggap benar. Fajar Shadiq (2004:2) menyatakan penalaran merupakan suatu kegiatan, suatu proses atau suatu aktivitas berpikir untuk menarik kesimpulan atau membuat suatu pernyataan baru yang benar berdasar pada beberapa pernyataan yang kebenarannya telah dibuktikan atau diasumsikan sebelumnya. Irving (1968:4) mengatakan bahwa semua penalaran adalah berpikir, tetapi tidak semua pemikiran adalah penalaran. Lebih lanjut Irving (1968:5) mengatakan penalaran adalah jenis berpikir khusus, di mana terjadi inferensi atau kesimpulan yang diambil dari premis-premis. Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa penalaran merupakan suatu kegiatan, suatu proses atau suatu aktivitas berpikir yang sistematis untuk menarik kesimpulan atau membuat suatu pernyataan baru yang benar berdasar pada beberapa pernyataan yang kebenarannya telah dibuktikan atau diasumsikan sebelumnya. Sri Wardani (2008:12) menyatakan bahwa ada dua cara untuk menarik kesimpulan yaitu secara induktif dan deduktif, sehingga dikenal istilah penalaran induktif dan penalaran deduktif. Berikut merupakan perbedaan antara penalaran induktif dan deduktif.

- 1) Penalaran induktif adalah proses berpikir yang berusaha menghubungkan fakta-fakta atau kejadian-kejadian khusus yang sudah diketahui menuju kepada suatu kesimpulan yang bersifat umum.
- 2) Penalaran deduktif merupakan proses berpikir untuk menarik kesimpulan tentang hal khusus yang berpijak pada hal umum atau hal yang sebelumnya telah dibuktikan (diasumsikan) kebenarannya.

Berdasarkan uraian di atas dapat dilihat bahwa penalaran induktif dan induktif merupakan suatu proses perfikir dengan cara menghubungkan fakta-fakta ataupun kejadian-kejadian yang ada pada lingkungan sekitar. Dengan cara penarikan kesimpulan yang berbeda antara keduanya, baik itu dari hal yang bersifat umum ke khusus maupun sebaliknya.

Pors (Opik, 2011) mengatakan indikator bernalar adalah sebagai berikut:

- 1) Memberikan alasan mengapa sebuah jawaban atau pendekatan terhadap suatu masalah adalah masuk akal.
- 2) Membuat dan mengevaluasi kesimpulan umum berdasarkan penyelidikan dan penelitian.
- 3) Meramalkan dan menggambarkan kesimpulan atau putusan dari informasi yang sesuai.
- 4) Menganalisis pernyataan-pernyataan dan memberikan contoh yang dapat mendukung atau yang bertolak belakang.
- 5) Mempertimbangkan validitas dari argumen yang menggunakan berpikir deduktif dan induktif.
- 6) Menggunakan data yang mendukung untuk menjelaskan mengapa cara yang digunakan serta jawaban adalah benar.

Pada penelitian ini, penulis akan mengungkapkan ketercapaian hasil belajar siswa pada ranah kognitif yaitu mencakup kemampuan bernalar. Berdasarkan enam indikator di atas, penulis membatasi indikator pada poin 1), 2), 3), dan 4). Indikator bernalar tersebut disesuaikan dengan tingkat pengetahuan atau berfikir menurut taksonomi Bloom.

Salah satu tingkatan pengetahuan yang menjadi indikator kemampuan bernalar adalah kemampuan menganalisis. Analisis merupakan tipe hasil yang kompleks karena memanfaatkan unsur pengetahuan, pemahaman dan aplikasi (Sudjana, 2002). Menganalisis adalah kemampuan memisahkan materi (informasi) ke

dalam bagian-bagiannya, mencari hubungan antar bagian, mampu melihat (mengenal) komponen-komponen saling berhubungan dan terorganisasikan serta fakta dari khayalan. Dalam kemampuan menganalisis ini juga termasuk kemampuan menyelesaikan soal-soal yang tidak rutin, menemukan hubungan, membuktikan dan mengomentari bukti, dan merumuskan serta menunjukkan benarnya suatu generalisasi.

b. Ranah Afektif

Untuk hasil belajar pada ranah afektif oleh Sudjana (2002:22-30) dijabarkan sebagai berikut :

Ranah afektif berkenaan dengan sikap dan nilai yang terdiri dari lima ranah, yaitu:

- 1) Menerima (*receiving*) dengan indikator mau memperhatikan, mau bekerjasama, dan senang mengerjakan tugas.
- 2) Menanggapi (*responding*) dengan indikator mau berpartisipasi aktif, memberikan respon dan berminat mengikuti pembelajaran.
- 3) Menghargai (*valuing*) dengan indikator mempunyai keinginan untuk meningkatkan keterampilan dan mau mengungkapkan ide sebagai bentuk sikap dan apresiasi.
- 4) Melibatkan diri dalam sistem nilai (*organizing*) dengan indikator mau melibatkan diri secara aktif dalam kelompok, mau menerima tanggung jawab dan mau mengorbankan waktu, tenaga, pikiran untuk sesuatu yang diyakini.
- 5) Karakteristik dari sistem nilai (*characterization by value*) dengan indikator mau melaksanakan sesuatu dengan apa yang diyakininya, menunjukkan ketekunan, ketelitian dan kedisiplinan.

Dari kutipan dapat disimpulkan beberapa ranah dalam ranah afektif, yakni: menerima, menanggapi, menghargai, melibatkan diri dalam sistem nilai dan karakteristiknya. Pada ranah afektif yang diharapkan adalah siswa dapat membangun dan memperkuat karakter hemat energi, peduli terhadap kondisi energi yang ada pada lingkungan sekitarnya dan mampu memanfaatkan apa yang ada di alam seperlunya.

Agar tujuan ini dapat tercapai maka cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengintegrasikan materi energi radiasi matahari sebagai salah satu bentuk energi terbarukan yang dapat dikembangkan dalam rangka menghemat energi fosil dimana jumlahnya semakin menipis di alam. Sehingga, dengan adanya pengintegrasian materi ini dalam pembelajaran fisika dapat membentuk karakter hemat energi pada ranah afektif siswa.

Karakter adalah watak, tabiat, akhlak, atau kepribadian seseorang yang terbentuk dari hasil internalisasi sebaga kebijakan (virtus) yang diyakini dan digunakan sebagai landasan untuk cara pandang, berpikir, bersikap, dan bertindak (Balitbang, 2010). Interaksi seseorang dengan orang lain menumbuhkan karakter masyarakat dan karakter bangsa. Oleh karena itu, pengembangan karakter bangsa hanya dapat dilakukan melalui pengembangan karakter individu seseorang (Kemendiknas, 2010). Dengan demikian, untuk menciptakan masyarakat yang peduli akan sumber energi yang ada dapat dimulai dengan menanamkan pengetahuan melalui dunia pendidikan.

Untuk mempermudah penilaian karakter, dapat dijabarkan dalam bentuk indikator-indikator yang terukur. Indikator dapat dikembangkan oleh pendidik dengan mempertimbangkan tema pembelajaran, budaya lokal, dan potensi lokal. Indikator dirumuskan dalam bentuk perilaku siswa di kelas dan sekolah yang dapat diamati melalui pengamatan guru ketika seorang siswa melakukan suatu tindakan di sekolah, tanya jawab dengan siswa yang lain, jawaban yang diberikan siswa terhadap tugas dan pertanyaan guru, serta tulisan siswa dalam laporan dan pekerjaan rumah

(Kemendiknas, 2010). Perilaku yang dikembangkan dalam indikator pendidikan budaya dan karakter bangsa bersifat progresif.

Dalam Inpres no 2 tahun 2008 tentang penghematan energi dan air, menjelaskan bahwa dalam melakukan sosialisasi secara menyeluruh dan komprehensif untuk penggunaan teknologi yang dapat menghemat energi dan air. Begitu juga yang terdapat dalam inpres no. 13 tahun 2011 yaitu merumuskan dan menyiapkan kebijakan, strategi dan program penghematan energi dan air termasuk program konservasinya. Sumber daya energi adalah sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan, baik sebagai sumber energi maupun sebagai energi. Cadangan sumber daya energi tak terbarukan terbatas, maka perlu adanya kegiatan penganeekaragaman sumber daya energi agar ketersediaan energi terjamin (UU no. 30 tahun 2007).

Berdasarkan pembahasan di atas mengenai karakter dan hemat energi, maka dapat dimunculkan karakter hemat energi pada Tabel 5.

Tabel 5. Indikator Karakter Hemat Energi

Nilai	Deskripsi	Indikator sekolah	Indikator kelas
Hemat Energi	Sikap dan tindakan yang selalu berupaya mencegah terjadinya krisis energi dan mengembangkan upaya-upaya untuk menciptakan energi alternatif dengan menggunakan potensi yang ada di lingkungan sekitar.	1. Pembiasaan mengurangi pemakaian alat-alat listrik. 2. Penggunaan alat-alat listrik yang hemat energi. 3. Pemanfaatan sampah-sampah organik yang ada di sekolah menjadi sumber energi terbarukan. 4. Mengurangi	1. Memasang stiker perintah mematikan lampu pada setiap ruangan apabila selesai digunakan. 2. Mematikan lampu dan pendingin ruangan pada saat tidak diperlukan.

Nilai	Deskripsi	Indikator sekolah	Indikator kelas
		pemakaian pendingin ruangan dan lampu penerangan saat tidak diperlukan. 5. Mematikan lampu di teras yang ada di depan kelas pada siang hari.	

c. Ranah Psikomotor

Sudjana (2002:22-30) menyatakan bahwa ranah psikomotor berhubungan dengan dengan hasil belajar keterampilan (*skill*) dan kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu. Bloom membagi ranah ini kedalam lima tingkatan yakni :

- 1) Kesiapan. Kesiapan berhubungan dengan kesediaan untuk melatih diri tentang keterampilan tertentu, yang dinyatakan dengan usaha untuk mempersiapkan alat.
- 2) Meniru. Meniru adalah kemampuan untuk melakukan sesuai dengan contoh yang diamati walaupun belum mengerti hakikat atau makna dari keterampilan itu.
- 3) Membiasakan. Pada tahap ini siswa dapat melakukan sesuatu keterampilan tanpa harus melihat contoh, sekalipun belum dapat mengubah polanya.
- 4) Adaptasi. Pada tahap ini siswa sudah mampu melakukan modifikasi untuk disesuaikan dengan kebutuhan.

5) Menciptakan. Pada tahap ini siswa sudah mampu menciptakan sendiri suatu karya. Contoh aspek ini adalah menarik kesimpulan.

Berdasarkan paparan di atas, maka pada ranah psikomotor siswa akan ditingkatkan kemampuannya dalam bertindak maupun terampil untuk menyikapi permasalahan krisis energi yang melanda pada saat ini. Dengan pengintegrasian materi energi radiasi matahari dalam materi fisika, siswa mampu meningkatkan kemampuannya dalam menganalisis bagaimana cara memanfaatkan energi terbarukan yang tersedia di alam untuk mengatasi krisis energi.

B. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan mengenai model pembelajaran PDEODE adalah penelitian yang dilakukan oleh Bayram Costu, Alipasa Ayas dan Mansoor Niaz dengan judul *“Promoting Conceptual Change In First Year Student’s Understanding Of Evaporation”*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan disimpulkan bahwa model pembelajaran PDEODE dapat memunculkan konsep baru yang memperkaya pengetahuan awal, selain daripada itu juga mampu memfasilitasi siswa dalam membentuk pengetahuannya secara konseptual. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Fitra Ritonga dengan judul *“Pengaruh Modul Pada Gerak Terintegrasi Materi Bencana Kejatuhan Meteor Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Menggunakan Pendekatan Guided Discovery di Kelas XI SMAN 3 Padang”*, menyatakan bahwa penggunaan modul dengan mengintegrasikan materi bencana kejatuhan meteor pada

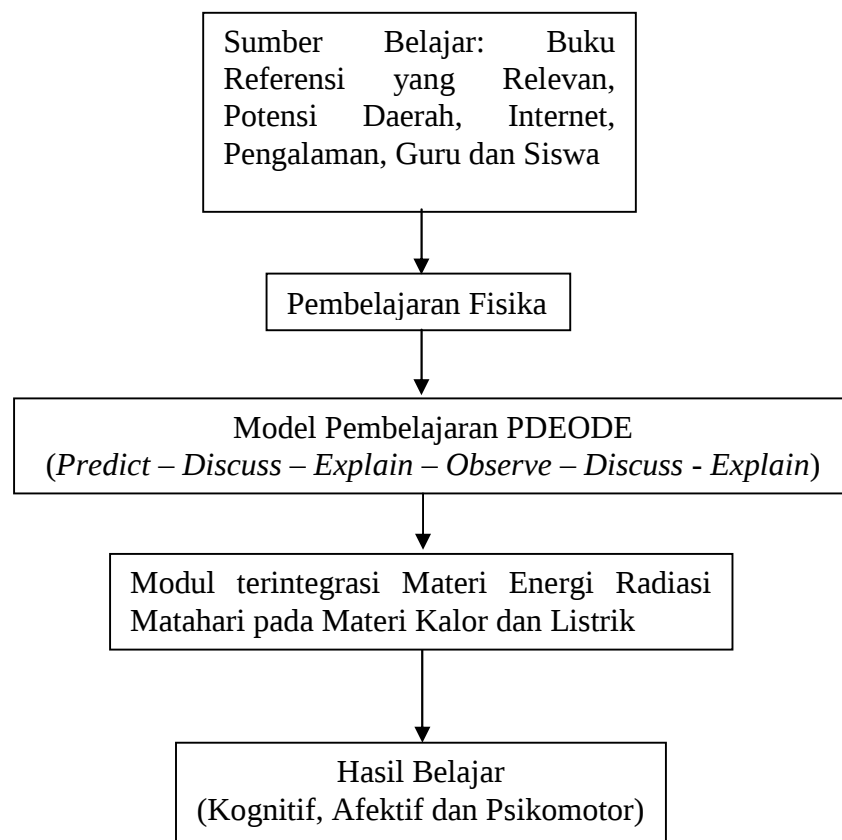
materi gerak mampu meningkatkan hasil belajar siswa serta membentuk karakter siaga bencana.

Kaitan penelitian ini dengan kedua penelitian pada uraian di atas adalah sama-sama menggunakan model pembelajaran PDEODE dalam proses pelaksanaan pembelajarannya dan menggunakan modul sebagai bahan ajar. Perbedaannya adalah pada penelitian yang dilakukan digunakan modul terintegrasi materi energi radiasi matahari sebagai materi pengayaan pada materi kalor dan listrik. Hal ini bertujuan untuk menumbuhkan dan memperkuat karakter hemat energi pada siswa.

C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran fisika merupakan interaksi antara guru dan siswa dengan sumber-sumber belajar dan segala ranah yang menunjang pembelajaran dengan tujuan untuk membentuk sikap positif, sikap ilmiah, mengembangkan pengalaman dan keterampilan, kemampuan berfikir, serta penguasaan konsep dan prinsip fisika. Sumber belajar dapat berupa buku-buku yang relevan, internet, maupun potensi daerah/lingkungan sekitar. Untuk menunjang proses pembelajaran, maka dalam penelitian ini digunakan suatu model pembelajaran yang mampu merekonstruksi pengetahuan awal siswa menjadi pengetahuan baru. Melalui model pembelajaran PDEODE siswa dapat memperoleh pengalaman belajar yang mampu membentuk pengetahuannya berdasarkan apa yang ada pada lingkungan sekitarnya. Selain daripada itu, dengan menggunakan bahan ajar berupa modul terintegrasi materi energi radiasi matahari pada materi kalor dan listrik, siswa dapat meningkatkan kemampuan

bernalarnya dan memperkuat karakter hemat energi. Berikut adalah kerangka berpikir dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Kerangka Berpikir

D. Perumusan Hipotesis

Berdasarkan kajian teori dapat dirumuskan hipotesis kerja (*Hi*) penelitian sebagai berikut: terdapat pengaruh yang berarti modul terintegrasi materi energi radiasi matahari terhadap hasil belajar dalam model pembelajaran PDEODE pada materi kalor dan listrik.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melaksanakan penelitian adalah “terdapat pengaruh yang berarti modul terintegrasi materi energi radiasi matahari terhadap hasil belajar dalam model pembelajaran PDEODE pada materi kalor dan listrik” dapat diterima pada taraf nyata 0,05. Hal ini diperoleh dari adanya perbedaan yang signifikan hasil belajar rata-rata siswa pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotor antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

B. Saran

Saran dalam penelitian ini berdasarkan dari kesimpulan yang telah didapatkan selama penelitian adalah:

1. Modul terintegrasi materi energi radiasi matahari pada materi kalor dan listrik dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bagi guru untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa.
2. Penelitian pengaruh modul terintegrasi materi energi radiasi matahari merupakan penelitian baru sehingga diperlukan penelitian selanjutnya untuk membuatnya lebih baik.
3. Penelitian ini masih terbatas pada materi kalor dan listrik saja, maka diharapkan ada penelitian lanjutan untuk permasalahan dan materi yang lebih kompleks dan ruang lingkup yang lebih luas agar dapat lebih dikembangkan.

4. Sebaiknya ada pengembangan dari penelitian ini, pengembangannya dapat dilakukan pada penggunaan bahan ajar, pemanfaatan media dan sumber belajar, perluasan cakupan tentang model pembelajaran PDEODE itu sendiri, dan lain sebagainya. Sehingga pada akhirnya dapat dijadikan pedoman dalam menentukan model atau strategi yang tepat dalam pembelajaran dan pengajaran fisika khususnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandari, Febrina. 2010. *Implementasi Pembelajaran Model Elaborasi dilengkapi Model untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMAN 4 Pariaman*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Arikunto, Suharsimi. 1999. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Barlow, R. Bernard McNelis and Anthony D., 1993. *Solar Pumping. Antroduction and Update on the Technology, Performance, Costs and Economics*. Intermediate Technology Publications and The World Bank, Washington, D.C.
- Bloom, B.S. 1974. *Taxonomi of educational objectives: The classification of educational goals*. New York: David McKay Company, Inc.
- Costu, Bayram. 2007. *Learning Science through the PDEODE Teaching Strategy: Helping Students Make Sense of Everyday Situations*. Turkey: Karadeniz Technical University, Trabzon.
- Costu, B., Ayas, A, dan Niaz, M. 2010. *Promoting Conceptual Change In The First Year Student's Understanding Of Evaporation*. Chemistry Education Research and Practice.
- Costa, A. L. 1985. *Developing Minds A Resource Book for Teaching Thinking*. Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Dewi, Krisna, dkk. 2012. *Pengaruh Model Pembelajaran PDEODE terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif dalam Pembelajaran Ipa Pada Siswa Kelas V SD Laboratorium UNDIKSHA*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Djamarah, Syaiful Bahri. 2010. *Guru dan Anak Didik dalam Interaksi Edukatif : Suatu Pendekatan Teoritis Psikologis*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Djamas, Djusmaini. 2012. *Bahan Ajar Mata Kuliah Metodologi Penelitian dan Publikasi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Gulo, W. 2002. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Grasindo.

- Fadjar, Shadiq. 2004. *Pemecahan Masalah, Penalaran, dan Komunikasi*. Makalah. Disampaikan dalam Diklat Instruktur/ Pengembang Matematika Jenjang Dasar. Yogyakarta: PPPG Matematika.
- Hamalik, Oemar. 2003. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Hariyanti. 2010. *Upaya Peningkatan Kemampuan Penalaran Matematika Siswa Kelas VII C SMP Negeri 2 Depok Sleman dalam Pembelajaran Matematika melalui Pendekatan Investigasi*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hasbullah. 2003. *Dasar-Dasar Ilmu Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Hasibuan, JJ dan Moedjiono. 2008. *Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Irving. 1968. *Introduction to logic*. New York: The Macmillan Company.
- Juniar. 2012. *Pengaruh Motivasi Mengikuti Ekstrakurikuler Robotika terhadap Kemampuan Penalaran dan Kreativitas Siswa di SMKN 3 Yogyakarta*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kolari, Samuli and Carina Savander-Ranne. 2004. *Visualisation Promotes Apprehension and Comprehension*. Finland: Tampere Polytechnic, Tampere.
- Lumsden, L.S. 1994. *Student Motivation to Learn. ERIC Clearinghouse on Educational Management*.
<http://punya.educ.msu.edu/courses/coursevault/summer09/readings/motivation-lumsden.pdf> diakses 12 Mei 2014.
- Mulyasa. 2006. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Pors (Opik.2011). *penalaranmatematis-120506070543-phpapp02.pptx* diakses pada tanggal 27 Juli 2013.
- Prastowo, Andi. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Purwanto. 2011. *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Riduwan, Sunarto. 2012. *Pengantar Statistika untuk Penelitian: Pendidikan, Sosial, Komunikasi, Ekonomi dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.

- Riyanto, Yatim. 2012. *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.
- Ryan, R. M & Deci, E. L. 2000. *Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions*. *Contemporary Educational Psychology* 25. <http://www.idealibrary.com>.
- Sanjaya, Wina. 2006. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Preadana Media.
- Sardiman. 1986. *Interaksi dan Motivasi Belajar-Mengajar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sardiman. 2010. *Interaksi dan Motivasi Belajar-Mengajar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sekartini, Juli, dkk. 2012. *Pengaruh Model Pembelajaran Predict Discuss Explain Observe Discuss Explain Terhadap Pemahaman Konsep IPA Siswa Kelas IV SD Gugus XII Kecamatan Buleleng*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Semiawan, Conny. 2002. *Pendekatan Keterampilan Proses*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Slameto. 2001. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Slameto. 1991. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Slameto. 2010. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Snelbecker, G.E. (1974). *Learning theory, instructional theory and psycho educational design*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Sri Wardani. 2005. *Pembelajaran dan Penilaian Hasil Belajar Matematika SMP*. Yogyakarta: PPPG Matematika
- Sudjana, Nana. 1990. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sudjana, Nana. 2002. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistik*. Bandung: Tarsito.

- Sudjatmoko. 1998. *Budaya Tulis Sebagai Sarana Pembentukan Kemampuan Bernalar Dan Kreativitas dalam Upaya Menciptakan SDM Unggul di Masa Depan*.
- Suharso. 2005. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Semarang: Widya Karya.
- Sumarna Surapranata. 2004. *Analisis, Validitas, Reliabilitas, dan Interpretasi Hasil Tes Implementasi Kurikulum 2004 Revisi*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Supartini. 2005. *Upaya Peningkatan Hasil Belajar Melalui Implementasi Model Pembelajaran Perbalik (Reciprocal Teaching) Pokok Bahasan Luas dan Keliling pada Siswa Kelas V SD Pogalan III Kecamatan Pakis Kabupaten Magelang Tahun Pelajaran 2004/2005*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Suryosubroto. 1983. *Sistem Pengajaran dengan Modul*. Yogyakarta: PT. Bima Aksara.
- Undang Undang No.20 tahun 2003 *Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas
- Winkel, W. S. 1997. *Psikologi Pengajaran*. Jakarta: Gramedia.
- Wulandari, Tabitha Sri Hartati. *Penerapan Strategi PDEODE dalam Mengatasi Miskonsepsi dan Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kritis pada Botani Tumbuhan Rendah*. Tuban: Universitas PGRI Ronggolawe.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Kemampuan>. Diakses pada tanggal 10 Desember 2013, 20.00 WIB
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Penalaran>. Diakses pada tanggal 10 Desember 2013, 20.05 WIB.
- <http://primasoft.wordpress.com/2008/03/31/modular-intruccion-pembelajaran-menggunakan-modul/>. Diakses pada tanggal 5 September 2013, 20.00 WIB
- <http://suhellicentre.blogspot.com/2008/06/menulis-buku-pengayaan.html?m=1>. Diakses pada tanggal 2 Januari 2014, 04.50 WIB.
- http://teknologisurya.files.wordpress.com/2011/09/57911main_earth_energy_budget.jpg. Diakses pada tanggal 15 Agustus 2013, 15.45 WIB