

Pengembangan E-modul Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA

Sri Mayanty, I Made Astra, dan Cecep E. Rustana

Universitas Negeri Jakarta,
Jl. Rawamangun Muka Rawamangun Jakarta Timur, 13220

E-mail: mayanty_sri@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar berupa e-modul berbasis Problem Based Learning (PBL) dengan materi suhu dan kalor.. Metodologi yang digunakan adalah penelitian pengembangan (Research and Development), dengan model pengembangan ADDIE. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa angket yang ditujukan untuk validator ahli materi, media dan ahli pembelajar. Hasil validitas media yang dikembangkan dihitung dengan menggunakan rumus prosentase skor dan diinterpretasikan sesuai dengan interpretasi skala likert. E-modul yang dikembangkan dengan menggunakan tahapan-tahapan seperti pada model pembelajaran Problem Based Learning (PBL). Hal ini untuk memudahkan siswa untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan konsep fisika.. Setelah dilakukan validasi pada media pembelajaran didapatkan hasil skor rata-rata keseluruhan aspek oleh ahli materi sebesar 81.53 %, oleh ahli media sebesar 75.78%, dan skor rata-rata keseluruhan aspek oleh ahli pembelajar sebesar 94,36 %. Berdasarkan penilaian oleh ahli materi, ahli media dan ahli pembelajar tersebut dapat menunjukkan bahwa media pembelajaran ini ditinjau dari beberapa indikator yang yang digunakan untuk validasi memiliki kriteria sangat baik. Kemudian setelah diujicobakan kepada siswa diperoleh hasil skor rata-rata keseluruhan aspek sebesar 85.06 %, sehingga dapat dikatakan bahwa e-modul ini ditinjau dari indikator yang yang digunakan untuk uji coba memiliki kriteria sangat baik dan layak digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran.

1. Pendahuluan

Pada pembelajaran sains dibutuhkan suatu proses yang dapat merangsang siswa untuk belajar melalui berbagai permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahannya tersebut seringkali dikaitkan dengan pengetahuan yang telah atau akan dipelajari. Konteks ini sesuai dengan salah satu model pembelajaran yang menggunakan pendekatan saintifik, yaitu Problem Based Learning.

Semenjak diterapkannya Kurikulum 2013 revisi pada tahun 2016 berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru di beberapa SMA hampir keseluruhan responden berupaya penuh untuk melaksanakan tuntutan kurikulum 2013 revisi tersebut. Namun dalam pelaksanaannya masih ada kendala, salah satunya yang berkaitan dengan bahan ajar. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan siswa menunjukkan dari 35 responden siswa, 77% siswa beranggapan fisika itu sulit, 85,7% siswa banyak menemui kesulitan dalam belajar, 91,4% siswa adanya ketertarikan bila guru menampilkan software/ simulasi/ animasi/ video/gambar/ppt dalam pembelajaran fisika. Dan ternyata 85,7% siswa merasakan lebih mengerti

belajar konsep fisika dengan menampilkan software/simulasi/animasi/video/gambar/ppt. Rata-rata siswa sekarang memiliki laptop/handphone, sehingga memudahkan akses yang berkaitan dengan penggunaan alat digital tersebut.

Dari permasalahan tersebut diperlukan suatu pembelajaran yang dapat memberikan merangsang siswa untuk belajar mandiri dan menemukan konsep fisika dari masalah. Dengan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dapat memudahkan siswa untuk memahami konsep sehingga siswa merasa senang dengan belajar fisika. Hal tersebut bagian dari pembelajaran dengan pendekatan saintifik.

Berdasarkan hasil observasi tersebut, maka dipandang perlu suatu bahan ajar berupa modul digital untuk merangsang siswa belajar mandiri dan menemukan konsep fisika dari masalah. Dengan hal seperti itu sehingga siswa merasa tertantang belajar fisika dan akhirnya siswa akan merasa senang dengan pembelajaran fisika.

Salah satunya bagian proses pembelajaran yang penting yaitu bahan ajar. Salah satu contoh dari bahan ajar yaitu berupa modul. Bahan ajar ini dibuat untuk dapat menyalurkan pesan pembelajaran dari pengajar ke siswa sehingga merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta kemauan siswa untuk belajar. Modul adalah salah satu bagian dari bahan ajar dalam bentuk cetak. Untuk memaparkan materi yang berbentuk abstrak maka penyajian modulnya dengan berbentuk digital.

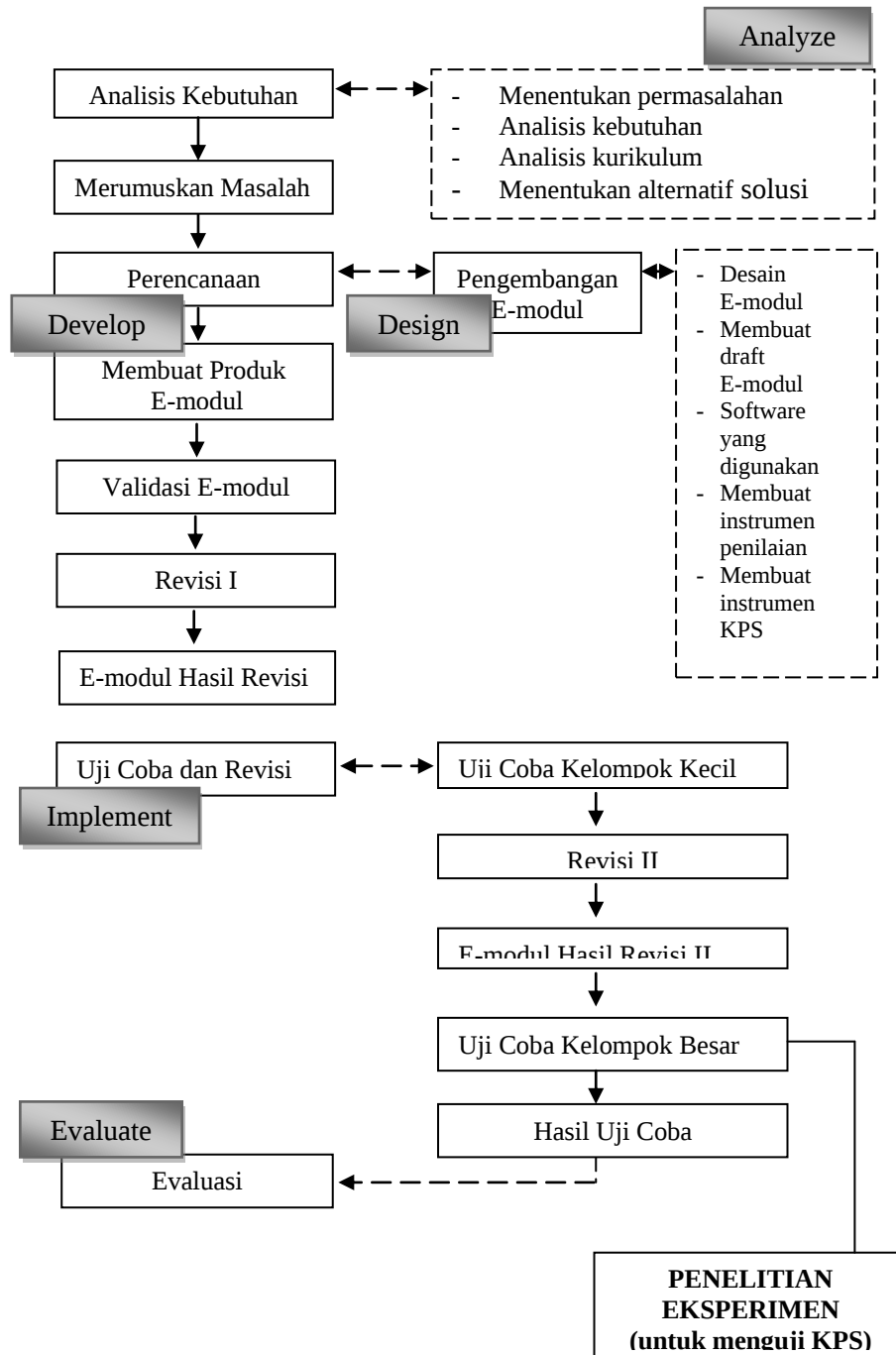
Pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar ini diarahkan untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Dalam meningkatkan keterampilan proses sains ini perlu penggiring yang dapat mengantarkan siswa terhadap kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan keterampilan proses sains. Kegiatan e-modul ini merupakan salah satu bahan ajar yang menuntut kemandirian siswa untuk menemukan suatu konsep. Hal ini didukung berdasarkan hasil penelitian Fitria (2015) menyatakan bahwa media yang dikembangkan yaitu berupa modul digital dapat diterima siswa sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yang digunakan untuk menunjang aktivitas pembelajaran fisika. Selain itu juga kegiatan modul digital ini merupakan salah satu bahan ajar yang menuntut kemandirian siswa untuk menemukan suatu konsep. Hal ini didukung berdasarkan hasil penelitian Kiar Vansa (2015) yang menunjukkan bahwa modul digital fisika yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan belajar mandiri untuk siswa.

Berdasarkan informasi dari studi pendahuluan tersebut, dapat disimpulkan bahwa e-modul fisika berbasis Problem Based Learning (PBL) yang memfasilitasi terlaksananya 5M (mengamati, menanyakan, mengumpulkan informasi, mengasosiasi/menganalisis, mengkomunikasikan) dapat menjadi alternatif dalam menyajikan materi pembelajaran fisika dan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian pengembangan modul yaitu metode penelitian pengembangan (Development Research) dengan tipe ADDIE (Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate). Dampak manfaat produk ini akan diujicobakan untuk melihat peningkatan keterampilan proses sains tingkat dasar siswa SMA yang disesuaikan dengan model *Problem Based Learning*.

Tahap pengembangan ADDIE dengan langkah pengembangan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terdiri dari 5 tahapan antara lain: tahap analyze, tahap design, tahap development, tahap implement dan tahap evaluate. Penelitian ini dilakukan diawali dengan penyusunan rancangan e-modul hingga evaluasi, berikut alur lengkapnya:



Gambar 1. Alur Penelitian Pengembangan E-modul

3. Hasil dan Pembahasan

Modul digital dikembangkan dengan aplikasi *Adobe Animate CC*. *Adobe Animate CC* adalah program yang sangat baik untuk membuat konten dinamis yang dapat dimainkan di semua media bahkan platform. *Adobe animate CC* dilengkapi dengan sejumlah alat untuk penciptaan grafis seperti *Photoshop* untuk menciptakan isi grafis. Muncul dengan editor gerakan baru,

WebGL untuk animasi, mendukung proyeksi file dan ekstensi HTML5, mendukung Action Script 3.0, lebih fleksible, dinamis dan lebih mudah untuk membuat animasi dari sebelumnya. Tampilan modul digital berbasis *Problem Based Learning* per sub bab menjadi seperti ini:

Tabel 1. Tampilan E-modul Fisika dalam Kegiatan Belajar

Tampilan	Keterangan
Peta konsep 1 KD	1. Pendahuluan Nelayan melaut untuk menghasilkan ikan. Ikan tersebut nantinya akan dijual ataupun di konsumsi sendiri. Masih banyak nelayan yang menggunakan perahu tradisional untuk melaut. Jika nelayan yang sudah menggunakan perahu motor akan mudah untuk melaut dikarenakan perahunya dapat bergerak menuju tengah laut dengan bantuan mesin. 2. MATERI PEMBELAJARAN KALOR Perpindahan Kalor Radiasi Konveksi Konduksi GAMBAR 3.1. Nelayan menangkap ikan Namun jika nelayan yang masih tradisional, maka harus memanfaatkan angin darat dan angin laut untuk melaut. Nelayan pergi melaut pada malam hari dan pulang dari melaut pada siang hari. Nelayan menggunakan angin laut untuk pergi melaut dan menggunakan angin darat untuk pulang melaut. VIDEO 3.1. Perahu layar Pendahuluan dan Peta Konsep KB
2. Permasalahan I Pada siang hari yang terik, di tengah gurun pasir terdapat es krim yang diletakkan di dalam boks wadah dengan bahan yang berbeda-beda. Bahan-bahan tersebut adalah logam, kaca, plastik dan kayu. Menurut pendapatmu, apakah keempat es krim yang diletakkan di dalam boks dengan bahan yang berbeda-beda akan mencair pada waktu yang sama? Jika tidak, bagaimanakah urutan mencairnya keempat es krim tersebut? Jelaskan alasanmu! GAMBAR 3.3. Es krim dalam 4 jenis kotak berbeda, (a) Logam, (b) Kaca, (c) Plastik, (d) Kayu Tahap Permasalahan	➤ Tahap ke-1 <i>Problem Based Learning</i> (PBL). ➤ Berupa permasalahan yang disajikan untuk siswa melakukan kegiatan mengamati (observasi) dan mengemukakan hipotesis
3. Tugas Belajar I Kalor berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah. Bagaimanakah cara terjadinya perpindahan kalor? Terdapat beberapa cara perpindahan kalor yaitu konduksi, konveksi dan radiasi. 3a. Konduksi Pada saat kamu menyentuh pegangan panci, terjadi aliran kalor antara panci dan tangan kamu. Bagaimanakah arah perpindahan kalor? Perpindahan kalor pada peristiwa disamping disebut peristiwa konduksi. Perhatikan mekanisme perpindahan kalor secara konduksi pada Gambar 2. GAMBAR 3.4. Mengapa tangan terasa panas saat menyentuh panci yang sedang digunakan untuk memanaskan air? Jadi dapat disimpulkan bahwa konduksi merupakan proses perpindahan kalor melalui suatu bahan tanpa disertai perpindahan partikel pada bahan tersebut. Tahap Belajar	➤ Tahap ke-2 <i>Problem Based Learning</i> (PBL). ➤ Berupa sumber belajar yang berkaitan materi yang dipelajari (animasi, simulasi) ➤ Terdapat kegiatan menanya yang disajikan dengan beragam pertanyaan yang kemungkinan muncul dari siswa

Tampilan	Keterangan																																																
9 Melakukan Penyelidikan II Untuk dapat menjawab permasalahan di atas, maka lakukanlah percobaan berikut! ALAT DAN BAHAN 1. Cangkir Kopi Hitam 3. Air Kopi Panas 2. Cangkir Kopi Putih 4.. Termometer LANGKAH PERCOBAAN 1. Siapkan semua alat dan bahan yang diperlukan! 2. Tuangkan air kopi yang sudah dipanaskan ke kedua gelas. Catat suhu awal ketika kopi dituangkan! 3. Tunggulah + 3 menit, kemudian catat perubahan suhu pada kedua gelas tersebut. Ulangi langkah 2-3 sebanyak 3 kali, dan catatlah data dalam tabel pengamatan	➤ Tahap ke-3 <i>Problem Based Learning</i> (PBL). ➤ Berupa kegiatan penyelidikan sederhana yang berkaitan dengan permasalahan di tahap ke-1																																																
Tahap Penyelidikan																																																	
5 Penyajian & Pengembangan Hasil I Urutan mencairnya keempat es krim tersebut adalah :  Logam 1  Kaca 2  Plastik 3  Kayu 4 GAMBAR 3.5. Urutan mencairnya es krim dalam kotak Jadi dapat disimpulkan bahwa konduksi merupakan proses perpindahan kalor melalui suatu bahan tanpa disertai perpindahan partikel pada bahan tersebut.  SIMULASI 3.1. Simulasi pencairan es dalam kotak dengan berbagai jenis bahan kotak (a) logam, (b) kaca (c) plastik (d) kayu	➤ Tahap ke-4 <i>Problem Based Learning</i> (PBL). ➤ Berupa penyajian dan pengembangan hasil disertai dengan jawaban permasalahan berupa uraian, simulasi dll.																																																
Tahap Pengembangan Hasil																																																	
5 Analisis & Evaluasi Pemecahan Masalah Apa yang dapat kalian jelaskan dari kejadian yang terjadi pada keempat bola tersebut? Keempat bola tersebut menyerap kalor dari air mendidih, kemudian memindahkan kalor tersebut pada parafin sehingga parafin meleleh. Oleh karena setiap benda memiliki kemampuan berbeda untuk melelehkan parafin, setiap bola akan memindahkan kalor dari air ke parafin dengan besar yang berbeda. Kemampuan yang dimiliki setiap benda ini berhubungan dengan kalor jenis benda tersebut. TABEL 2.1. Tabel Kalor jenis berbagai zat <table><tr><th>Zat</th><th>Kal/gC</th><th>J/Kg.K</th><th>Zat</th><th>Kal/gC</th><th>J/Kg.K</th></tr><tr><td>Air</td><td>1,00</td><td>4200</td><td>Aluminium</td><td>0,214</td><td>900</td></tr><tr><td>Air laut</td><td>0,93</td><td>3900</td><td>Kaca</td><td>0,16</td><td>670</td></tr><tr><td>Alkohol</td><td>0,55</td><td>230</td><td>Besi</td><td>0,11</td><td>460</td></tr><tr><td>Minyak tanah</td><td>0,52</td><td>220</td><td>Tembaga</td><td>0,093</td><td>390</td></tr><tr><td>Raksa</td><td>0,033</td><td>140</td><td>Kuningan</td><td>0,090</td><td>380</td></tr><tr><td>Es</td><td>0,595</td><td>2500</td><td>Emas</td><td>0,031</td><td>130</td></tr><tr><td>Perak</td><td>0,066</td><td>230</td><td>Timbal</td><td>0,031</td><td>130</td></tr></table> e-Modul Fisika Suhu & Kalor	Zat	Kal/gC	J/Kg.K	Zat	Kal/gC	J/Kg.K	Air	1,00	4200	Aluminium	0,214	900	Air laut	0,93	3900	Kaca	0,16	670	Alkohol	0,55	230	Besi	0,11	460	Minyak tanah	0,52	220	Tembaga	0,093	390	Raksa	0,033	140	Kuningan	0,090	380	Es	0,595	2500	Emas	0,031	130	Perak	0,066	230	Timbal	0,031	130	➤ Tahap ke-5 <i>Problem Based Learning</i> (PBL). ➤ Berisi hasil memproses data dan pembuktian benar atau tidaknya hipotesis. Jawaban yang dikemukakan di analisis dan dievaluasi
Zat	Kal/gC	J/Kg.K	Zat	Kal/gC	J/Kg.K																																												
Air	1,00	4200	Aluminium	0,214	900																																												
Air laut	0,93	3900	Kaca	0,16	670																																												
Alkohol	0,55	230	Besi	0,11	460																																												
Minyak tanah	0,52	220	Tembaga	0,093	390																																												
Raksa	0,033	140	Kuningan	0,090	380																																												
Es	0,595	2500	Emas	0,031	130																																												
Perak	0,066	230	Timbal	0,031	130																																												
Tahap Analisis dan Evaluasi Pemecahan Masalah																																																	

3.1. Hasil Penyusunan dan Pengembangan Produk

Deskripsi data hasil penelitian dapat digunakan untuk menganalisis tingkat kualitas e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan. Data didapatkan dari hasil validasi dan proses uji coba di lapangan. E-modul fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan divalidasi oleh ahli materi fisika, ahli media pembelajaran dan ahli

metodologi/pembelajaran. Hasil penilaian tersebut kemudian dijadikan sebagai bahan analisis e-modul yang sedang dikembangkan sehingga menjadi sebuah produk yang layak digunakan.

Hasil dari pengembangan produk yang dilakukan berupa modul fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi suhu dan kalor untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA kelas XI. Modul yang dikembangkan merupakan modul yang berbasis *Problem Based Learning* (PBL), dimana menuntut siswa untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari yang berkaitan dengan konsep fisika.

Berdasarkan hasil validasi dari ahli media, ahli materi dan ahli pembelajaran serta uji coba terhadap ahli pendidik dan siswa dapat dinyatakan bahwa modul yang dikembangkan sudah layak digunakan dalam pembelajaran. Adapun tabel hasil validasinya dan uji coba adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Validasi E-modul oleh Ahli Materi

No.	Aspek yang Diukur	Persentase Capaian	Interpretasi
1.	Kualitas Isi	85.42%	Sangat Baik
2.	Kebahasaan	79.17%	Sangat Baik
3.	Kelengkapan E-modul	80.00%	Sangat Baik
	Rata-rata Seluruh Aspek	81.53%	Sangat Baik

Tabel 3. Hasil Uji Validasi E-modul oleh Ahli Materi

No.	Aspek yang Diukur	Persentase Capaian	Interpretasi
1.	Kesesuaian Isi	75.00%	Baik
2.	Ketepatan E-modul	75.00%	Baik
3.	Kebahasaan	68.75%	Baik
4.	Kemenarikan E-modul	87.50%	Sangat Baik
	Rata-rata Seluruh Aspek	75.78%	Baik

Tabel 4. Hasil Uji Validasi E-modul oleh Ahli Pembelajaran

No	Tahapan yang Diukur	Persentase Capaian	Interpretasi
1.	Mengorganisasi siswa untuk belajar, membantu penyelidikan	95.31%	Sangat Baik
2.	Mengorganisasi siswa untuk belajar	93.75%	Sangat Baik
3.	Membantu penyelidikan	90.63%	Sangat Baik
4.	Mengembangkan dan mempresentasikan hasil	93.75%	Sangat Baik
5.	Mengembangkan dan mempresentasikan hasil	95.83%	Sangat Baik
6.	Kesesuaian dengan Tahapan PBL	96.88%	Sangat Baik
	Rata-rata Aspek Keseluruhan	94.36%	Sangat Baik

Adapun hasil uji coba yang dilakukan terhadap guru dan siswa adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Coba E-modul oleh Ahli Pendidik

No.	Aspek yang Diukur	Persentase Capaian	Interpretasi
1.	Kualitas Isi	85.23%	Sangat Baik
2.	Aspek Bahasa	87.50%	Sangat Baik
3.	Ketepatan Isi	85.00%	Sangat Baik
4.	Aspek Tampilan	87.50%	Sangat Baik
	Rata-rata Seluruh Aspek	86.31%	Sangat Baik

Tabel 6. Hasil Uji Coba E-modul oleh Siswa

No.	Aspek yang Diukur	Persentase Capaian	Interpretasi
1.	Isi E-modul	86.61%	Sangat Baik
2.	Teknik Penyajian	84.07%	Sangat Baik
3.	Kelengkapan E-modul	87.42%	Sangat Baik
4.	Kebahasaan	64.92%	Baik
	Rata-rata Seluruh Aspek	80.76%	Sangat Baik

Dari grafik hasil uji lapangan oleh siswa SMA diperoleh rata-rata persentase capaian keseluruhan 80.78%. berdasarkan interpretasi skala likert, angka tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan dapat diterima dengan sangat baik oleh siswa untuk dijadikan bahan belajar mandiri.

3.2. Uji efektifitas E-modul Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL)

Pengujian efektifitas bahan ajar dilakukan dengan metode eksperimen. Uji keefektifan bertujuan untuk melihat apakah bahan ajar berupa e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan layak digunakan sebagai sumber belajar mandiri bagi siswa untuk meningkatkan proses keterampilan sains. Pelaksanaan uji efektifitas dilakukan pada siswa SMA kelas XI, yang masing-masing dibagi menjadi kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

Kelompok perlakuan adalah siswa yang belajar dengan menggunakan bahan ajar berupa e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL), dan kelompok kontrol yang tidak menggunakan bahan ajar berupa e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL).

Berdasarkan hasil uji efektifitas menunjukkan bahwa post tes dan gain score pada kelompok siswa yang belajar menggunakan bahan ajar berupa e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL) lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok siswa yang tidak bahan ajar berupa e-modul fisika berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Dilakukan analisis statistik, untuk melihat perbedaan antara kedua kelompok tersebut.

Analisis statistik yang digunakan untuk melihat perbedaan hasil pre tes dan post tes pada kedua kelompok menggunakan t-test. Sebagai prasyarat t-test setiap data yang diperoleh dilakukan uji normalitas dan homogenitas. Hasil analisis statistik diuraikan sebagai berikut:

3.2.1. Pengujian Prasyarat

Pengujian normalitas terhadap data skor pre tes, post tes dan gain skor dilakukan dengan menggunakan uji kolmogorov smirnov pada program excel. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai Sig > 0,05 maka H_0 diterima yang bermakna bahwa skor pre tes, post tes dan gain skor dari seluruh sampel tersebut berdistribusi normal. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 7. Hasil Analisis Uji Normalitas Pada Kelompok Perlakuan dan Kontrol Pada Data Skor
Jawaban Keterampilan Proses Sains

Kelompok Uji	n	Statistik Uji	Hasil Uji
		Sig	
Skor post tes perlakuan	30	0,101	Normal
Skor post tes kontrol	30	0,188	Normal
Gain skor perlakuan	30	0,144	Normal
Gain skor kontrol	30	0,053	normal

3.2.2. Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas varians dilakukan terhadap varians dari keempat kelompok skor yang telah diklasifikasikan. Uji yang digunakan dalam uji homogenitas adalah uji F. Berdasarkan perhitungan

pada Lampiran 4 secara ringkas hasil pengujian homogenitas varians untuk keterampilan proses sains pada materi suhu dan kalor nilai Fhitung sebesar 0,867, sedangkan nilai Ftabel sebesar 1,860 atau $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu , maka H_0 diterima. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok tersebut memiliki variansi yang sama.

3.2.3. Uji Beda (t-tes)

Hasil analisis uji beda (t-tes) dilakukan untuk membedakan rata-rata variabel dua kelompok. Uji hipotesis perbedaan parameter antara dua kelompok dapat digunakan statistik uji t. Uji beda (t-tes) independen dilakukan sebanyak empat kali dan didapatkan hasil analisis sebagai berikut:

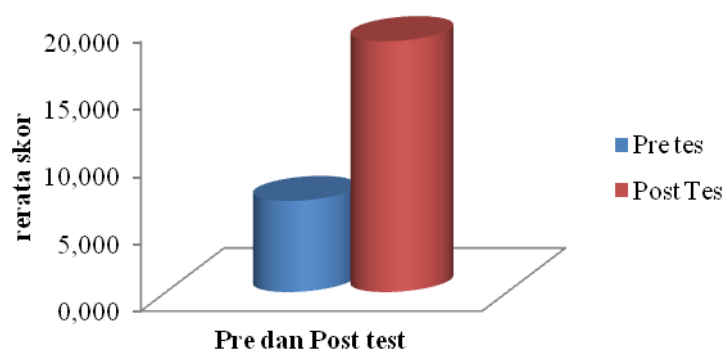
3.2.3.1. Uji t Pada Skor Pre Test dan Post Test Kelompok Perlakuan Keterampilan Proses Sains Siswa

Uji t pre tes dan post tes bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan skor. Adapun hasil uji t terhadap skor pre tes dan post tes kelompok perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.25 berikut

Tabel 8. Hasil Analisis Uji beda Pre Tes dan Post Tes Pada Kelompok Perlakuan Keterampilan Proses Sains Siswa

Kelompok Uji	Rerata	Statistik Uji			Keterangan
		Dk	thitung	ttabel	
Pre Tes Perlakuan	6,767	58	15,807	2,002	berbeda
Post Tes Perlakuan	18,633				

Berdasarkan Tabel di atas rata-rata skor pre tes kelompok perlakuan sebesar 6,767 dan rata-rata skor post tes kelompok perlakuan sebesar 18,633. Rerata skor pre test dan post tes kelompok perlakuan dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 2. Rerata Skor Pre Tes dan Post Tes Kelompok Perlakuan

Hasil analisis uji t pada skor pre tes dan post tes kelompok perlakuan diperoleh $t_{hitung} = 15,807 > t_{tabel} = 2,002$ pada $\alpha = 0,05$. Dengan demikian tolak H_0 yang berarti terdapat perbedaan skor pre tes dan post tes keterampilan proses sains siswa pada kelompok perlakuan. Artinya keterampilan proses sains siswa pada skor pre tes dan post tes menunjukkan perbedaan yang nyata, terdapat peningkatan secara signifikan pada skor keterampilan proses sains kelompok perlakuan.

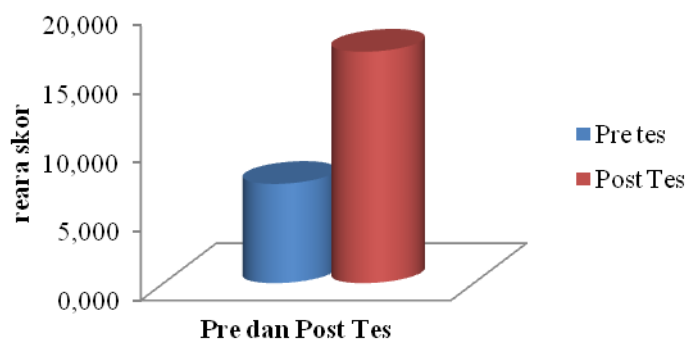
3.2.3.2. Uji t Pada Skor Pre Tes dan Post Test Kelompok Kontrol Keterampilan Proses Sains Siswa

Uji t pre tes dan post tes kelompok kontrol bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya peningkatan skor. Adapun hasil uji t terhadap skor pre test dan post tes kelompok kontrol dapat dilihat Tabel berikut:

Tabel 9. Hasil Analisis Uji Beda Post Tes Pada Kelompok Perlakuan dan Kontrol Keterampilan Proses Sains Siswa

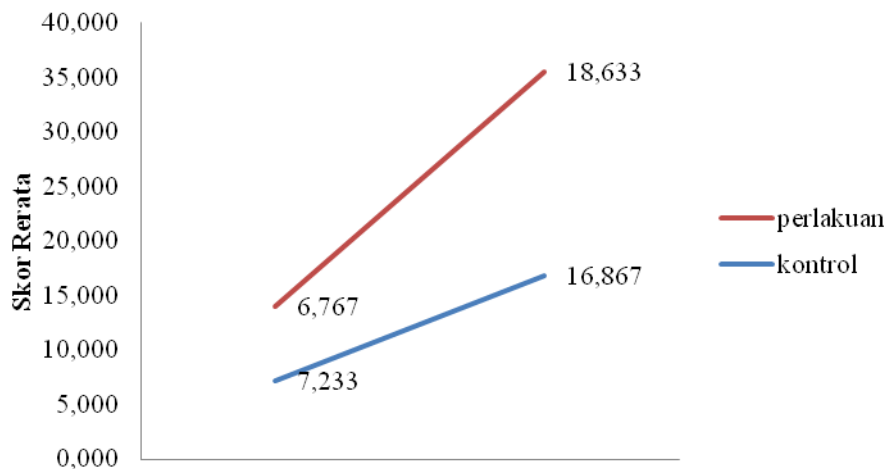
Kelompok Uji	Rerata	Statistik Uji			Keterangan
		Dk	thitung	ttabel	
Pre Tes Kontrol	7,233	58	58,314	2,002	berbeda
Post Tes Kontrol	16,867				

Berdasarkan tabel di atas rata-rata skor pre tes kelompok kontrol sebesar 7,233 dan rata-rata skor post tes kelompok perlakuan sebesar 16,867. Rerata skor pre test dan post tes kelompok perlakuan dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 3. Rerata Skor Pre Tes dan Post Tes Kelompok Kontrol

Hasil analisis uji t pada skor pre tes dan post tes kelompok kontrol diperoleh $t_{hitung} = 58,314 > t_{tabel} = 2,002$ pada $\alpha = 0,05$. Dengan demikian tolak H_0 yang berarti terdapat perbedaan skor pre tes dan post tes keterampilan proses sains siswa pada kelompok kontrol. Artinya keterampilan proses sains siswa pada skor pre tes dan post tes menunjukkan perbedaan yang nyata, terdapat peningkatan secara signifikan pada skor keterampilan proses sains kelompok kontrol. Secara rinci grafik skor rerata pre tes-post tes kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 4. Skor pre tes-post tes kelompok perlakuan dan kelompok kontrol pada uji efektivitas keterampilan proses sains siswa

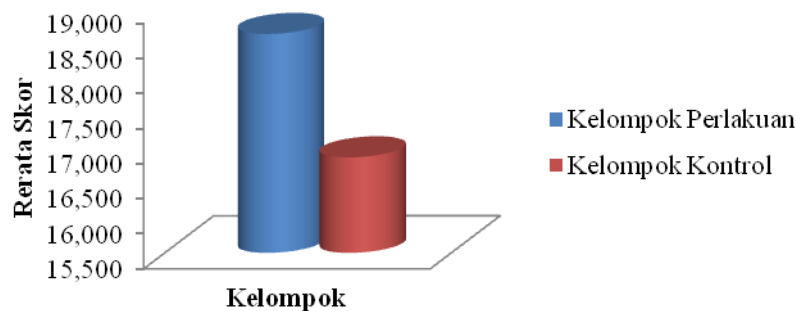
3.2.3.3. Uji t Skor Post Test Kelompok Perlakuan dan Kelompok Kontrol Keterampilan Proses Sains Siswa

Analisis uji t terhadap skor post tes kelompok perlakuan dan kelompok kontrol bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan nilai post test pada kelompok perlakuan dan kontrol. Hasil uji t terhadap skor post tes dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 10. Hasil Analisis Uji Beda Post Tes Pada Kelompok Perlakuan dan Kontrol Keterampilan Proses Siswa

Kelompok Uji	Rerata	Statistik Uji			Keterangan
		Dk	thitung	ttabel	
Post Tes Perlakuan	18,663	58	2,879	2,002	berbeda
Post Tes Kontrol	16,867				

Berdasarkan Tabel rata-rata skor post tes kelompok perlakuan sebesar 18,663 dan rata-rata skor post tes kelompok kontrol sebesar 16,867. Rerata skor post tes kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 5. Rerata Skor Post tes Kelompok Perlakuan dan Kelompok Kontrol

Hasil analisis uji t pada skor post tes kelompok perlakuan dan kelompok kontrol diperoleh $t_{hitung} = 2,879 > t_{tabel} = 2,002$ pada $\alpha = 0,05$. Dengan demikian tolak H_0 yang berarti terdapat perbedaan skor post tes keterampilan proses sains siswa pada kelompok perlakuan yang diberikan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan kelompok kontrol yang tidak diberikan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Artinya keterampilan proses sains siswa pada kelompok yang menggunakan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dan tidak menggunakannya menunjukkan perbedaan yang nyata.

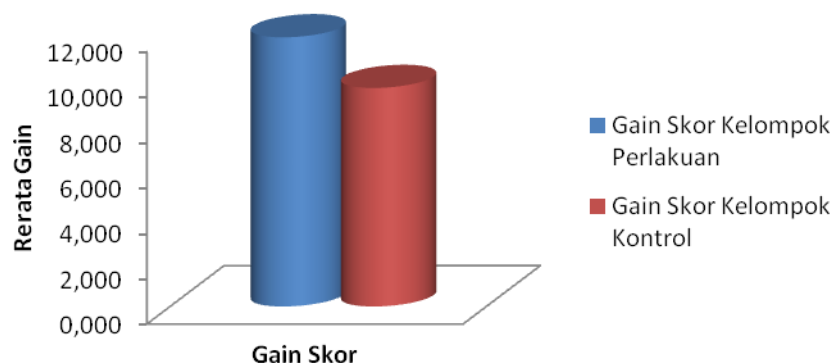
3.2.3.4. Uji t Pada Gain Skor Kelompok Perlakuan dan Kelompok Kontrol Keterampilan Proses Sains Siswa

Uji t gain skor kelompok perlakuan dan kelompok kontrol bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan selisih posttes-pretes yang signifikan antara kedua kelompok tersebut. Adapun hasil uji t gain skor kelompok perlakuan dan kontrol dilihat pada Tabel

Tabel 11. Hasil Analisis Uji Beda Gain Skor Kelompok Perlakuan dan Kontrol Keterampilan Proses Sains Siswa

Kelompok Uji	Rerata	Statistik Uji			Keterangan
		Dk	thitung	ttabel	
Gain Skor Perlakuan	11,867	58	2,576	2,002	berbeda
Gain Skor Kontrol	9,633				

Berdasarkan Tabel 11. rata-rata gain skor post kelompok perlakuan sebesar 11,867 dan rata-rata gain skor post tes kelompok kontrol sebesar 9,633. Rerata gain skor kelompok perlakuan lebih tinggi daripada rerata gain skor kelompok kontrol. Rerata gain skor kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut:



Gambar 6. Gain Skor Keterampilan Proses Sains Siswa

Berdasarkan hasil analisis uji t pada gain skor kelompok perlakuan dan kelompok kontrol diperoleh $t_{hitung} = 2,576 > t_{tabel} = 2,002$ pada $\alpha = 0,05$. Dengan demikian tolak H_0 yang berarti terdapat perbedaan gain skor keterampilan proses sains siswa antara kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol, artinya pada

kelompok siswa yang menggunakan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak menggunakan e-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. E-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada pokok bahasan suhu dan kalor layak digunakan sebagai bahan belajar mandiri untuk siswa SMA kelas XI. Hal ini didasarkan atas uji kelayakan yang telah dilakukan oleh ahli materi, media, pembelajaran dan guru fisika.
- b. E-modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada pokok bahasan suhu dan kalor efektif untuk mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Hal ini didasarkan atas uji hipotesis yang menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains siswa.

5. Bibliografi

- [1] Abidin, Y. (2014). *Desain Sistem Pembelajaran dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- [2] Amir, M. T. (2009). *Inovasi Guruan Melalui Problem Based Learning*. Jakarta: PT. Adhitya Andrebina Agung.
- [3] Amri, S. (2013). *Pengembangan dan Model Pembelajaran dalam Kurikulum 2013*. Jakarta: PT. Prestasi Pustakaraya.
- [4] Arikunto, S. (2007). *Prosedur Penelitian: suatu pendekatan praktik* (Edisiketiga). Jakarta: Rineka Cipta.
- [5] Arsyad, A. (2014). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- [6] Fathutrohman, M. (2015). *Model-model Pembelajaran Inovatif*. Jogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- [7] Fraenkel, J. R. *How to Design and Evaluate Research in Education*. Bandung: Elvira CV.
- [8] Hake, R. R. (1997). *Analyzing Change/Gain Scores*. Dept. of Physics, Indiana University , 1-4.
- [9] Hamalik, O. (2004). *Proses Belajar Mengajar*, Jakarta: Sinar Grafika Offset.
- [10] Hamzah B. Uno, N. M. (2011). *Belajar dengan Pendekatan PAILKEM*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [11] HM. Musfiqon. (2012). *Pengembangan Media dan Sumber Pembelajaran*. Jakarta: PT. Prestasi Pustakarya.
- [12] Indrawati. (2000). *Ketrampilan Proses Sains: Tinjauan Kritis dari Teori ke Praktis*. Bandung : P3GIPA.
- [13] Mulyatiningsih, E. (2016). *Pengembangan Model Pembelajaran*. Yogyakarta: UNY.
- [14] Munaf, S. (2001). *Evaluasi Pendidikan Fisika*. Malang: Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI.
- [15] Ngelimun. (2016). *Strategi dan Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.
- [16] Nugroho, I. A. (2016). *Pendekatan Ilmiah Dalam Pembelajaran Lintas Kurikulum Di Sekolah Dasar*. E-book University.
- [17] Priyadi, B. A. (2009). *Model Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Dian Rakyat.
- [18] Richard I Arends, (1989) *Learning to teach*. Singapore: Mc Graw Hill.
- [19] Rusmono. (2012). *Strategi Pembelajaran dengan Problem Based Learning itu Perlu*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [20] Rustaman, N .Y (1995). *Pengembangan Butir Soal Keterampilan Proses*, makalah disusun untuk keperluan terbatas di lingkungan IKIP Bandung.

- [21] Sani, R. A. (2015). *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [22] Semiawan, C. (1986). *Pendekatan Keterampilan Proses*. Jakarta: PT. Gramedia.
- [23] Sugiyono. (2011). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- [24] Suryana, D. (2012). *Mengenal Teknologi*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [25] Widodo, C. S. (2008). *Panduan Menyusun Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Gramedia.