BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Hakikat Ilmu Fisika

Istilah "sains" berasal dari bahasa latin yang mempunyai definisi "mengetahui", dalam hal ini sains tidak sebatas diartikan pengetahuan akan tetapi lebih ditekankan pada pengetahuan tentang suatu dunia alamiah. Sains diatur melalui suatu cara atau metode yang sistematis dan alamiah (P.A. Tipler, 1998: 1). Lebih lanjut, sains berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sains bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja, tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Salah satu cabang dari ilmu sains adalah ilmu fisika.

Kata "fisika" berasal dari bahasa Yunani yang mempunyai definisi "alam". Lebih lanjut fisika merupakan salah satu dasar ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala alam secara keseluruhan. Dalam perkembangannya ilmu fisika juga dikatakan sebagai suatu ilmu eksperimental, oleh sebab itu melalui pendekatan eksperimental berbagai prinsip-prinsip fisika dapat diaplikasikan pada persoalan praktis. Fisika menyatakan berbagai hubungan antara lain hubungan antara materi dan energi, hukum-hukum yang mengatur gerakan partikel dan gelombang, interaksi antar partikel, sifat-sifat molekul, atom dan

inti atom, dan sistem-sistem berskala lebih besar seperti zat padat, zat cair, dan gas (P.A. Tipler, 1998: 1).

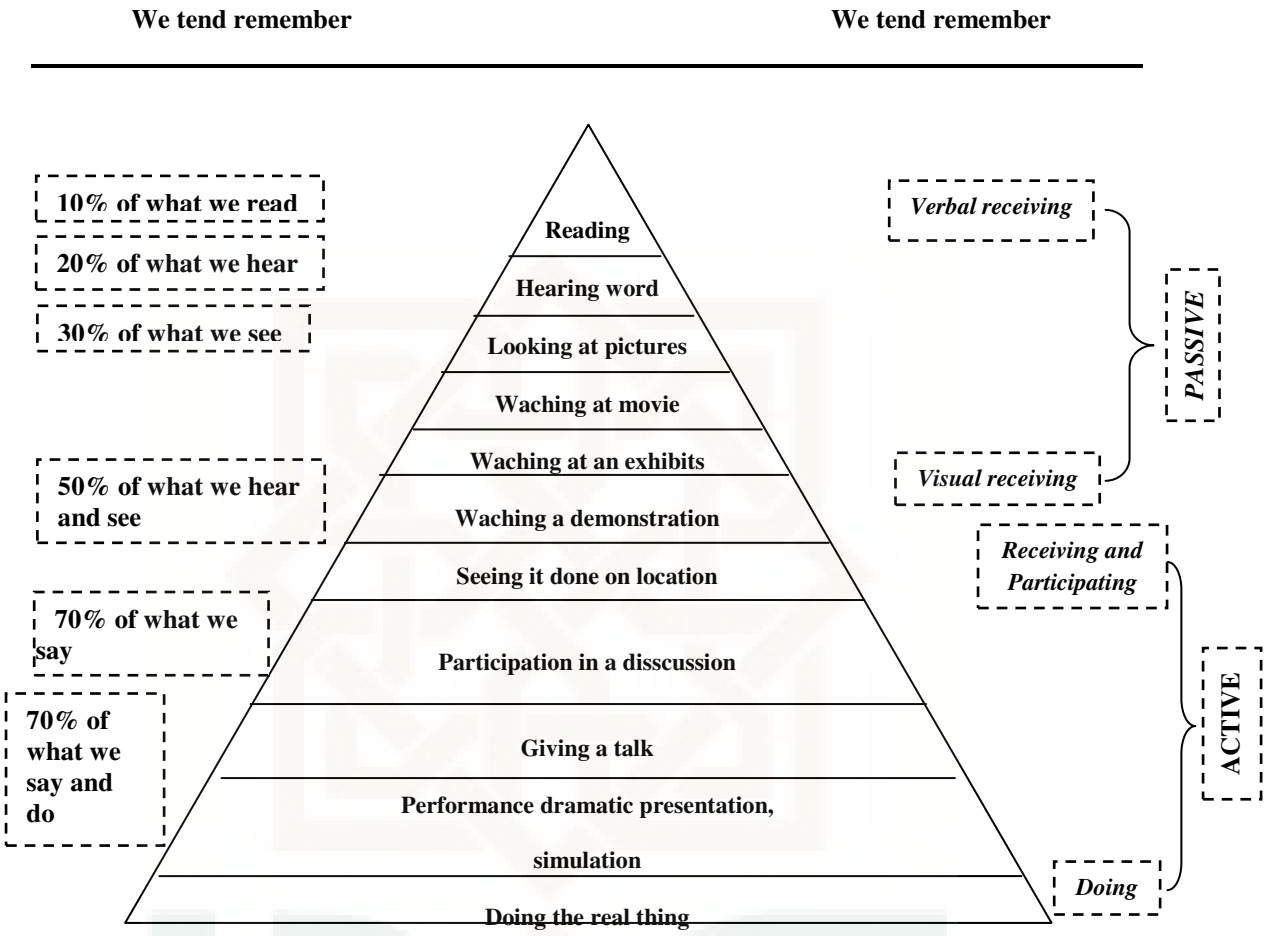
Secara garis besar ilmu fisika dapat dipahami sebagai suatu ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan berbagai gejala alam beserta hubungan interaksi antar berbagai materi secara keseluruhan yang dapat dibuktikan dengan fakta empiris secara ilmiah. Melalui eksperimental konsep-konsep fisika dapat diperkuat dan dipertanggungjawabkan dari segi ilmiahnya. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, perkembangan ilmu fisika menjadi dasar dan pondasi awal dari kemajuan perkembangan teknologi masa depan.

2. Media Pembelajaran

a. Pentingnya Mengembangkan Media Pembelajaran

Dahulu ketika teknologi khususnya teknologi informasi masih belum berkembang seperti sekarang ini, ketika ilmu pengetahuan masih belum sepesat sekarang ini, proses pembelajaran biasanya berlangsung pada tempat dan waktu tertentu. Proses pembelajaran adalah proses komunikasi antara peserta didik dengan pendidik melalui bahasa verbal sebagai media utama penyampaian materi. Proses pembelajaran sangat tergantung pada pendidik sebagai sumber belajar utama. Dalam kondisi semacam ini, akan ada proses pembelajaran manakala ada pendidik, tanpa kehadiran pendidik di dalam kelas sebagai sumber belajar tidak mungkin ada proses pembelajaran (Prof. Dr. H. Wina Sanjaya, M.Pd. 2008: 197-198).

Untuk memahami peranan media dalam proses mendapatkan pengalaman belajar bagi peserta didik, Edgar Dale melukiskannya dalam sebuah kerucut yang kemudian dinamakan kerucut pengalaman (*cone of experience*) seperti pada gambar 2.1 (Prof. Dr. H. Wina Sanjaya, M.Pd. 2008: 199). Kerucut pengalaman Edgar Dale pada saat ini dianut secara luas untuk menentukan alat bantu atau media apa yang sesuai agar peserta didik memperoleh pengalaman belajar secara mudah. Kerucut pengalaman yang dikemukakan oleh Edgar Dale memberikan gambaran bahwa pengalaman belajar yang diperoleh peserta didik dapat melalui proses perbuatan atau mengalami sendiri apa yang dipelajari, proses mengamati dan mendengarkan melalui media tertentu dan proses mendengarkan melalui bahasa. Semakin kongkret peserta didik mempelajari bahan pengajaran contohnya melalui pengalaman langsung, maka semakin banyaklah pengalaman yang diperoleh peserta didik. Sebaliknya semakin abstrak peserta didik memperoleh pengalaman contohnya hanya mengandalkan bahasa verbal, maka semakin sedikit pengalaman yang akan peserta didik.



Gambar 2.1 Kerucut Pengalaman dari Edgar Dale (Prof. Dr. H. Wina Sanjaya, M.Pd. 2008: 200)

Uraian setiap pengalaman belajar seperti yang digambarkan dalam kerucut pengalaman tersebut dijelaskan dibawah ini.

1) Pengalaman langsung merupakan pengalaman yang diperoleh peserta didik sebagai hasil dari aktivitas sendiri. Karena pengalaman langsung inilah, maka ada kecenderungan hasil yang diperoleh peserta didik menjadi kongret sehingga akan memiliki ketepatan tinggi.

2) Pengalaman tiruan adalah pengalaman yang diperoleh melalui benda atau kejadian yang dimanipulasi agar mendekati keadaan yang sebenarnya. Pengalaman tiruan bukan menjadi pengalaman langsung karena objek yang dipelajari bukan asli atau sesungguhnya melainkan benda tiruan yang menyerupai benda aslinya.
3) Pengalaman melalui drama adalah pengalaman yang diperoleh dari kondisi dan situasi yang diciptakan melalui drama (peragaan) dengan menggunakan skenario yang sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai.
4) Pengalaman melalui demonstrasi adalah teknik penyampaian informasi melalui peragaan.
5) Pengalaman wisata adalah pengalaman yang diperoleh melalui kunjungan ke suatu objek yang ingin dipelajari.
6) Pengalaman melalui pameran adalah usaha untuk menunjukkan hasil karya.
7) Pengalaman melalui televisi merupakan pengalaman secara tidak langsung.
8) Pengalaman melalui gambar hidup dan film.
9) Pengalaman melalui radio, *tape recorder* dan gambar lebih abstrak dibandingkan dengan pengalaman melalui gambar hidup.
10) Pengalaman melalui lambang-lambang visual seperti grafik, gambar, dan bagan.

11) Pengalaman melalui verbal merupakan pengalaman yang lebih abstrak.

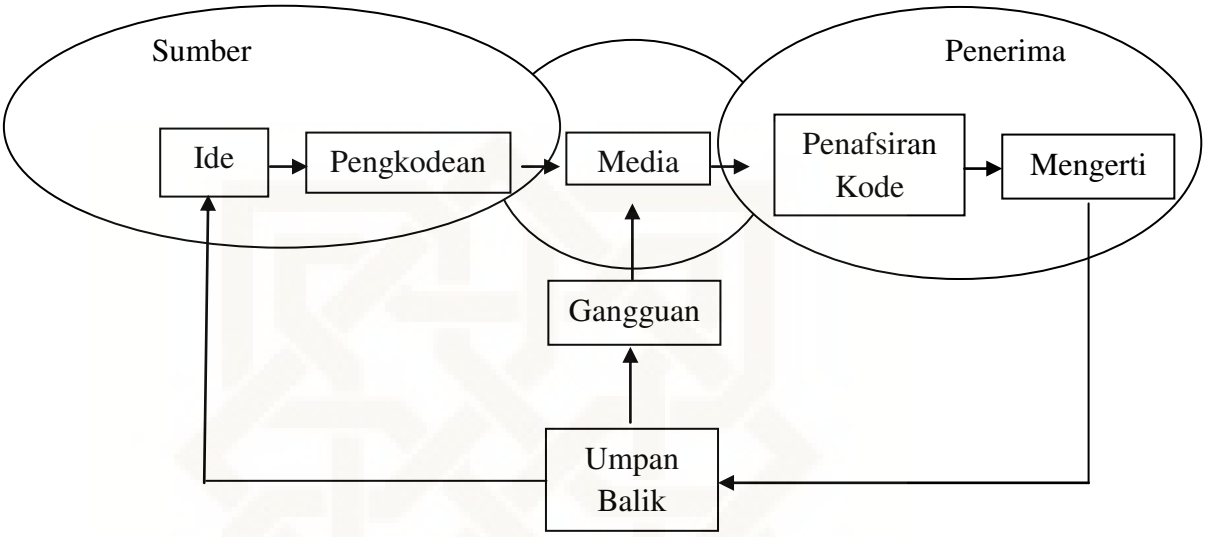
b. Definisi Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa Latin dan merupakan bentuk jamak dari *medium* yang secara harfiah dapat diartikan sebagai perantara atau pengantar (Prof. Dr. H. Wina Sanjaya, M.Pd. 2008: 204). Berdasarkan definisi tersebut, dapat dikatakan bahwa proses pembelajaran merupakan proses komunikasi. Proses pembelajaran mengandung lima komponen komunikasi yaitu: pendidik, bahan pembelajaran, media pembelajaran, peserta didik, dan tujuan pembelajaran. Jadi media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan, sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran dan perasaan peserta didik dalam kegiatan belajar-mengajar untuk mencapai tujuan pembelajaran.

c. Posisi Media Pembelajaran

Oleh karena proses pembelajaran merupakan proses komunikasi dan berlangsung dalam suatu sistem, maka media pembelajaran menempati posisi yang cukup penting sebagai salah satu komponen sistem pembelajaran. Tanpa media, komunikasi tidak akan terjadi dan proses pembelajaran sebagai proses komunikasi juga tidak akan bisa berlangsung secara optimal. Media pembelajaran adalah komponen

integral dari sistem pembelajaran. Posisi media pembelajaran sebagai komponen komunikasi ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Posisi Media Pembelajaran

d. Penggunaan Media Dalam Pembelajaran

Bila dicermati pembelajaran di sekolah-sekolah saat ini, pada umumnya dikelola secara klasikal yang artinya semua peserta didik diperlakukan sama oleh pendidik. Pembelajaran klasikal merupakan pembelajaran yang paling disukai oleh pendidik karena paling mudah dilaksanakan. Pada pembelajaran klasikal umumnya komunikasi searah dari pendidik ke peserta didik, tetapi hampir tidak sebaliknya. Untuk meminimalkan dominasi dari pendidik, maka perlu direncanakan media untuk kelompok atau individual. Dengan demikian akan banyak membantu tugas pendidik dalam kegiatan belajar mengajar.

e. Fungsi dan Manfaat Penggunaan Media Pembelajaran

Perolehan pengetahuan peserta didik seperti digambarkan Edgar Dale menunjukkan bahwa pengetahuan akan semakin abstrak apabila hanya disampaikan melalui bahasa verbal. Hal ini memungkinkan terjadinya verbalisme, artinya peserta didik hanya mengetahui tentang kata tanpa memahami dan mengerti makna yang terkandung dalam kata tersebut. Hal semacam ini dapat menimbulkan kesalahan persepsi peserta didik. Oleh sebab itu, sebaiknya diusahakan agar pengalaman peserta didik menjadi lebih konkret, pesan yang ingin disampaikan benar-benar dapat mencapai sasaran dan tujuan yang ingin dicapai, dilakukan melalui kegiatan yang dapat mendekatkan peserta didik dengan kondisi yang sebenarnya (Prof. Dr. H. Wina Sanjaya, M.Pd. 2008: 207).

Memperhatikan penjelasan di atas, maka secara khusus media pembelajaran memiliki fungsi dan berperan sebagai berikut (Prof. Dr. H. Wina Sanjaya, M.Pd. 2008: 207):

1) Menangkap suatu objek atau peristiwa-peristiwa tertentu.

Peristiwa-peristiwa penting atau objek yang langka dapat diabadikan dengan foto, film atau direkam melalui video atau audio, kemudian peristiwa itu dapat disimpan dan dapat digunakan manakala diperlukan.

2) Memanipulasi keadaan, peristiwa, atau objek kajian tertentu

Melalui media pembelajaran, pendidik dapat menyajikan bahan pelajaran yang bersifat abstrak menjadi konkret sehingga mudah dipahami dan dapat menghilangkan verbalisme.

3) Menambah gairah dan motivasi belajar peserta didik

Penggunaan media dapat menambah motivasi belajar peserta didik sehingga perhatian peserta didik terhadap materi pembelajaran dapat meningkat.

4) Media pembelajaran memiliki nilai praktis sebagai berikut:

a) Media dapat mengatasi keterbatasan pengalaman yang dimiliki peserta didik.
b) Media dapat mengatasi batasan ruang kelas.
c) Media dapat memungkinkan terjadinya interaksi langsung antara peserta didik dengan lingkungan.
d) Media dapat menghasilkan keseragaman pengamatan.
e) Media dapat menanamkan konsep dasar yang benar, nyata dan tepat.
f) Media dapat membangkitkan motivasi dan merangsang peserta didik untuk belajar dengan baik.
g) Media dapat membangkitkan keinginan dan minat baru.
h) Media dapat mengontrol kecepatan belajar peserta didik.

i) Media dapat memberikan pengalaman yang menyeluruh dari hal-hal yang konkret sampai abstrak.

f. Landasan Penggunaan Media Pembelajaran

Ada beberapa landasan yang menjadi dasar penggunaan penggunaan media pembelajaran. Antara lain landasan filosofis, psikologis, teknologis, dan empiris. Definisi dari landasan tersebut adalah sebagai berikut:

1) Landasan Filosofis

Dengan menggunakan berbagai media dalam pembelajaran maka peserta didik akan mempunyai banyak pilihan dan bisa memilih media yang cocok dengan gaya belajarnya. Sehingga peserta didik akan mendapatkan rasa kemanusiaanya karena telah dihargainya hak kebebasan untuk menentukan pilihan, baik cara maupun media pembelajaran yang sesuai dengan peserta didik tersebut. Untuk itu, jika pendidik mengajar dengan menggunakan media pembelajaran dan pendidik menganggap peserta didik sebagai manusia yang mempunyai kepribadian, harga diri, motivasi, dan memiliki kemampuan pribadi yang berbeda dengan peserta didik lain. Maka pembelajaran yang terjadi adalah pembelajaran yang menggunakan pendekatan humanis.

2) Landasan Psikologis

Dengan memperhatikan proses pembelajaran, maka ketepatan pemilihan media pembelajaran dan metode pembelajaran akan berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Disamping itu, persepsi peserta didik juga mempengaruhi hasil belajar, oleh sebab itu dalam pemilihan media pembelajaran disamping memperhatikan kompleksitas dan keunikan proses pembelajaran, memahami makna, persepsi serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penjelasan persepsi hendaknya diupayakan optimal agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara efektif. Oleh sebab itu perlu dilakukan beberapa hal:

a) Diadakan pemilihan media yang tepat sehingga dapat menarik perhatian peserta didik serta dapat memberikan kejelasan obyek yang diamati.
b) Bahan pembelajaran yang digunakan disesuaikan dengan pengalaman belajar peserta didik.

3) Landasan Teknologis

Teknologi pembelajaran adalah teori dan praktek perancangan, pengembangan, penerapan, pengelolaan, dan penilaian proses serta sumber belajar. Sehingga teknologi pembelajaran merupakan proses kompleks dan terpadu yang melibatkan orang, prosedur, ide, peralatan, dan organisasi untuk menganalisis masalah,

mencari cara pemecahan, melaksanakan, mengevaluasi, dan mengelola pemecahan masalah-masalah dalam proses belajar-mengajar sehingga dapat mengontrol dan menjadikan tujuan pembelajaran menjadi terarah.

4) Landasan Empiris

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara penggunaan media pembelajaran dengan karakteristik belajar peserta didik dalam menentukan hasil belajar peserta didik tersebut. Sehingga peserta didik akan dapat meningkatkan hasil belajarnya jika menggunakan media pembelajaran yang tepat untuknya. Peserta didik yang mempunyai gaya belajar visual akan lebih memahami suatu materi dengan menggunakan media yang mengoptimalkan indera penglihatan misalnya menonton video, gambar, diagram, atau film. Sedangkan peserta didik yang bertipe auditif akan lebih memahami materi pembelajaran dengan menggunakan media yang mengoptimalkan indera pendengaran, misalnya radio, rekaman maupun ceramah dari pendidik yang mengajarnya.

Tetapi akan lebih membantu lagi jika media yang digunakan untuk peserta didik berbasis audio-visual. Berdasarkan landasan empiris tersebut, maka pemilihan media pembelajaran hendaknya bukan atas dasar kesenangan pendidik, tetapi juga harus mempertimbangkan karakteristik peserta didik.

3. Alat Praktikum

a. Pengertian Alat Praktikum

Alat dapat diartikan sebagai sarana yang dapat dipakai untuk mengerjakan sesuatu (Purwadi, 2006: 29). Sedangkan menurut KBBI (1995: 28) alat adalah benda yang dipakai untuk mengerjakan sesuatu/perkakas/perabotan. Dalam KBBI (1995: 680) dikatakan bahwa praktikum adalah bagian dari pengajaran, yang bertujuan agar peserta didik mendapat kesempatan untuk menguji dan melaksanakan dalam keadaan nyata apa yang diperoleh dalam teori/pelajaran praktek. Sehingga alat praktikum dapat diartikan sebagai alat yang menjadi sarana bagi peserta didik untuk menguji konsep yang telah didapatkan di dalam kelas.

b. Fungsi Alat Praktikum

Fungsi utama dari alat praktikum adalah untuk menurunkan keabstrakan dari konsep dan menguji konsep yang didapatkan di dalam laboratorium, hal ini bertujuan agar peserta didik mampu menangkap arti sebenarnya dari konsep tersebut. Dengan melihat, meraba dan memanipulasi obyek/alat praktikum maka peserta didik mempunyai pengalaman-pengalaman nyata dalam kehidupan tentang arti dari konsep yang didapatkan. Berikut ini diberikan contoh alat praktikum:

1) Kit Mekanika yang digunakan untuk praktikum materi kinematika, hukum-hukum Newton, dan dinamika rotasi.
2) Kit Optika yang digunakan untuk praktikum materi optika.

3) Jangka sorong, mikrometer skrup, dan mistar digunakan untuk mengukur besaran panjang didalam ilmu fisika.

4. Termodinamika

a. Hukum ke – 0 Termodinamika

Termodinamika adalah ilmu yang mempelajari suhu dan perpindahan kalor serta akibat-akibatnya. Pemahaman tentang termodinamika tidak terlepas dari suatu pernyataan bahwa terdapat sebuah kualitas skalar yang dinamakan suhu. Untuk memahami konsep suhu, kita perlu mendefinisikan dua istilah yang sering digunakan yaitu kontak termal dan keseimbangan termal. Kontak termal terjadi apabila ada dua atau lebih benda yang saling berinteraksi dengan cara saling bertukar energi diantara benda-benda tersebut yang diakibatkan oleh perbedaan suhu (Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr. 2010: 4).

Keseimbangan termal adalah situasi dari dua benda atau lebih tidak saling bertukar energi melalui pertukaran kalor atau berupa radiasi gelombang elektromagnetik jika benda-benda tersebut berada dalam kontak termal. Coba dibayangkan dua benda A dan B yang tidak berada dalam kontak termal dan benda C yang merupakan termometer. Untuk menentukan apakah benda A dan B berada dalam keseimbangan termal, maka suhu yang terukur oleh termometer tersebut saat mengukur benda A tetap konstan dan dicatat hasilnya. Termometer tersebut kemudian

diletakkan secara kontak termal dengan benda B, suhu yang dibaca saat suhunya konstan dicatat setelah keseimbangan termal tercapai.

Jika kedua hasil pembacaan termometer tersebut sama, maka benda A dan benda B berada dalam keseimbangan termal satu sama lain. Ketika kedua benda tersebut diletakkan secara kontak termal satu sama lain, maka tidak ada pertukaran energi antara benda-benda tersebut. Sehingga kesamaan suhu merupakan syarat adanya kesetimbangan termal. Pernyataan ini dikenal sebagai hukum ke-0 termodinamika.

Mempelajari termodinamika berarti melakukan kajian terhadap hukum-hukum perubahan energi, yaitu perubahan dari bentuk energi yang satu menjadi bentuk energi yang lain. Hal ini berkaitan juga dengan adanya energi yang digunakan untuk melakukan usaha atau kerja serta adanya perpindahan kalor dari benda-benda yang memiliki perbedaan suhu. Perpindahan kalor dikaitkan dengan usaha yang dilakukan oleh atau pada suatu sistem. Sedangkan saat mempelajari termodinamika, maka tidak akan lepas dari kalor dan suhu.

Kalor didefinisikan sebagai tenaga yang mengalir dari sebuah benda ke benda lain karena adanya perbedaan suhu diantara kedua benda, kalor merupakan salah satu bentuk energi yang dapat berpindah. Pada dasarnya kalor berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah secara spontan sampai terjadi kesetimbangan. Beberapa ahli telah berupaya menghubungkan antara kalor dan usaha yang dilakukan. Jika

tenaga kalor ditransmisikan oleh perbedaan suhu, kita dapat menghubungkan antara kalor dan kerja dengan definisi sebagai berikut: Kerja adalah tenaga yang ditransmisikan oleh sebuah sistem ke sistem lain tanpa disertai keterlibatan perbedaan suhu secara langsung (Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr. 2010:39).

Dalam termodinamika juga dikenal istilah sistem dan lingkungan. Sistem adalah setiap obyek atau sekumpulan objek yang ditinjau, sedangkan lingkungan adalah segala sesuatu yang berada diluar obyek yang ditinjau/sistem. Sistem dibagi menjadi tiga, yaitu sistem tertutup, sistem terbuka, dan sistem terisolasi**.** Sistem tertutup adalah sistem yang tidak memungkinkan terjadinya perpindahan massa dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya, tetapi pada sistem ini memungkinkan perpindahan energi. Jika pada sistem tidak disertai transfer energi dan tidak terjadi perpindahan massa antara sistem dan lingkungannya atau sebaliknya, sistem dinamakan sistem terisolasi. Adapun sistem yang didalamnya terjadi transfer massa dan energi antara sistem serta lingkungan atau sebaliknya, maka disebut sistem terbuka.

b. Hukum ke-1 Termodinamika

Ketika kita membahas tentang energi, maka sangat penting mempelajari tentang hukum kekekalan energi. Perubahan energi dalam pada sistem adalah sama dengan jumlah dari semua perpindahan energi yang melewati batas sistem. Hukum pertama Termodinamika adalah salah

satu contoh khusus dari hukum kekekalan energi yang meliputi perubahan energi berupa energi dalam, kalor, dan usaha. Ini adalah hukum yang dapat diterapkan pada banyak proses dan menghubungkan dunia mikroskopis dengan dunia makroskopis.

Ada dua cara energi dapat dipindahkan antara sistem dan lingkungannya. Yang pertama adalah usaha yang dilakukan pada sistem, yang mengharuskan adanya perpindahan secara makroskopis dari titik kerja gayanya. Yang kedua akan ada kalor yang mengalir dan terjadi pada level molekuler, yaitu ketika ada perbedaan suhu melintasi batas sistem. Kedua mekanisme tersebut menghasilkan perubahan energi dalam dari sistem dan karena itu biasanya menghasilkan perubahan yang dapat diukur pada variabel makroskopis dari sistem, seperti tekanan, suhu, dan volume gas.

Untuk lebih memahami tentang hal ini, maka dicontohkan dengan sebuah sistem yang mengalami perubahan dari keadaan awal ke keadaan akhir. Selama perubahan ini, terjadi perpindahan energi berupa kalor Q yang memasuki sistem, dan usaha W dilakukan pada sistem. Sebagai contoh, misalkan sistemnya adalah gas, yang tekanan dan volumenya berubah dari P_i dan V_i menjadi P_f dan V_f. Jika jumlah $Q+W$ diukur untuk berbagai lintasan yang menghubungkan keadaan awal dan keadaan akhir yang seimbang, kita menemukan bahwa jumlahnya sama untuk semua lintasan yang menghubungkan kedua keadaan tersebut.

Kita simpulkan bahwa $Q+W$ ditentukan oleh tahap awal dan akhir dari sistem, kita menyebut besaran ini sebagai perubahan energi dalam pada sistem. Meskipun Q dan W bergantung pada lintasannya, jumlah $Q+W$ tidak bergantung pada lintasan tersebut. Jika kita memakai simbol ΔU untuk merepresentasikan energi dalam maka perubahan energi dalam dirumuskan :

$$\Delta U = Q+W \tag{2.1}$$

Rumus di atas mempunyai satuan yang sama yaitu satuan energi. Rumus di atas dikenal sebagai hukum pertama termodinamika.

Salah satu konsekuensi dari hukum pertama Termodinamika adalah adanya energi dalam yang nilainya ditentukan oleh keadaan sistem. Energi dalam adalah variabel keadaan, seperti tekanan, volume dan suhu. Ketika sistem mengalami perubahan yang teramat kecil dimana sejumlah kecil energi dQ dipindahkan dan usaha dW yang kecil dilakukan pada sistem tersebut, energi dalam berubah dalam jumlah dU_{dalam} yang kecil. Sehingga untuk proses dengan nilai yang sangat kecil, hukum pertama termodinamika dapat dituliskan sebagai berikut :

$$dU_{dalam} = dQ+dW \tag{2.2}$$

Hukum pertama termodinamika adalah sebuah persamaan dari hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa satu-satunya jenis energi yang berubah dalam sistem adalah energi dalam. Besaran usaha dalam

rumus ke-1 termodinamika dapat berasal dari energi listrik, energi potensial, energi kinetik dan bentuk energi lainnya selain energi kalor dan energi dalam. Jika usahanya dalam bentuk energi listrik, maka rumusnya adalah:

$$W = V\,I\,t \tag{2.3}$$

dengan:

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

t = Waktu (Sekon)

Sehingga dapat disimpulkan bahwa energi dalam berkaitan dengan energi dari partikel-partikel penyusun zat dari sistem dan dapat dihubungan dengan besaran-besaran mikroskopis dari sistem, sedangkan energi kalor berkaitan dengan besaran-besaran makroskopis sistem seperti tekanan, volume, dan suhu dari sistem.

c. Hukum ke-2 Termodinamika

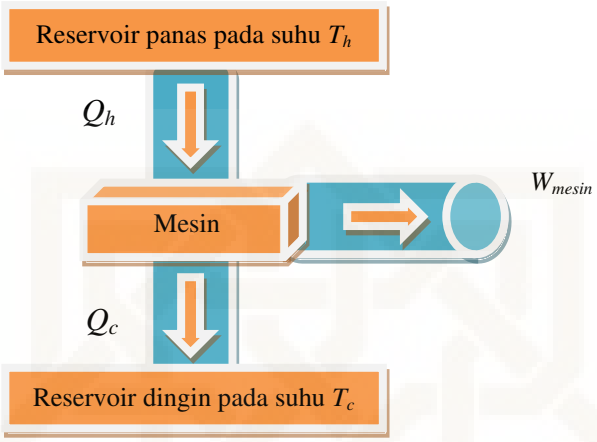
Hukum pertama termodinamika, merupakan pernyataan tentang kekekalan energi. Hukum ini menyatakan bahwa perubahan energi dalam pada sistem disebabkan perpindahan energi berupa kalor, usaha, ataupun keduanya. Hukum ini tidak membedakan antara hasil dari kalor dan usaha, sehingga baik kalor maupun usaha dapat menyebabkan perubahan energi dalam. Meskipun demikian, sebenarnya terdapat perbedaan penting antara kalor dan usaha yang tidak tampak jelas dari hukum pertama

termodinamika. Salah satu wujud perbedaan ini adalah bahwa kita tidak mungkin membuat alat yang bekerja secara siklis, menerima energi kalor dan mengeluarkan sejumlah energi yang sama besar dalam bentuk usaha (Raymond A. Serway dan John W. Jewett, Jr, 2010: 130).

Dibawah ini definisi dari hukum ke-2 termodinamika oleh Rudolf Clusius tentang aliran kalor (Raymond A. Serway dan John W. Jewett, Jr, 2010: 134): **"Tidak mungkin membuat sebuah mesin siklis yang efek tunggalnya adalah memindahkan energi berupa kalor secara terus-menerus dari satu benda ke benda lain yang suhunya lebih tinggi tanpa adanya masukan energi berupa usaha"**. Berikut ini adalah beberapa contoh proses yang diatur oleh hukum kedua termodinamika:

1) Jika dua buah benda yang berbeda suhunya saling bersentuhan, perpindahan energi berupa energi kalor akan selalu dari benda yang lebih panas ke benda yang lebih dingin secara spontan, tidak pernah dari benda yang lebih dingin ke benda yang lebih panas.
2) Sebuah bola karet yang dijatuhkan ke tanah akan memantul beberapa kali dan pada akhirnya berhenti, tetapi sebuah bola yang diam diatas tanah tidak pernah mengumpulkan energi dalam dari tanah dan memantul sendiri.
3) Sebuah bandul yang bergoyang akhirnya berhenti akibat tumbukan dengan molekul udara dan gesekan pada titik tumpunya. Energi mekanik sistem diubah menjadi energi termal pada udara, bandul dan

gantungannya, tetapi perubahan energi kearah sebaliknya tidak pernah terjadi.



Gambar 2.3 Konstruksi mesin kalor

Sebuah mesin kalor membawa suatu zat kerja melalui proses siklis dimana zat kerja menyerap energi berupa kalor dari reservoir bersuhu tinggi, kemudian mesin melakukan usaha, akhirnya energi berupa kalor dikeluarkan menuju reservoir rendah. Sebagai contohnya adalah mesin uap yang menggunakan air sebagai zat kerja. Air didalam ketel menyerap energi dari bahan bakar dan menguap, yang kemudian uap itu melakukan usaha dengan mengembang melawan sebuah piston. Setelah uap mendingin dan mengembun, air yang dihasilkan kembali ke ketel dan siklusnya berulang.

Sedangkan contoh lain adalah sebuah mesin yang menyerap sejumlah energi Q_h dari reservoir panas, mesin melakukan usaha sebesar W_{usaha} (jika usaha bernilai negatif maka usaha dilakukan pada mesin) dan kemudian memberikan sejumlah energi Q_c ke reservoir dingin. Dibawah ini

adalah cara kerja dari sebuah mesin kalor sesuai dengan prinsip yang dikemukakan oleh Kelvin-Plank (Raymond A. Serway dan John W. Jewett, Jr, 2010: 133): **"Kita tidak mungkin menciptakan sebuah mesin kalor yang bekerja secara siklis tidak menghasilkan efek lain selain energi yang masuk berupa kalor dari sebuah reservoir dan kinerja dengan usaha yang besarnya sama"**. Usaha yang dilakukan mesin kalor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$W_{mesin} = Q_h - Q_c \tag{2.4}$$

Dengan:

W_{mesin} = Usaha yang dilakukan oleh mesin (J)

Q_h = Kalor yang keluar dari reservoir suhu tinggi (J)

Q_c = Kalor yang masuk pada reservoir suhu rendah (J)

5. Problem Based Learning

a. Pengertian *Problem Based Learning*

Salah satu parameter keberhasilan studi peserta didik adalah kemampuan menyelesaikan suatu masalah, baik dalam buku referensi maupun dalam menghadapi soal-soal ujian serta dalam kehidupan nyata. Dalam fisika biasanya cenderung menggunakan formulasi yang diambil dari rumus-rumus matematika dalam penyelesaiannya yang membuat fisika terasa sulit dan tidak menarik untuk dipelajari karena peserta didik hanya dilatih untuk menyelesaikan soal-soal untuk persiapan ujian tetapi kurang

melatih keterampilan peserta didik dalam menyelesaikan masalah yang mengoptimalkan fungsi tubuhnya, misalnya melalui praktikum. Salah satu penyebab hal ini dapat terjadi karena tidak semua sekolah mempunyai Lab. IPA dan mempunyai alat praktikum fisika khususnya alat praktikum untuk menjelaskan materi termodinamika, sehingga peserta didik hanya diajarkan konsep-konsep dan cara-cara penyelesaian masalah pada soal-soal yang kurang aplikatif dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu cara untuk mengoptimalkan fungsi tubuh yang dimiliki peserta didik dan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah yang lebih aplikatif adalah dengan menggunakan model pembelajaran berbasis pemecahan masalah menggunakan alat praktikum.

Model pembelajaran berbasis pemecahan masalah disebut juga *Problem Based Learning* yang merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan keterampilan dan pemahaman yang dimiliki. *Problem Based Learning* pertama kali dikembangkan oleh Prof. Howard Barrows sekitar tahun 1970 pada pembelajaran ilmu medis di Mc Master University Canada. Model pembelajaran ini menyajikan suatu permasalahan yang nyata bagi peserta didik sebagai awal pembelajaran kemudian diselesaikan melalui penyelidikan dan diterapkan melalui pendekatan pemecahan masalah.

Beberapa definisi *Problem Based Learning* menurut beberapa ahli:

1) Menurut Duch (1994), *Problem Based Learning* merupakan model instruksional yang menantang peserta didik agar "belajar untuk belajar", bekerja dalam kelompok untuk mencari solusi bagi masalah yang nyata. Masalah ini digunakan untuk digunakan untuk mengaitkan rasa keingintahuan serta kemampuan analisis peserta didik dan inisiatif atas materi pembelajaran. PBL mempersiapkan peserta didik untuk berpikir kritis dan analitis, dan untuk mencari serta menggunakan sumber pembelajaran yang sesuai (M. Taufiq Amir .2009: 21).
2) Menurut Arends (Trianto, 2009), *Problem Based Learning* merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang melibatkan peserta didik pada permasalahan yang *autentik* (nyata) sehingga diharapkan mereka dapat menyusun pengetahuannya sendiri, menumbuh kembangkan keterampilan tingkat tinggi dan inquiri, kemandirian peserta didik dan meningkatkan kepercayaan dirinya.
3) Menurut Glazer (2001), *Problem Based Learning* merupakan strategi pembelajaran yang melibatkan peserta didik agar aktif menyelesaikan permasalahan yang kompleks pada situasi yang nyata.

Dari beberapa uraian mengenai pengertian *Problem Based Learning* dapat disimpulkan bahwa *Problem Based Learning* merupakan model pembelajaran yang menghadapkan peserta didik pada masalah nyata untuk memulai pembelajaran dan merupakan salah satu model pembelajaran inovatif yang dapat memberikan kondisi belajar aktif pada peserta didik.

Problem Based Learning adalah salah satu model pembelajaran dari hasil pengembangan kurikulum dan yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Dalam model ini dirancang masalah-masalah yang menuntun peserta didik mendapatkan pengetahuan yang penting, membuat mereka mahir dalam memecahkan permasalahan dan memiliki strategi belajar sendiri serta kecakapan berpartisipasi dalam tim. Proses pembelajarannya menggunakan pembelajaran yang sistematis untuk memecahkan permasalahan atau tantangan yang ada dalam kehidupan sehari-hari.

Dengan model *Problem Based Learning* diharapkan peserta didik mendapatkan lebih banyak kecakapan daripada pengetahuan yang dihafalkan. Mulai dari kecakapan memecahkan masalah, kecakapan berpikir kritis, kecakapan bekerja dalam kelompok, kecakapan interpersonal, dan kecakapan komunikasi serta kecakapan pencarian dan pengolahan informasi. Savery, Duffy, dan Thomas (1995) mengemukakan dua hal yang harus dijadikan pedoman dalam menyajikan permasalahan. Pertama, permasalahan harus sesuai dengan konsep dan prinsip yang akan dipelajari. Kedua, permasalah yang disajikan adalah permasalahan nyata, artinya masalah itu nyata dalam kehidupan sehari-hari peserta didik.

Dalam *Problem Based Learning* lebih mengutamakan proses pembelajaran, sehingga tugas dari pendidik dirancang untuk membantu peserta didik mencapai keterampilan yang sudah ditentukan agar mampu

mengarahkan diri peserta didik sendiri. Pendidik dalam model ini bertindak sebagai penyaji masalah, penanya, pengarah dialog, membantu menemukan masalah dan pemberi fasilitas pembelajaran. Selain itu pendidik memberikan dukungan yang dapat meningkatkan pertumbuhan inquiry dan intelektual peserta didik. Model ini dapat dilaksanakan jika pendidik dapat menciptakan lingkungan kelas yang terbuka dan membimbing pertukaran gagasan.

b. Karakteristik Model *Problem Based Learning*

Ciri yang paling utama dari model pembelajaran *Problem Based Learning* adalah dimunculkan masalah pada awal pembelajarannya. Menurut Arends (Trianto, 2009), berbagai pengembangan pengajaran berdasarkan masalah telah memberikan model pengajaran, model pengajaran itu memiliki karakteristik sebagai berikut:

1) Pengajuan pertanyaan atau masalah

a) *Autentik*, yaitu masalah harus berakar pada kehidupan nyata peserta didik daripada berakar pada prinsi-prinsip disiplin ilmu tertentu.

b) Jelas, yaitu masalah harus dirumuskan dengan jelas yang dalam pengertian tidak menimbulkan masalah baru bagi peserta didik yang pada akhirnya dapat menyulitkan peserta didik dalam proses belajar mengajar.

c) Mudah dipahami, yaitu masalah yang diberikan mudah dipahami dan disesuaikan dengan tingkat perkembangan peserta didik.

d) Luas dan sesuai tujuan pembelajaran, luas artinya masalah tersebut harus mencakup seluruh materi pelajaran yang akan dipelajari serta sesuai dengan waktu, ruang dan sumber yang tersedia.

e) Bermanfaat, yaitu masalah tersebut bermanfaat bagi peserta didik sebagai latihan dalam memecahkan masalah.

2) Berfokus pada keterkaitan antar disiplin ilmu.

Penyelesaian masalah yang diajukan hendaknya melibatkan berbagai disiplin ilmu.

3) Penyelidikan *autentik* (nyata)

Dalam penyelidikan, peserta didik menganalisis dan merumuskan masalah, mengembangkan dan meramalkan hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis informasi, melakukan eksperimen, membuat kesimpulan, dan mengambarkan hasil akhir.

4) Kolaboratif

Pada model pembelajaran ini, tugas-tugas belajar yang berupa masalah diselesaikan bersama antar peserta didik.

c. Langkah-langkah pelaksanaan *Problem Based Learning*

Pelaksanaan *Problem Based Learning* dapat dijalankan apabila pendidik siap dengan segala perangkat yang diperlukan (masalah, formulir perlengkapan, dan lain-lain). Peserta didik pun harus sudah memahami prosesnya, dan telah membentuk kelompok kecil. umumnya setiap kelompok menjalankan proses yang sering dikenal dengan proses 7

langkah (M. Taufiq Amir. 2009: 24). Langkah-langkah pelaksanaan *Problem Based Learning* sebagai berikut:

1) Mengklarifikasi istilah dan konsep yang belum jelas.

   Memastikan setiap anggota memahami berbagai istilah dan konsep yang ada dalam masalah.

2) Merumuskan masalah.

   Fenomena yang ada dalam masalah menuntut penjelasan hubungan-hubungan apa yang terjadi diantara fenomena itu

3) Menganalisis masalah.

   Setiap anggota dalam kelompok mengeluarkan pengetahuan terkait apa yang sudah dimiliki setiap anggota tentang masalah.

4) Menata gagasan peserta didik dan secara sistematis menganalisisnya dengan dalam.

   Bagian yang sudah dianalisis dilihat keterkaitannya satu sama lain, dikelompokkan, mana yang saling menunjang, mana yang bertentangan, dan sebagainya. Analisis adalah upaya memilah-milah sesuatu menjadi bagian-bagian yang membentuknya.

5) Memformulasi tujuan pembelajaran.

   Kelompok dapat merumuskan tujuan pembelajaran karena kelompok sudah tahu pengetahuan mana yang masih kurang, dan yang masih belum jelas. Tujuan pembelajaran akan dikaitkan dengan analisis masalah yang dibuat. Inilah yang akan menjadi dasar gagasan yang

akan dibuat dilaporan. Tujuan pembelajaran ini juga yang dibuat menjadi dasar penugasan-penugasan disetiap kelompok.

6) Mencari informasi tambahan dari sumber yang lain (di luar diskusi kelompok).

   Saat ini kelompok sudah tahu informasi apa yang tidak dimiliki, dan sudah punya tujuan pembelajaran. Keaktifan peserta didik harus dibuktikan dengan laporan yang harus disampaikan oleh peserta didik yang bertanggung jawab atas setiap tujuan pembelajaran. Laporan ini harus disampaikan dan dibahas dipertemuan kelompok berikutnya (langkah ke-7).

7) Mensintesa (menggabungkan) dan menguji informasi baru, dan membuat laporan untuk pendidik/kelas**.**

   Di tahap ini, keterampilan yang dibutuhkan adalah bagaimana meringkas, mendiskusikan, dan menunjau ulang hasil diskusi untuk nantinya disajikan dalam bentuk paper/makalah.

Ketujuh langkah ini dapat berlangsung dalam beberapa pertemuan kelompok. Tergantung kondisi dan konteks yang ada pada setiap kelas ada yang menjalankannya dengan 3 atau 4 pertemuan. Untuk tiga kali pertemuan, kira-kira pembagiannya seperti berikut (M. Taufiq Amir .2009: 26):

Pertemuan I : (Langkah 1-5) di kelas, dengan difasilitasi pendidik.

Pertemuan II : (Langkah 6-7) di luar kelas, pembelajaran mandiri.

Pertemuan III : Presentasi laporan kelompok dan diskusi kelas.

d. Beberapa teori belajar yang melandasai *Problem Based Learning* (PBL)

Dalam perkembangannya, pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dilandasi oleh teori belajar konstruktivisme, teori perkembangan kognitif, dan teori belajar yang ditemukan oleh Jerome Bruner. Teori-teori itu dijelaskan sebagai berikut:

1) Teori pembelajaran konstruktivisme

Teori pembelajaran konstruktivisme merupakan teori pembelajaran kognitif yang baru dalam psikologi pendidikan yang menyatakan bahwa peserta didik harus menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi kompleks, mengecek informasi baru dengan aturan-aturan lama dan merevisinya apabila aturan-aturan itu tidak sesuai lagi (Trianto, 2012: 74). Menurut teori ini, satu prinsip yang paling penting dalam psikologi pendidikan adalah bahwa pendidik tidak dapat hanya sekedar memberikan pengetahuan kepada peserta didik. Peserta didik harus membangun sendiri pengetahuan yang ada dibenaknya. Pendidik dapat memberikan kemudahan dalam proses ini, dengan memberikan peserta didik kesempatan untuk menemukan dan menerapkan ide-ide mereka sendiri dan membelajarkan peserta didik dengan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar.

Esensi dari teori belajar konstruktivisme adalah ide bahwa harus peserta didik sendiri yang menemukan dan mentransformasikan sendiri

suatu informasi kompleks apabila mereka menginginkan informasi itu menjadi miliknya. Konstruktivisme adalah suatu pendapat yang menyatakan bahwa perkembangan kognitif merupakan suatu proses dimana anak secara aktif membangun sistem arti dan pemahaman terhadap realita melalui pengalaman dan interaksi mereka. Menurut pandangan konstruktivisme, anak secara aktif membangun pengetahuan dengan cara terus-menerus mengasimilasi dan mengakomodasi informasi baru, dengan kata lain konstruktivisme adalah teori perkembangan kognitif yang menekankan peran aktif peserta didik dalam membangun pemahaman mereka tentang realita (Trianto, 2012: 74). Pendekatan konstruktivisme dalam pengajaran menerapkan pembelajaran kooperatif secara intensif, atas dasar teori bahwa peserta didik akan lebih mudah menemukan dan memahami konsep-konsep yang sulit apabila mereka dapat saling mendiskusikan masalah-masalah itu dengan temannya (Trianto, 2012: 75).

Berdasarkan uraian di atas, maka pada dasarnya teori pembelajaran konstruktivisme menghendaki bahwa pengetahuan dibentuk sendiri oleh individu dan pengalaman merupakan kunci utama dari belajar bermakna. Belajar bermakna tidak akan terwujud jika hanya mendengarkan ceramah dan membaca buku tentang pengalaman orang lain. Para ahli konstruktivisme berpendapat bahwa satu-satunya alat yang tersedia bagi seseorang untuk mengetahui sesuatu adalah

inderanya. Seseorang berinteraksi dengan objek dan lingkungannya dengan melihat, mendengar, mencium, menjamah, dan merasakannya. Prinsip-prinsip yang sering diambil dari konstruktivisme antara lain:

a) Pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik sendiri.
b) Tekanan dalam proses pembelajaran terletak pada peserta didik sendiri.
c) Mengajar adalah membantu peserta didik belajar.
d) Tekanan dalam proses belajar lebih pada proses bukan pada hasil akhir.
e) Kurikulum menekankan partisipasi peserta didik.
f) Pendidik sebagai fasilitator.

2) Teori perkembangan kognitif

Teori belajar kognitif pertama kali dikenalkan oleh Piaget. Menurutnya, perkembangan kognitif sebagian besar ditentukan oleh manipulasi dan interaksi aktif anak dengan lingkungannya (Trianto, 2012: 70). Piaget yakin bahwa pengalaman-pengalaman fisik dan manipulasi lingkungan penting bagi terjadinya perubahan perkembangan. Sementara itu, interaksi sosial dengan teman sebaya, khususnya berargumentasi dan berdiskusi membantu perkembangan pemikiran anak menjadi pemikiran yang lebih logis.

Menurut teori Piaget, mulai dari baru lahir sampai dewasa manusia melewai 4 tingkat perkembangan kognitif, yaitu:

a) Sensori-motor (setelah lahir-2 tahun)

b) Pra-operasional (2-7 tahun)

c) Operasional konkret (7-11 tahun)

d) Operasonal formal (11 tahun- dewasa)

Teori perkembangan Piaget memandang perkembangan kognitif sebagai suatu proses dimana anak secara aktif membangun sistem makna dan membangun realitas melalui pemahaman-pemahaman dan interaksi-interaksi mereka.

3) Teori penemuan Jerome Bruner

Teori belajar yang paling mendasari model pembelajaran *Problem Based Learning* adalah teori belajar penemuan (*discovery learning*) yang dikembangkan oleh Jerome Bruner pada tahun 1966. Menurut Bruner, belajar akan lebih bermakna bagi peserta didik jika mereka memusatkan perhatiannya untuk memahami struktur materi yang dipelajari (Trianto, 2012). Untuk memperoleh struktur informasi, peserta didik harus aktif dimana mereka harus mengindentifikasi sendiri prinsip-prinsip yang menjadi kunci informasi tersebut dari pada hanya sekedar menerima penjelasan dari pendidik. Oleh karena itu, pendidik harus memunculkan masalah yang mendorong peserta didik untuk melakukan penemuan.

Dalam pembelajaran melalui penemuan, pendidik memberikan contoh dan peserta didik bekerja berdasarkan contoh tersebut sampai

menemukan hubungan antara bagian-bagian suatu struktur materi. Aplikasi ide-ide Bruner dalam pembelajaran digambarkan sebagai berikut :

a) Memberikan contoh dan bukan contoh konsep yang dipelajari.
b) Membantu peserta didik mencari hubungan antar konsep.
c) Mengajukan pertanyaan dan membiarkan peserta didik mencoba menemukan sendiri jawabannya.
d) Mendorong peserta didik untuk membuat dugaan yang bersifat intuitif.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian relevan yang pernah dilakukan dan berhubungan dengan tema yang akan penulis bahas diantarannya:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Faizah, S.S. Miswadi dan S. Haryani dari Universitas Nahdatul Ulama' Cirebon, (dipublikasikan pada Jurnal Pendidikan IPA oleh Program Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang pada bulan Oktober 2013). Judul penelitian dalam jurnal ini adalah "**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH UNTUK MENINGKATKAN SOFT SKILL DAN PEMAHAMAN KONSEP**". Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kevalidan perangkat pembelajaran, peningkatan *soft skill* dan pemahaman konsep, serta respon peserta didik. Metode penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D).

Hasilnya menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis masalah pada materi hidrolisis garam yang dikembangkan memiliki kriteria valid dengan rata-rata skor sebesar 3,57. Peningkatan *soft skill* peserta didik dengan N-Gain sebesar 0,46 dalam kategori sedang. Sebanyak 72,72% peserta didik mencapai ketuntasan *soft skill* dengan kriteria tinggi atau sangat tinggi. Pemahaman konsep peserta didik juga meningkat dengan perolehan N-Gain sebesar 0,69 dalam kategori sedang, sebanyak 84,85% peserta didik mencapai ketuntasan belajar dengan KKM ≥ 76, serta peserta didik memberikan respon positif.

Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah pada metode penelitian yaitu *Research and Development* (R&D). Perbedaanya pada media yang dikembangkan, yaitu pengembangan perangkat pembelajaran sedangkan peneliti mengembangkan alat praktikum.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Dadan Rosana dari Universitas Negeri Yogyakarta, (disampaikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika, UNS pada 13 September 2014). Judul penelitian ini adalah "**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM SAINS (FISIKA) UNTUK ANAK PENYANDANG KETUNAAN SERTA APLIKASINYA PADA PENDIDIKAN INKLUSI**". Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum sains yang bersifat manual menggunakan indera peraba dan *Voice Equipment* (MFE) yang

berbasis perubahan tegangan (potensial listrik) menjadi suara yang digunakan dalam praktikum fisika untuk anak penyandang tuna netra dan tuna rungu.

Hasilnya menunjukkan bahwa kesiapan sistem pembelajaran yang dapat diakomodasi oleh penyandang cacat ternyata belum memadai. Hal ini terutama ketika peserta didik penyandang cacat akan mengikuti pengalaman belajar yang bersifat realistik, eksperimen fisika contohnya. Belum ada model eksperimen fisika yang dirancang khusus untuk melayani kebutuhan belajar anak penyandang tuna netra dan tuna rungu.

Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah pada metode penelitian yaitu *Research and Development* (R&D) dan jenis media yang dikembangkan yaitu alat praktikum. Perbedaanya pada *user*/pengguna alat praktikum, jika penelitian ini ditujukan kepada peserta didik penyandang cacat tuna netra dan tuna rungu sedangkan peneliti mengembangkan alat praktikum untuk peserta didik normal .

3. Penelitian yang dilakukan oleh Khusnul Khotimah dari Universitas Negeri Malang yang berjudul "**PENGEMBANGAN MODUL KALOR BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING BERBANTU PAKET SCAFFOLDING UNTUK SISWA KELAS X**". Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul kalor berbasis *problem based learning* dengan paket *scaffolding* untuk melatih peserta didik dalam memecahkan masalah sehingga tercipta suatu pembelajaran sesuai tuntutan kurikulum

yaitu menciptakan kondisi belajar aktif kepada peserta didik dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa validasi isi modul dinyatakan valid dan hasil uji kelayakan modul untuk peserta didik dinilai layak dengan nilai kelayakan isi, kebahasaan, dan penyajian secara berturut-turut sebesar 3,66; 3,67; 3,74 & untuk pendidik dinilai layak dengan nilai kelayakan isi, kebahasaan, dan penyajian secara berturut-turut sebesar 3,5; 3,67; 3,7 sedangkan hasil uji keterbacaan peserta didik adalah layak dengan nilai rata-rata 3,48.

Persamaan penelitian ini adalah pada basis media yang dikembangkan yaitu berbasis *problem based learning* dan metode penelitian *Research and Development* yang dikembangkan oleh Borg and Gall. Perbedaannya pada media yang dikembangkan yaitu mengembangkan modul sedangkan peneliti mengembangkan alat praktikum.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Anil Ishlakh dari IKIP PGRI Semarang yang berjudul "**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH (PROBLEM BASED LEARNING) dan MODEL PEMBELAJARAN COOPERATIVE LEARNING TIPE JIGSAW DENGAN BERBANTU MODUL TERHADAP PRESTASI BELAJAR PADA MATERI LINGKARAN BAGI SISWA KELAS VIII SMP NEGERI 1 DEMPET KEBONAGUNG DEMAK TAHUN**

AJARAN 2010/2011". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan prestasi belajar peserta didik yang diajar dengan model pembelajaran berbasis masalah berbantu modul dan model pembelajaran cooperative tipe *jigsaw* berbantu modul dengan pembelajaran konvensional pada materi lingkaran di kelas VIII SMP N 1 Dempet Kebonagung Demak untuk tahun ajaran 2010/2011. Hasil penelitian ini memperoleh data sebagai berikut, hasil uji Anova didapatkan F_{hitung} = 8,752 dan F_{tabel} = 3,076 sehingga $F_{hitung} > F_{tabel}$ yang membuktikan adanya perbedaan prestasi belajar peserta didik antara peserta didik yang menggunakan model PBL dan *Jigsaw* berbantu modul dengan model pembelajaran konvensional. Hipotesis antara model PBL dengan konvensional yang diuji menggunakan uji-t sebesar 2,1 sedangkan hipotesis antara model *Jigsaw* dengan konvensional yang diuji dengan uji-t sebesar 4,13. Adapun nilai rata-rata hasil belajar peserta didik kelas eksperimen I sebesar 59,8 sedangkan pada kelas eksperimen II sebesar 65,65 dan pada kelas kontrol sebesar 55,775.

Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah basis yang dikembangkan yaitu *problem based learning*. Sedangkan perbedaannya pada metode penelitian, yaitu penelitian quasi eksperimen sedangkan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah penelitian pengembangan (R&D). Penelitian yang akan dilakukan peneliti adalah **PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM**

TERMODINAMIKA BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* BAGI PESERTA DIDIK SMA/MA KELAS XI sebagai upaya untuk melengkapi dan memfasilitasi penerapan proses pembelajaran fisika disekolah serta agar lebih mengaktifkan peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar.

C. Kerangka Berpikir

Pada hakikatnya, Pembelajaran fisika dibangun atas dasar proses ilmiah, prosedur ilmiah, dan produk ilmiah. Dari sudut pandang proses, fisika merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala melalui serangkaian kegiatan ilmiah yang dibangun atas dasar sikap ilmiah dan hasilnya terwujud sebagai produk ilmiah. Dari segi prosedur, fisika merupakan ilmu yang lahir dan berkembang lewat langkah-langkah observasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengujian hipotesis melalui eksperimen, penarikan kesimpulan, serta penemuan teori dan konsep. Sedangkan produk dari ilmu fisika tersusun dari tiga komponen yang penting, yaitu berupa konsep, prinsip dan teori yang berlaku secara universal.

Berdasarkan hakikat ilmu fisika yang dibangun atas aspek proses, prosedur ilmiah dan produk ilmiah, maka hakikat pembelajaran fisika ditekankan pada pendekatan keterampilan proses yang diharapkan dapat memberikan kemampuan dan keterampilan berfikir analisis induktif dan deduktif dalam memecahkan permasalahan dengan diimbangi oleh sikap ilmiah dan apresiatif terhadap sains. Hal ini dimaksudkan agar pembelajaran

menjadi lebih bermakna dalam kehidupan peserta didik, baik dari segi ilmu pengetahuan yang dipelajarinya ataupun dari sikap ilmiah yang hendak dibangun dari diri peserta didik. Salah satu langkah untuk mewujudkan kebermaknaan proses pembelajaran fisika tersebut adalah dengan mengembangkan alat praktikum termodinamika.

Alat praktikum yang dikembangkan akan menjelaskan materi tentang termodinamika. Hasil akhir dalam penelitian ini adalah alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* sebagai media pembelajaran untuk melatih peserta didik dalam memecahkan permasalahan khususnya dalam materi termodinamika. Kemudian akan didapatkan juga data tentang kualitas produk dari para ahli, pendidik dan respon peserta didik terhadap media pembelajaran yang dikembangkan serta keterlaksanaan dari alat praktikum tersebut. Berdasarkan penjelasan dari uraian diatas, peneliti berasumsi bahwa pengembangan alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* dapat menjadi khazanah ilmu pengetahuan dalam dunia pendidikan dan memberikan respon positif dalam pembelajaran yang berkaitan dengan pemahaman konsep peserta didik.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Model pengembangan merupakan dasar untuk mengembangkan produk yang akan dihasilkan. Model pengembangan dapat berupa model prosedural, model konseptual, dan model teoritik. Model prosedural adalah model yang bersifat deskriptif, menunjukkan langkah-langkah yang harus diikuti untuk menghasilkan produk (Tim Puslitjaknov. 2008: 9). Untuk itu, model pengembangan yang digunakan oleh peneliti pada penelitian ini adalah model prosedural.

R&D dalam pendidikan sering kemudian disebut *research-based development* (Borg & Gall, 1983: 772) atau pengembangan berbasis penelitian yaitu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk pendidikan.

B. Prosedur Pengembangan

Penelitian ini adalah penelitian *Research and Development* (R&D) atau penelitian pengembangan. Menurut Borg & Gall (1989: 782), yang dimaksud dengan model penelitian dan pengembangan adalah "*a process used develop and validate educational product*". Dalam penelitian ini, prosedur pengembangan R&D yang akan dilakukan hanya sampai pada tahap ke-7 yaitu revisi hasil uji

lapangan lebih luas, sehingga tidak sampai pada tahap desiminasi dan implementasi. Adapun langkah-langkah itu adalah:

1. Studi Pendahuluan.

   Pada tahapan studi pendahuluan meliputi analisis permasalahan dan kebutuhan yang ada pada 3 sekolah dengan cara observasi pada laboratorium fisika di MAN Lab UIN Yogyakarta, MAN Wonokromo Bantul, dan SMA N 2 Banguntapan berkaitan dengan alat praktikum fisika. Setelah itu melakukan studi literatur yaitu mengkaji jurnal-jurnal, hasil skripsi serta buku-buku referensi yang mendukung penelitian ini. Studi literatur berkaitan dengan hakikat fisika, media pembelajaran, alat praktikum, materi termodinamika, model pembelajaran *problem based learning*, dan penelitian pengembangan.

2. Merencanakan Penelitian.

   Pada tahap ini, peneliti merumuskan tujuan penelitian yaitu menghasilkan alat praktikum termodinamika berbasis *Problem Based Learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI. Kemudian peneliti melakukan perencanaan terhadap penelitian yang akan dilakukan meliputi jadwal penelitian, menuliskan biaya pembuatan alat praktikum yang akan dibuat.

3. Pengembangan Desain.

   Pada tahapan ini peneliti mulai membuat desain awal dari produk yang akan dikembangkan. Setelah membuat desain, peneliti membuat produk awal dari media yang dikembangkan, peneliti juga membuat lembar validasi dan instrumen penilaian untuk para ahli serta instrumen untuk mengetahui

respon peserta didik dan keterlaksanaan alat praktikum. Peneliti juga membuat daftar alat dan bahan yang akan digunakan, dan membeli semua alat dan bahan yang ada dalam daftar untuk membuat produk/media yang akan dikembangkan.

4. Uji Lapangan Terbatas (Preliminary Field Test).

   Pada tahap ini, dilakukan validasi dan penilaian serta uji coba kepada 3 peserta didik dari SMA N 2 Banguntapan. Instrumen penelitian dan produk awal masing-masing akan divalidasi oleh 1 orang validator, setelah instrumen dan produk awal divalidasi dilakukan revisi I terhadap produk awal dan instrumen yang dikembangkan. Setelah instrumen dan produk awal direvisi, dilanjutkan dengan penilaian oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika. Kemudian dilanjutkan dengan revisi II dan uji coba kepada 3 peserta didik dari SMA N 2 Banguntapan. Pada saat diuji kepada peserta didik, peneliti juga mengamati keterlaksanaan alat praktikum. Kemudian dilakukan analisis data terhadap respon peserta didik dan keterlaksanaan alat praktikum.

5. Revisi Hasil Uji Lapangan Terbatas.

   Pada tahap ini dilakukan revisi III setelah dilakukan uji lapangan terbatas. Revisi dilakukan berdasarkan kritik dan saran dari peserta didik serta deskripsi keterlaksanaan alat praktikum pada uji lapangan terbatas.

6. Uji Lapangan Lebih Luas (Main Field Test).

   Uji lapangan lebih luas dilakukan kepada 18 peserta didik dari 3 sekolahan yaitu dari SMA N 2 Banguntapan, MAN Lab UIN Yogyakarta, dan

MAN Wonokromo Bantul. Uji lapangan lebih luas dilakukan setelah revisi III berdasarkan kritik dan saran dari peserta didik serta deskripsi keterlaksanaan alat praktikum pada uji lapangan terbatas. Pada saat uji lapangan lebih luas, peneliti juga mengamati keterlaksanaan alat praktikum. Kemudian dilakukan analisis data terhadap respon peserta didik dan keterlaksanaan alat praktikum.

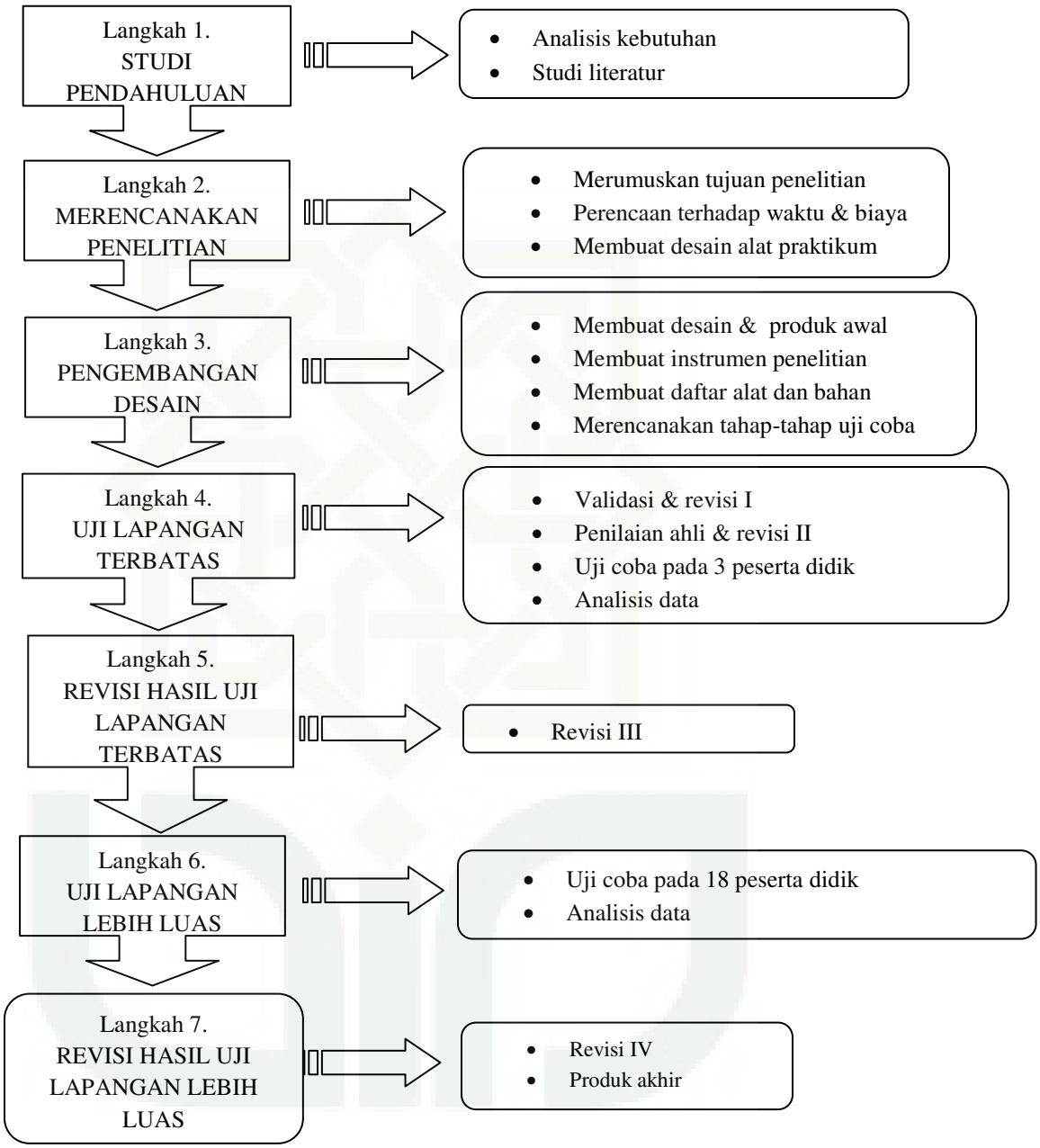
7. Revisi Hasil Uji Lapangan Lebih Luas.

Pada tahap ini dilakukan revisi IV terhadap produk/media setelah dilakukan uji lapangan lebih luas. Revisi IV dilakukan berdasarkan hasil analisis data terhadap kritik dan saran dari peserta didik serta deskripsi keterlaksanaan alat praktikum pada uji lapangan lebih luas untuk menghasilkan produk akhir.

C. Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Desain uji coba dalam penelitian pengembangan ini menggunakan desain deskriptif sebagaimana ditampilkan dalam bagan berikut ini.



Gambar 3.1 Bagan Prosedur Penelitian Pengembangan

2. Subjek Coba

Subjek coba pada tahap uji lapangan terbatas sebanyak 3 peserta didik dari SMA N 2 Banguntapan. Sedangkan pada uji lapangan lebih luas

dilakukan kepada 18 peserta didik dari MAN Lab UIN Yogyakarta, MAN Wonokromo Bantul, dan SMA N 2 Banguntapan dengan 6 peserta didik untuk setiap sekolahan.

3. Jenis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data kualitatif dan kuantitatif.

a) Data kualitatif

Data kualitatif berupa kritik dan saran dari validator, para ahli dan peserta didik terhadap alat praktikum termodinamika. Data yang lain adalah kategori penilaian alat praktikum termodinamika oleh para ahli dan pendidik fisika yaitu SB (Sangat Baik), B (Baik), K (Kurang), dan SK (Sangat Kurang) dan kriteria respon peserta didik yaitu SS (Sangat Setuju), S (Setuju), TS (Tidak Setuju), dan STS (Sangat Tidak Setuju). Deskripsi keterlaksanan alat praktikum juga merupakan data kualitatif.

b) Data kuantitatif

Data kuantitatif berupa skor penilaian pada lembar penilaian produk yang diisi oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika. Penilaian untuk setiap kriteria dari ahli diubah menjadi data kuantitatif sesuai dengan skala *Likert*, yaitu: Sangat Baik = 4, Baik = 3, Kurang = 2, Sangat Kurang = 1. Sedangkan poin kriteria respon peserta didik yang berupa data kualitatif diubah menjadi data kuantitatif sesuai dengan skala *Likert*, yaitu: Sangat Setuju = 4, Setuju = 3, Tidak Setuju = 2, Sangat

Tidak Setuju = 1 untuk pernyataan positif, dan Sangat Setuju = 1, Setuju = 2, Tidak Setuju = 3, Sangat Tidak Setuju = 4 untuk pernyataan negatif.

4. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

a) Lembar Validasi

Lembar validasi digunakan untuk mendapatkan saran dan kritik terhadap produk dan instrumen yang akan dikembangkan oleh peneliti. Kritik dan saran dari validator digunakan untuk revisi I.

b) Lembar Penilaian Alat Praktikum Termodinamika

Lembar penilaian alat praktikum termodinamika disusun untuk penilaian terhadap alat praktikum yang telah dikembangkan. Alat praktikum yang dikembangkan dinilai oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika untuk dilakukan perbaikan dan revisi. Para ahli juga dapat menuliskan kritik dan saran pada lembar ini untuk dilakukan revisi II.

c) Lembar Respon Peserta Didik

Lembar respon peserta didik merupakan lembar respon peserta didik terhadap alat praktikum termodinamika yang berfungsi untuk membantu pengembangan alat praktikum. Peserta didik juga dapat menuliskan kritik dan saran pada lembar respon peserta didik.

d) Lembar keterlaksanaan alat praktikum

Lembar ini digunakan untuk melihat dan mendeskripsikan keterlaksanaan alat praktikum yang dikembangkan saat dilakukan uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas kepada peserta didik.

D. Teknik Analisis Data

1. Data Penilaian Kualitas Produk

Teknik analisis data penilaian kualitas produk oleh ahli materi, ahli media dan pendidik fisika dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

a) Mengubah hasil penilaian dari para ahli kedalam skala *Likert* dengan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Aturan Pemberian Skor

Kategori	Skor
SB (Sangat Baik)	4
B (Baik)	3
K (Kurang)	2
SK (Sangat Kurang)	1

Skor di atas dinamakan kelas interval. Kelas interval maksimal dalam penelitian ini adalah 4, sedangkan kelas interval minimalnya adalah 1 (Eko Putro Widoyoko. 2012: 115)

b) Menghitung skor rata-rata dari penilaian para ahli.

$$\overline{x} = \frac{\sum x}{n.N} \tag{3.1}$$

$\overline{x}$ = Rata-rata skor

$\sum x$ = Jumlah skor semua ahli

n = Jumlah ahli N = Jumlah butir pernyataan

c) Rata-rata skor penilaian produk tersebut diubah menjadi data kualitatif berdasarkan tabel aturan pemberian skor dengan menentukan jarak kelas interval (*i*) terlebih dahulu (Eko Putro Widoyoko, 2012: 110) yaitu:

1) Nilai maksimal = 4

2) Nilai minimal = 1

3) Jarak kelas interval (*i*) $= \frac{4-1}{4} = 0{,}75$

Tabel 3.2 Kriteria Penilaian Produk

No	Rerata skor	Kriteria Kualitatif
1	$3{,}25 < \overline{X} \leq 4{,}0$	Sangat Baik (SB)
2	$2{,}50 < \overline{X} \leq 3{,}25$	Baik (B)
3	$1{,}75 < \overline{X} \leq 2{,}50$	Kurang (K)
4	$1{,}00 \leq \overline{X} \leq 1{,}75$	Sangat Kurang (SK)

2. Data Respon Peserta Didik Terhadap Produk yang Dikembangkan

Data respon peserta didik pada uji lapangan terbatas dan uji lebih luas dianalisis menggunakan skala *Likert*.

a) Mengubah hasil respon dari peserta didik menjadi skala *Likert* dengan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Aturan Pemberian Skor

Kategori	Skor	
	Pernyataan Positif	Pernyataan Negatif
SS (Sangat Setuju)	4	1
S (Setuju)	3	2
TS (Tidak Setuju)	2	3
STS (Sangat Tidak Setuju)	1	4

Skor di atas dinamakan kelas interval. Kelas interval maksimal dalam penelitian ini adalah 4, sedangkan kelas interval minimalnya adalah 1

untuk pernyataan positif, sedangkan untuk pernyataan negatif sebaliknya (Eko Putro Widoyoko. 2012: 115)

b) Menghitung skor rata-rata respon peserta didik.

$$\overline{x} = \frac{\sum x}{n.N} \quad (3.2)$$

$\overline{x}$ = Rata-rata skor

$\sum x$ = Jumlah skor semua peserta didik

n = Jumlah peserta didik

N = Jumlah butir pernyataan

c) Rata-rata skor respon peserta didik tersebut diubah menjadi data kualitatif berdasarkan tabel aturan pemberian skor dengan menentukan jarak kelas interval (*i*) terlebih dahulu (Eko Putro Widoyoko, 2012: 110) yaitu:

1) Nilai maksimal = 4
2) Nilai minimal = 1
3) Jarak kelas interval (*i*) $= \frac{4-1}{4} = 0{,}75$

Tabel 3.4 Kriteria Respon Peserta didik

No	Rerata skor	Kriteria Kualitatif
1	$3{,}25 < \overline{X} \leq 4{,}00$	Sangat Setuju (SS)
2	$2{,}50 < \overline{X} \leq 3{,}25$	Setuju (S)
3	$1{,}75 < \overline{X} \leq 2{,}50$	Tidak Setuju (TS)
4	$1{,}00 \leq \overline{X} \leq 1{,}75$	Sangat Tidak Setuju (STS)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Produk awal

Produk awal dari alat praktikum termodinamika yang dikembangkan dalam penelitian ini mencakup beberapa bagian:

a. Buku panduan praktikum termodinamika terdiri dari *cover* (sampul), kompetensi dasar (KD), indikator, materi pokok, tujuan, rumusan masalah, hipotesis awal, alat dan bahan, skema dan tata cara pembuatan alat praktikum, prosedur percobaan, data hasil percobaan, metode analisis data, analisis data dan kesimpulan, serta sumber.

b. Alat praktikum termodinamika yang terdiri dari 2 wadah air yang terbuat dari alumunium, 1 multimeter, 1 stopwacth, 2 termometer, 1 buah penutup wadah air yang terbuat dari multiplek, 1 set heater, 1 buah peltier/konverter panas.

Produk awal alat praktikum termodinamika yang dikembangkan ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

a. Alat praktikum termodinamika yang dikembangkan digunakan untuk menjelaskan hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika.

b. Materi termodinamika yang dijelaskan menggunakan alat praktikum sesuai dengan SK dan KD pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) tahun 2006 yaitu:

1) SK 3. Menerapkan konsep termodinamika dalam mesin kalor.

2) KD 3.2 Menganalisis perubahan keadaan gas dengan menerapkan hukum termodinamika.

2. Validasi dan Penilaian

a. Validasi

Validasi produk dan instrumen dilakukan untuk mengetahui ketepatan dan kebenaran dari produk serta instrumen yang akan digunakan. Validasi produk dan instrumen dilakukan secara logis yaitu berdasarkan hasil penalaran validator. Validator instrumen memberikan kritik dan saran untuk perbaikan instrumen penelitian yang akan digunakan. Validator produk memberikan kritik dan saran terhadap produk awal. Hasil dari validasi produk dan instrumen digunakan untuk memperbaiki produk dan instrumen sebelum dilakukan penilaian oleh para ahli, pendidik, dan peserta didik.

Data validasi berupa kritik dan saran adalah sebagai berikut:

1) Validasi Produk

a) Cek revisi pada lembar panduan praktikum.

b) Lapisan pada kayu diganti.

2) Validasi Instrumen

a) Estetika warna tidak selalu dikaitkan dengan jumlah warna, tapi kemanfaatan dari variasi warna juga perlu dipertimbangkan.

b) Redaksi no.9 pada instrumen respon peserta didik diganti menjadi "**Alat praktikum ini mudah untuk dirangkai**".

b. Penilaian Ahli dan Pendidik

Produk dan instrumen yang telah divalidasi kemudian direvisi. Setelah direvisi kemudian dinilai oleh 2 ahli materi, 2 ahli media, dan 3 pendidik dengan mengisi kolom penilaian serta memberikan kritik dan saran pada instrumen penilaian. Para ahli dan pendidik memberikan penilaian terhadap produk berupa skor penilaian sebagai data kuantitatif. Sedangkan kritik dan saran sebagai data kualitatif digunakan menjadi bahan pertimbangan melakukan revisi produk agar diperoleh produk yang lebih baik.

Data skor penilaian yang didapatkan dari 2 ahli materi, 2 ahli media, dan 3 pendidik fisika untuk setiap aspek sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Penilaian Ahli Materi

Aspek Penilaian	**Butir**	**Penilai**		**Σ Skor**	**Σ Per Aspek**
		I	**II**		
Keterkaitan dengan bahan ajar	1	4	4	8	24
	2	4	4	8	
	3	4	4	8	
Nilai pendidikan	4	4	4	8	16
	5	4	4	8	
Kesesuaian dengan karakteristik PBL	6	3	3	6	14
	7	4	4	8	
Keseluruhan				**54**	**54**

Tabel 4.2 Data Penilaian Ahli Media

Aspek Penilaian	Butir	Penilai		Σ Skor	Σ Per Aspek
		I	II		
Ketahanan komponen alat praktikum	1	4	4	8	24
	2	4	4	8	
	3	4	4	8	
Kotak kit & hasil pengukuran	4	3	4	7	23
	5	4	4	8	
	6	4	4	8	
Keamanan bagi peserta didik	7	3	4	7	14
	8	3	4	7	
Estetika	9	3	3	6	13
	10	3	4	7	
Keseluruhan				**74**	**74**

Tabel 4.3 Data Penilaian Pendidik Fisika SMA/MA

Aspek Penilaian	Butir	Penilai			Σ Skor	Σ Per Aspek
		I	II	III		
Keterkaitan dengan bahan ajar	1	4	4	4	12	34
	2	2	4	4	10	
	3	4	4	4	12	
Nilai pendidikan	4	3	4	4	11	21
	5	3	4	3	10	
Kesesuaian dengan karakteristik PBL	6	3	4	3	10	20
	7	3	4	3	10	
Ketahanan komponen alat praktikum	8	4	4	3	11	34
	9	4	4	4	12	
	10	4	3	4	11	
Kotak kit & hasil pengukuran	11	3	3	3	9	31
	12	3	4	3	10	
	13	4	4	4	12	
Keamanan bagi peserta didik	14	3	4	4	11	22
	15	3	4	4	11	
Estetika	16	4	4	3	11	20
	17	2	4	3	9	
Efisiensi Alat	18	4	3	4	11	21
	19	3	3	4	10	
Keseluruhan					**203**	**203**

Untuk kritik dan saran pada lembar masukan yang diberikan oleh penilai sebagai berikut:

Tabel 4.4 Kritik dan Saran dari Ahli Materi

No.	Penilai	Kritik dan Saran
1	Penilai I	Analisis data perlu direvisi, silahkan hubungi dosen pembimbing untuk konsultasi lebih lanjut.
2	Penilai II	a. Termodinamika itu satu cabang yang luas. Jika alat praktikum yang dibuat hanya menjelaskan satu atau dua topik saja, akan lebih tepat jika judul/nama alat praktikumnya bukan alat praktikum termodinamika tetapi "alat praktikum TOPIK TERMODINAMIKA". b. Dalam buku panduan, proses pembuatan alat praktikum tidak perlu disajikan, sebab bukan panduan pembuatan alat praktikum.

Tabel 4.5 Kritik dan Saran dari Ahli Media

No.	Penilai	Kritik dan Saran
1	Penilai I	a. Dalam rubrik no.4 tidak sesuai dengan kenyataan, alat praktikum hanya diberi keterangan berupa tulisan itupun hanya kotak-kotak besar, sedangkan bagian-bagian terkecil dari alat praktikum tidak ada nomor inventarisasinya. b. Kotak alumunium & panci water heater tidak aman jika sampai dipegang oleh peserta didik, sebaiknya di dalam panduan diberi perintah untuk selalu meletakkan kembali ke dalam kotak kit setelah pemakaian. c. Warna kotak kurang menarik. d. Sebaiknya dibuat tulisan keterangan kotak kit diatas bukan disamping supaya mudah terbaca. e. Masing-masing kotak kit yang ada didalam kotak kit besar diberi kunci pengaman.
2	Penilai II	a. Secara umum alat praktikum ini mampu bekerja dengan baik sesuai yang dimaksud dipembelajaran (tujuan), namun ada beberapa hal yang belum dilakukan yakni: Konsep ralat dan keseimbangan gas yang berupa poliatomik perlu ditegaskan, agar peserta didik tidak mengalami miskonsepsi terhadap pemahaman gas suhu kamar dan gas ideal. b. Perlu dilakukan percobaan *outdoor* untuk mengoptimalkan kebenaran hukum nol termodinamika. c. Alat ini menarik untuk dijadikan bahan tambahan praktikum, alat ini bisa digunakan untuk menjelaskan konsep hukum termodinamika yang mudah dipahami.

Tabel 4.6 Kritik dan Saran dari Pendidik Fisika SMA/MA

No.	Penilai	Kritik dan Saran
1	Penilai I	a. Mempertimbangkan ketepatan/valid. 1) Pemasangan termometer. 2) Jika perlu ada soket-soket pada rangkaian yang mempermudah dalam menggunakan alat praktikum . b. Estetika & kekuatan bahan. 1) Pemasangan yang baik/kokoh. 2) Perlu diberi soket-soket tambahan misalnya untuk voltmeter/amperemeter dan termometer. c. Petunjuk belum mengarah kepada laporan. 1) Tabel data pengamatan. 2) Kesimpulan.
2	Penilai II	Penjelasan penggunaan alat harus telaten dan sabar karena menyangkut materi sulit.
3	Penilai III	a. Penulisan persamaan hendaknya mengikuti buku-buku untuk tingkat SMA. b. Untuk petunjuk praktikum ini, lengkapi dengan tabel data pengamatan.

c. Uji Coba Produk

Produk yang telah dinilai oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik kemudian direvisi terlebih dahulu sebelum diuji coba kepada peserta didik. Uji coba produk pada tahap uji lapangan terbatas dilaksanakan di SMA N 2 Banguntapan, sedangkan pada uji lapangan lebih luas dilaksanakan di SMA N 2 Banguntapan, MAN Lab UIN Yogyakarta, dan MAN Wonokromo Bantul. Pada tahap ini, data kuantitatif yang diperoleh berupa respon peserta didik dengan skala *Likert* yang kemudian diubah dalam bentuk skor respon peserta didik. Skor respon peserta didik dianalisis untuk mengetahui kriteria respon peserta didik terhadap produk.

Uji coba produk pada uji lapangan terbatas dilakukan di SMA N 2 Banguntapan dengan jumlah responden terdiri dari 3 peserta didik,

sedangkan pada tahap uji lapangan lebih luas dilakukan di SMA N 2 Banguntapan, MAN Lab UIN Yogyakarta, dan MAN Wonokromo Bantul dengan jumlah responden sebanyak 18 peserta didik. Hasil data kuantitatif yang diperoleh dari uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas untuk setiap aspek dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 di lampiran. Kritik dan saran uji coba produk pada tahap uji lapangan terbatas dapat dilihat pada tabel 4.7, sedangkan kritik dan saran pada uji lapangan lebih luas dapat dilihat pada tabel 3 di lampiran. Kritik dan saran pada uji lapangan terbatas disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Kritik dan Saran pada Uji Lapangan Terbatas

Nomor Responden	Kritik dan Saran
1	Wadah alumunium diberi pelapis agar tidak terlalu panas saat akan membuang air panas setelah percobaan selesai.
2	Tolong stopwacth selalu dicek sebelum alat praktikum ini digunakan.
3	Langkah-langkah pada prosedur percobaan dikurangi agar waktu percobaan lebih efisien/ tidak lama.

3. Analisis data

a. Analisis Data Kualitatif

Data kualitatif berupa kritik dan saran yang diperoleh dari validator instrumen, validator produk, para ahli, dan peserta didik yang dipilih oleh pendidik untuk mencoba serta memberikan kritik dan saran terhadap alat praktikum yang dikembangkan. Data tersebut digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan revisi produk. Data yang sesuai akan digunakan untuk perbaikan produk "**ALAT PRAKTIKUM TERMODINAMIKA BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING***

BAGI PESERTA DIDIK SMA/MA KELAS XI". Deskripsi dari lembar keterlaksanaan alat praktikum juga menjadi data kualitatif untuk melihat keterlaksanaan dari media pembelajaran.

b. Analisis Data Kuantitatif

Data kuantitatif yang diperoleh pada penelitian ini berupa skor penilaian produk dan respon dari peserta didik. Skor tersebut dianalisis dengan menggunakan rerata skor (Widoyoko, 2012: 111-115). Data kuantitatif yang telah dianalisis menjadi rerata skor, dibandingkan dengan kriteria penilaian produk dan kriteria respon peserta didik pada tabel untuk diketahui kriteria kualitatifnya.

1) Penilaian Ahli dan Pendidik

Penilaian produk dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika SMA/MA. Data yang dianalisis dibandingkan dengan tabel 3.2. Hasil analisis data penilaian dari 2 ahli materi disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.8 Analisis Data Penilaian Ahli Materi

Aspek Penilaian	Butir	Σ Skor	Σ Per Aspek	Rerata Skor	Kriteria Kualitatif
Keterkaitan dengan bahan ajar	1	8	24	4,00	Sangat Baik
	2	8			
	3	8			
Nilai pendidikan	4	8	16	4,00	Sangat Baik
	5	8			
Kesesuaian dengan karakteristik PBL	6	6	14	3,50	Sangat Baik
	7	8			
Keseluruhan			**54**	**3,86**	**Sangat Baik**

Selanjutnya, hasil analisis data penilaian oleh 2 ahli media disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.9 Analisis Data Penilaian Ahli Media

Aspek Penilaian	Butir	Σ Skor	Σ Per Aspek	Rerata Skor	Kriteria Kualitatif
Ketahanan komponen alat praktikum	1	8	24	4,00	Sangat Baik
	2	8			
	3	8			
Kotak kit & hasil pengukuran	4	7	23	3,83	Sangat Baik
	5	8			
	6	8			
Keamanan bagi peserta didik	7	7	14	3,50	Sangat Baik
	8	7			
Estetika	9	6	13	3,25	Baik
	10	7			
Keseluruhan			**74**	**3,70**	**Sangat Baik**

Hasil analisis data penilaian dari pendidik fisika SMA/MA disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.10 Analisis Data Penilaian Pendidik Fisika SMA/MA

Aspek Penilaian	Butir	Σ Skor	Σ Per Aspek	Rerata Skor	Kriteria Kualitatif
Keterkaitan dengan bahan ajar	1	12	34	3,78	Sangat Baik
	2	10			
	3	12			
Nilai pendidikan	4	11	21	3,50	Sangat Baik
	5	10			
Kesesuaian dengan karakteristik PBL	6	10	20	3,33	Sangat Baik
	7	10			
Ketahanan komponen alat praktikum	8	11	34	3,78	Sangat Baik
	9	12			
	10	11			
Kotak kit & hasil pengukuran	11	9	31	3,44	Sangat Baik
	12	10			
	13	12			
Keamanan bagi peserta didik	14	11	22	3,67	Sangat Baik
	15	11			
Estetika	16	11	20	3,33	Sangat Baik
	17	9			
Efisiensi Alat	18	11	21	3,50	Sangat Baik
	19	10			
Keseluruhan			**203**	**3,56**	**Sangat Baik**

Berdasarkan hasil analisis data penilaian dari ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika SMA/MA terhadap produk yang dikembangkan, maka penilaian kualitas produk secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.11 Penilaian Ahli Materi, Ahli Media, dan Pendidik Fisika SMA/MA

No	Penilai	Rerata Skor	Kriteria Kualitatif
1	Ahli Materi	3,86	Sangat Baik
2	Ahli Media	3,70	Sangat Baik
3	Pendidik Fisika	3,56	Sangat Baik

2) Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas. Uji coba produk pada tahap uji lapangan terbatas dilakukan di SMA N 2 Banguntapan dengan jumlah responden sebanyak 3 peserta didik, sedangkan uji lapangan lebih luas dilakukan di SMA N 2 Banguntapan, MAN Lab UIN Yogyakarta, dan MAN Wonokromo Bantul dengan jumlah seluruh responden sebanyak 18 peserta didik. Data yang diperoleh dari uji coba pada tahap uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas yaitu respon peserta didik diubah/dikonversi dalam bentuk skor. Skor tersebut dianalisis dan dibandingkan dengan tabel 3.4 pada bab III.

Hasil dari analisis data respon peserta didik dari uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5 pada lampiran. Berdasarkan data uji coba produk pada tahap uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas jika dianalisis pada tiap

aspek menunjukkan perubahan. Perbandingan perubahan secara keseluruhan tiap aspek pada uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.12 Perbandingan Tiap Aspek pada Uji Coba Produk

No	Aspek	Rerata Skor		Kriteria Kualitatif	
		Uji Lapangan Terbatas	Uji Lapangan Lebih Luas	Uji Lapangan Terbatas	Uji Lapangan Lebih Luas
1	Penampilan fisik alat praktikum	3,33	3,50	Sangat setuju	Sangat setuju
2	Motivasi peserta didik	3,33	3,56	Sangat setuju	Sangat setuju
3	Pemahaman konsep peserta didik	3,11	3,50	Setuju	Sangat setuju
4	Kualitas alat praktikum	3,56	3,72	Sangat setuju	Sangat setuju
5	Konsep yang dijelaskan alat praktikum	3,83	3,58	Sangat setuju	Sangat setuju
6	Buku panduan	3,33	3,50	Sangat setuju	Sangat setuju
Keseluruhan		**3,40**	**3,56**	**Sangat setuju**	**Sangat setuju**

Jika dilihat secara keseluruhan dari data hasil uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas mengalami perubahan pada rerata skor. Sedangkan kriteria kualitatif dari uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas tidak mengalami perubahan. Perbandingan data hasil respon peserta didik pada uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.13 Respon Peserta Didik pada Uji Lapangan Terbatas dan Uji Lapangan Lebih Luas

No	Uji	Rerata Skor	Kriteria Kualitatif
1	Lapangan terbatas	3,40	Sangat setuju
2	Lapangan lebih luas	3,56	Sangat setuju

B. Pembahasan

1. Produk Awal

Produk alat praktikum termodinamika pada tahap awal yang dikembangkan dalam penelitian ini mencakup beberapa bagian:

a. Buku panduan praktikum termodinamika terdiri dari *cover* (sampul), kompetensi dasar (KD), indikator, materi pokok, tujuan, rumusan masalah, hipotesis awal, alat dan bahan, skema dan tata cara pembuatan alat praktikum, prosedur percobaan, data hasil percobaan, metode analisis data, analisis data dan kesimpulan, serta sumber.
b. Alat praktikum termodinamika yang terdiri dari 2 wadah air yang terbuat dari alumunium, 1 multimeter, 1 stopwacth, 2 termometer, 1 buah penutup wadah air yang terbuat dari multiplek, 1 set heater, 1 buah peltier/konverter panas.

Produk awal pengembangan alat praktikum termodinamika ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

a. Alat praktikum termodinamika yang dikembangkan digunakan untuk menjelaskan hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika.
b. Materi termodinamika yang dijelaskan menggunakan alat praktikum sesuai dengan SK dan KD pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) tahun 2006 yaitu:
   1) SK 3. Menerapkan konsep termodinamika dalam mesin kalor.

2) KD 3.2 Menganalisis perubahan keadaan gas dengan menerapkan hukum termodinamika.

Produk awal alat praktikum disajikan sebagai berikut:

Gambar 4.1 Wadah Air dan Penutup Wadah Air

Gambar 4.2 Multimeter

Gambar 4.3 Stopwacth

Gambar 4.4 Termometer

Gambar 4.5 Heater

Gambar 4.6 Peltier/Konverter Panas

2. Validasi dan Penilaian

a. Validasi

Pada tahap revisi I dilakukan perbaikan produk awal berdasarkan masukan dari validator produk dan instrumen. Perbaikan yang dilakukan berdasarkan masukan dari validator produk sebagai berikut ini:

1) Gambar pada buku panduan praktikum diganti dengan yang berwarna.
2) Lapisan pada kayu diganti dengan kain flanel.

Revisi instrumen penelitian dilakukan berdasarkan masukan dari validator instrumen yang terkait dengan beberapa aspek yang perlu diperbaiki pada instrumen penelitian yang akan digunakan. Perbaikan instrumen penelitian yang dilakukan yaitu:

1) Redaksi pada kriteria penilaian ahli media no.9 diganti.
2) Redaksi no.9 pada instrumen respon peserta didik diganti menjadi "**Alat praktikum ini mudah untuk dirangkai**"..

b. Penilaian.

Pada tahap selanjutnya adalah revisi II yang dilakukan setelah produk dinilai oleh tim penilai yang terdiri dari ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika SMA/MA. Revisi produk dilakukan berdasarkan masukan dari penilai terhadap alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning*. Perbaikan yang dilakukan antara lain:

1) Prosedur percobaan ditambah dengan perintah untuk meletakkan wadah alumunium dan heater ke dalam kotak yang terbuat dari multiplek agar tidak berbahaya bagi peserta didik.
2) Tulisan “Kotak Kit” ditempatkan diatas kotak kit.
3) Masing-masing kotak kit kecil diberi perekat agar bisa tertutup secara baik.
4) Tabel alat dan bahan diperbaiki berdasarkan masukan dari ahli media.
5) Percobaan *outdoor* dilakukan untuk mengoptimalkan kebenaran hukum ke-0 termodinamika.
6) Setiap lambang dari besaran-besaran fisika yang digunakan pada metode analisis data diberi keterangan nama lambang dan satuannya.
7) Proses pembuatan alat praktikum dalam buku panduan dihapus berdasarkan masukan dari ahli materi.
8) Penulisan persamaan dalam buku panduan mengikuti buku-buku fisika tingkat SMA berdasarkan masukan dari pendidik fisika.
9) Buku panduan ditambahkan tabel data pengamatan untuk pengambilan data secara berulang.
10) Kabel-kabel dan alat pengukur tegangan serta arus listrik diberi soket agar tidak terurai.
11) Penomoran alat pada skema percobaan diurutkan dari kiri ke kanan agar lebih mudah mengamati nama alatnya.

Setelah revisi II selesai, dilanjutkan pada tahap revisi III. Revisi III dilakukan setelah produk diujicobakan kepada peserta didik yaitu pada tahap uji lapangan terbatas. Revisi III ini dilakukan berdasarkan masukan dari lembar angket respon peserta didik dan lembar keterlaksanaan pada tahap uji lapangan terbatas. Perbaikan yang dilakukan antara lain:

1) Wadah alumunium diberi pelapis sebagai pengaman agar tidak berbahaya saat selesai praktikum dan membuang air panas dari wadah.
2) Menggurangi langkah-langkah dari prosedur percobaan agar waktu penggunaan alat praktikum lebih efektif dan efisien.

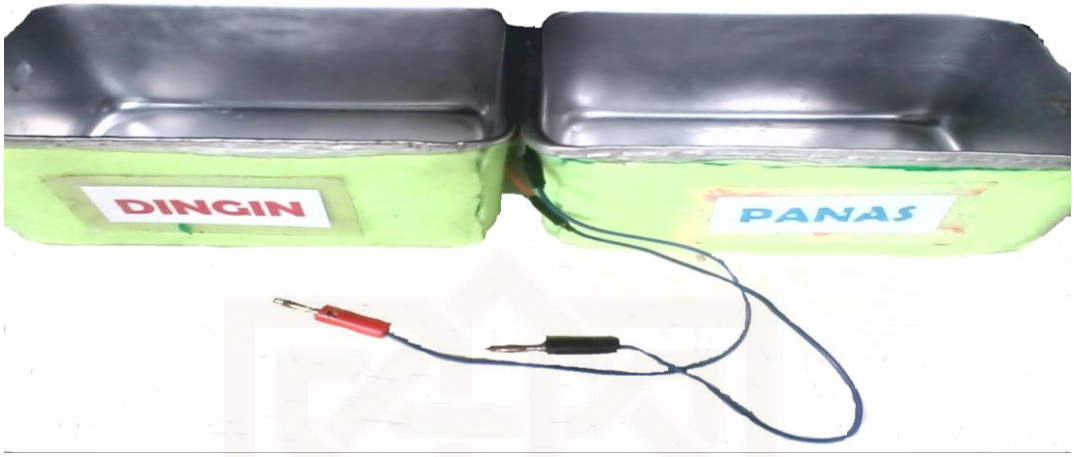
Setelah revisi III selesai, dilanjutkan pada revisi IV yaitu perbaikan tahap akhir sebelum menjadi produk akhir. Revisi IV dilakukan setelah produk diujicobakan kepada peserta didik yaitu pada tahap uji lapangan lebih lebih luas. Revisi IV ini dilakukan berdasarkan masukan dari lembar angket respon peserta didik dan lembar keterlaksanaan pada uji lapangan lebih luas. Perbaikan yang dilakukan antara lain:

1) Waktu pengamatan menjadi 100 detik agar lebih efektif dan efisien dalam waktu pengambilan data.
2) Komponen alat praktikum diperbaiki agar kokoh saat dirangkai.
3) Pada buku penggunaan alat praktikum ditambahkan rangkaian percobaan.

Berdasarkan data-data diatas, produk akhir alat praktikum disajikan sebagai berikut:

Gambar 4.7 Kotak Heater dan Heater

Gambar 4.8 Kotak Wadah Air



Gambar 4.9 Wadah Air dan Peltier

Gambar 4.10 Multimeter

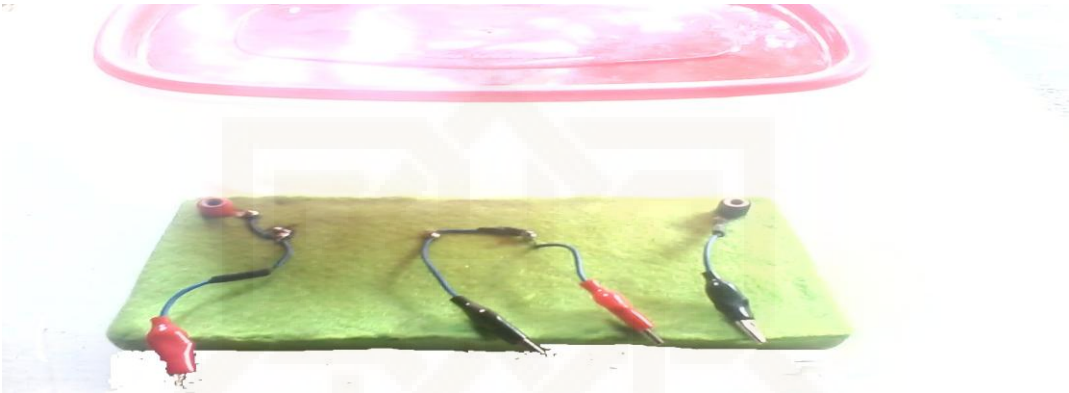
Gambar 4.11 Kotak Multimeter

Gambar 4.12 Kotak Kabel, Penggaris, Termometer dan Stopwacth

Gambar 4.13 Kabel dan Termometer

Gambar 4.14 Stopwacth

Gambar 4.15 Penggaris



Gambar 4.16 Kotak Plastik, Soket, dan Hambatan Listrik

3. Hasil Analisis Data

Berdasarkan tabel analisis data penilaian ahli materi, hasil penilaian dari 2 ahli materi diperoleh data yaitu jumlah skor pada aspek keterkaitan dengan bahan ajar sebesar 24 dengan rerata skor sebesar 4,00 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar adalah sangat baik (SB). Kemudian aspek nilai pendidikan mempunyai jumlah skor sebesar 16 dengan rerata skor sebesar 4,00 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek nilai pendidikan adalah sangat baik (SB). Sedangkan aspek kesesuaian dengan karakteristik PBL mempunyai jumlah skor sebesar 14 dengan rerata skor sebesar 3,50 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek kesesuaian dengan karakteristik PBL adalah sangat baik (SB). Secara keseluruhan jumlah skor yang diperoleh dari

penilaian 2 ahli materi sebesar 54 dengan rerata skor sebesar 3,86 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatifnya adalah sangat baik (SB).

Kemudian pada tabel analisis data penilaian ahli media yang diperoleh dari hasil penilaian 2 ahli media menunjukkan bahwa jumlah skor pada aspek ketahanan komponen alat praktikum sebesar 24 dengan rerata skor sebesar 4,00 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif aspek ketahanan komponen alat praktikum adalah sangat baik (SB). Sedangkan pada aspek kotak kit & hasil pengukuran menunjukkan bahwa jumlah skornya sebesar 23 dengan rerata skor sebesar 3,83 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif aspek kotak kit & hasil pengukuran adalah sangat baik (SB). Untuk jumlah skor aspek keamanan bagi peserta didik sebesar 14 dengan rerata skor sebesar 3,50 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek keamanan bagi peserta didik adalah sangat baik (SB). Dan untuk aspek estetika mempunyai jumlah skor sebesar 13 dengan rerata skor sebesar 3,25 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek estetika adalah baik (B). Sedangkan jumlah keseluruhan skor yang diperoleh dari penilaian 2 ahli media sebesar 74 dengan rerata skor sebesar 3,70 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari jumlah keseluruhan skor adalah sangat baik (SB).

Selanjutnya, berdasarkan tabel analisis data penilaian pendidik fisika SMA/MA yang diperoleh dari hasil penilaian 3 pendidik menunjukkan bahwa jumlah skor aspek keterkaitan dengan bahan ajar sebesar 34 dengan

rerata skor sebesar 3,78 sehingga diperoleh kriteria kualitatif dari aspek keterkaitan dengan bahan ajar adalah sangat baik (SB). Sedangkan aspek nilai pendidikan mempunyai jumlah skor sebesar 21 dengan rerata skor 3,50 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek nilai pendidikan adalah sangat baik (SB). Untuk aspek kesesuaian dengan karakteristik PBL mempunyai jumlah skor sebesar 20 dengan rerata skor sebesar 3,33 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek kesesuaian dengan karakteristik PBL adalah sangat baik (SB). Dan pada aspek ketahanan komponen alat praktikum mempunyai jumlah skor sebesar 34 dengan rerata skor sebesar 3,78 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek ketahanan komponen alat praktikum adalah sangat baik (SB).

Aspek kotak kit & hasil pengukuran mempunyai jumlah skor sebesar 31 dengan rerata skor sebesar 3,44 yang menunjukkan kriteria kualitatifnya adalah sangat baik (SB). Untuk aspek keamanan bagi peserta didik mempunyai jumlah skor sebesar 22 dengan rerata skor sebesar 3,67 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek keamanan bagi peserta didik adalah sangat baik (SB). Aspek estetika mempunyai jumlah skor sebesar 20 dengan rerata skor sebesar 3,33 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek estetika adalah sangat baik (SB). Dan pada aspek efisiensi alat, jumlah skornya sebesar 21 dengan rerata skor sebesar 3,50 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek ini adalah sangat baik (SB). Sehingga jumlah skor keseluruhan dari penilaian 3 pendidik SMA/MA

sebesar 203 dengan rerata skor sebesar 3,56 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif adalah sangat baik (SB).

Berdasarkan dari hal-hal di atas menunjukkan bahwa produk alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* perlu diperbaiki/direvisi terutama pada konstruksi dan estetika alat praktikum. Beberapa aspek didalam buku panduan praktikum berdasarkan penilaian ahli dan pendidik yang perlu direvisi yaitu penjelasan dari besaran-besaran fisika yang digunakan. Perbaikan dari beberapa aspek yang dilakukan diharapkan dapat memperbaiki kualitas dari alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* supaya produk yang dikembangkan bisa digunakan untuk pembelajaran fisika di SMA/MA.

Setelah dilakukan penilaian oleh ahli materi, ahli media, dan pendidik fisika serta dilakukan revisi, langkah selanjutnya adalah uji coba pada tahap uji lapangan terbatas. Uji coba pada tahap ini dilakukan terhadap 3 peserta didik dari SMA N 2 Banguntapan, kemudian didapatkan data jumlah skor dari aspek penampilan fisik alat praktikum sebesar 20 dengan rerata skor sebesar 3,33 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari aspek penampilan fisik alat praktikum adalah sangat setuju (SS). Untuk aspek motivasi peserta didik mendapatkan jumlah skor sebesar 30 dengan rerata skor sebesar 3,33 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari aspek motivasi peserta didik adalah sangat setuju (SS). Sedangkan pada aspek pemahaman konsep peserta didik mempunyai jumlah skor sebesar 28 dengan rerata skor

sebesar 3,11 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari aspek pemahaman konsep peserta didik adalah setuju (S).

Pada aspek kualitas alat praktikum mendapatkan jumlah skor sebesar 32 dengan rerata skor sebesar 3,56 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari aspek kualitas alat praktikum adalah sangat setuju (SS). Dan aspek konsep yang dijelaskan alat praktikum mendapatkan jumlah skor sebesar 23 dengan rerata skor sebesar 3,83 yang menunjukkan kriteria kualitatif aspek konsep yang dijelaskan alat praktikum adalah sangat setuju (SS). Aspek buku panduan mempunyai jumlah skor sebesar 20 dengan rerata skor sebesar 3,33 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek buku panduan adalah sangat setuju (SS). Sehingga jumlah skor keseluruhan dari uji coba produk pada tahap uji lapangan terbatas sebesar 153 dengan rerata skor sebesar 3,40 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari uji coba produk pada tahap uji lapangan terbatas adalah sangat setuju (SS).

Berdasarkan dari data-data dari uji coba produk pada tahap uji lapangan terbatas, aspek yang mendapatkan rerata skor rendah adalah pemahaman konsep peserta didik. Sehingga, agar konsep yang dijelaskan alat praktikum bisa dimengerti oleh peserta didik maka perlu dijelaskan terlebih dahulu tentang konsep yang akan dijelaskan menggunakan alat praktikum. Hal ini bertujuan agar peserta didik bisa mengkonfirmasi kebenaran dari konsep yang telah dipelajari dari buku sebelum menggunakan alat praktikum. Sedangkan pada alat praktikum dilakukan perbaikan pada

wadah alumunium dengan melapisi wadah dengan kain flanel agar lebih mudah saat membuang air dari wadah setelah selesai praktikum. Selain itu langkah-langkah prosedur percobaan juga dikurangi untuk mengefisiensikan waktu.

Setelah dilakukan uji coba produk pada tahap uji lapangan terbatas serta dilakukan revisi III, langkah selanjutnya adalah uji lapangan lebih luas. Dari uji lapangan lebih luas yang dilakukan kepada 18 peserta didik dari MAN Lab UIN Yogyakarta, MAN Wonokromo Bantul, dan SMA N 2 Banguntapan didapatkan data jumlah skor dari aspek penampilan fisik alat praktikum sebesar 126 dengan rerata skor sebesar 3,50 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari aspek penampilan fisik alat praktikum adalah sangat setuju (SS). Untuk aspek motivasi peserta didik mendapatkan jumlah skor sebesar 192 dengan rerata skor sebesar 3,56 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari aspek motivasi peserta didik adalah sangat setuju (SS). Sedangkan pada aspek pemahaman konsep peserta didik mempunyai jumlah skor sebesar 189 dengan rerata skor sebesar 3,50 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari aspek pemahaman konsep peserta didik adalah sangat setuju (SS).

Pada aspek kualitas alat praktikum mendapatkan jumlah skor sebesar 201 dengan rerata skor sebesar 3,72 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari aspek kualitas alat praktikum adalah sangat setuju (SS). Dan aspek konsep yang dijelaskan alat praktikum mendapatkan jumlah skor sebesar 129

dengan rerata skor sebesar 3,58 yang menunjukkan kriteria kualitatif aspek konsep yang dijelaskan alat praktikum adalah sangat setuju (SS). Aspek buku panduan mempunyai jumlah skor sebesar 126 dengan rerata skor sebesar 3,50 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitatif dari aspek buku panduan adalah sangat setuju (SS). Sehingga jumlah skor keseluruhan dari uji lapangan lebih luas sebesar 963 dengan rerata skor sebesar 3,56 yang menunjukkan kriteria kualitatif dari uji lapangan lebih luas adalah sangat setuju (SS).

Berdasarkan data perbandingan tiap aspek penilaian dari uji coba produk pada uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas, terjadi peningkatan rerata skor. Hanya pada aspek konsep yang dijelaskan alat praktikum saja yang mengalami penurunan, hal ini disebabkan pada saat uji lapangan lebih luas peserta didik kurang semagat saat diberi waktu untuk membaca buku sebagai sumber belajar supaya peserta didik mempunyai pemahaman dasar dari materi termodinamika sebelum menggunakan alat praktikum. Untuk kriteria kualitatif secara keseluruhan tidak mengalami perubahan, kriteria kualitatif secara keseluruhan dari uji lapangan terbatas dan uji lapangan lebih luas adalah sangat setuju (SS). Untuk itu, dari masukan dan hasil pengamatan saat melakukan uji lapangan lebih luas dilakukan revisi pada aspek waktu pengamatan, kemudian memperkokoh komponen alat praktikum agar kokoh saat dirangkai. Dan untuk

mempermudah peserta didik sebagai pengguna alat praktikum, pada buku panduan juga ditambahkan rangkaian percobaan.

Setelah dilakukan uji lapangan lebih luas dan revisi IV, maka akan didapatkan produk akhir dari penelitian pengembangan yang dilakukan yaitu alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI.

Produk akhir alat praktikum ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

a. Alat praktikum yang dikembangkan berbasis *problem based learning* bagi peserta didik kelas XI pada tingkat SMA/MA.
b. Alat praktikum yang dikembangkan juga disesuaikan dengan karakteristik *Problem Based Learning* yaitu:
   1) Pengajuan pertanyaan/masalah yang *autentik*, jelas, mudah dipahami, luas dan sesuai tujuan pembelajaran, dan bermanfaat.
   2) Berfokus pada keterkaitan antar disiplin ilmu.
   3) Penyelidikan *autentik* (nyata).
   4) Kolaboratif.
c. Materi fisika yang dijelaskan menggunakan alat praktikum mengacu pada Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP), yaitu:
   1) Standar Kompetensi (SK 3):

      Menerapkan konsep termodinamika dalam mesin kalor.
   2) Kompetensi Dasar (KD 3.2):

Menganalisis perubahan keadaan gas ideal dengan menerapkan hukum termodinamika.

d. Alat praktikum termodinamika yang dikembangkan digunakan untuk menjelaskan hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika
e. Buku panduan praktikum terdiri dari beberapa bagian, yaitu: *Cover*, kompetensi dasar, indikator, materi pokok, tujuan, rumusan masalah, hipotesis awal, alat dan bahan, skema & rangkaian percobaan, prosedur percobaan, data hasil percobaan, metode analisis data, analisis data dan kesimpulan, serta sumber.
f. Alat praktikum terdiri dari 4 kotak kecil, 1 kotak kit besar, 1 peltier/konverter panas, 2 wadah alumunium, 1 set heater, 2 multimeter, 2 termometer, 1 penggaris, 1 wadah plastik, dan 1 stopwatch.

Alat praktikum juga dilengkapi dengan buku panduan praktikum agar peserta didik mudah dalam menggunakan alat praktikum ini. Dalam buku panduan juga dituliskan tentang landasan pembuatan alat praktikum dengan mengacu KD 3.2 sesuai kurikulum tingkat satuan pendidikan agar alat praktikum yang dikembangkan sesuai dengan pembelajaran. Dalam buku panduan praktikum juga dituliskan rumusan masalah, tujuan dan hipotesis awal untuk memberikan pengalaman kepada peserta didik tentang pembuatan laporan pengamatan. Prosedur percobaan juga ditulis agar lebih efektif dan efisien terhadap waktu pembelajaran yang digunakan karena alat praktikum berbasis *problem based learning* yang memerlukan waktu lama.

Pada alat praktikum juga dibuat kotak-kotak sebagai tempat menyimpan komponen-komponen alat praktikum agar tidak cepat rusak. Kotak tempat menyimpan heater juga digunakan sebagai pelindung bagi peserta didik saat menggunakan alat praktikum, agar peserta didik tidak terkena panas dari heater. Wadah alumunium dilapisi dengan kain flanel dan diberi kotak agar tidak berbahaya bagi peserta didik. Multimeter yang digunakan juga menggunakan multimeter digital agar memudahkan peserta didik saat menggunakan alat praktikum.

Alat praktikum ini dibuat berbasis pemecahan masalah (*problem based learning*), maka langkah-langkah model PBL ini sebanyak 7 langkah. Langkah pertama yaitu peserta didik diberi kesempatan untuk mengklarifikasi istilah dan konsep yang belum jelas berkaitan dengan hukum ke-0, ke-1 dan ke-2 termodinamika yang akan dipelajari, hal ini bertujuan agar peserta didik mempunyai pemahaman yang sama terhadap permasalahan yang harus diselesaikan. Langkah kedua adalah perumusan masalah, perumusan masalahnya yaitu deskripsi dari hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika, besarnya usaha, kalor dan energi dalam serta efisiensi konverter panas. Langkah ketiga yaitu menganalisis masalah, pada langkah ini peserta didik berdiskusi dan curah gagasan terkait hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika.

Langkah keempat adalah menata gagasan dan menganalisisnya, alat praktikum termodinamika digunakan pada tahap ini sehingga peserta didik

akan mendapatkan data untuk dipergunakan sebagai data pendukung dalam pembuatan laporan praktikum. Langkah kelima adalah memformulasikan tujuan pembelajaran, pada langkah ini tujuan pembelajaran sudah ada dalam buku panduan praktikum yang digunakan sebagai dasar penugasan setiap anggota kelompok untuk melengkapi informasi dari laporan praktikum sehingga peserta didik bisa mengetahui tugas masing-masing anggota kelompok. Langkah keenam adalah mencari informasi tambahan berkaitan dengan hukum-hukum termodinamika, setiap anggota mencari tambahan informasi sesuai tugas yang sudah dibagi pada tahap kelima untuk melengkapi laporan praktikumnya. Langkah ketujuh adalah mensintesa, menguji informasi yang sudah didapatkan dan membuat laporan praktikum termodinamika, setelah dilakukan presentasi laporan kelompok maka setiap peserta didik akan mendapatkan informasi baru sehingga dapat digunakan untuk membuat laporan. Langkah keenam dan ketujuh dilakukan diluar kelas.

4. Kelebihan dan kekurangan

Kelebihan dan kekurangan alat praktikum termodinamika berbasis *problem based learning* bagi peserta didik SMA/MA kelas XI disajikan sebagai berikut:

a. Kelebihan:

1) Memberikan referensi kepada pendidik dan peserta didik saat akan membuat alat praktikum yang dapat digunakan untuk membantu

mempelajari materi termodinamika dengan menggunakan bahan dan alat yang murah serta mudah didapatkan.

2) Alat praktikum dan buku panduan praktikum dibuat dan disesuaikan dengan Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) dari materi termodinamika pada kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP).
3) Alat praktikum ini dikembangkan agar peserta didik berlatih untuk mengoptimalkan semua fungsi inderanya dan saling bekerja sama dengan teman/bekerja sebagai team.
4) Pengambilan data saat menggunakan alat praktikum untuk membuktikan hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 dapat dilakukan secara berulang.
5) Materi suhu dan kalor serta materi listrik dinamis yang sudah dipelajari oleh peserta didik dikelas X juga digunakan untuk membuktikan kebenaran teori dari hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika. Hal ini bertujuan agar peserta didik selalu ingat konsep dari materi-materi tersebut dan hal ini baik terhadap daya ingat serta pemahaman pada materi-materi tersebut.
6) Alat praktikum juga dirancang dengan komponen alat yang tidak terlalu banyak sehingga mudah untuk dirangkai.

7) Waktu pengamatan dibuat lebih efisien karena alat praktikum dibuat berbasis *problem based learning* yang membutuhkan waktu lama dalam pembelajaran.

b. Kekurangan:

1) Alat praktikum yang dikembangkan cukup berat karena terbuat dari multiplek, plastik, alumunium, dan kaca.
2) Alat praktikum ini tidak dikembangkan untuk menjelaskan semua topik dari materi hukum termodinamika, tetapi hanya dikembangkan untuk membantu pendidik menjelaskan hukum ke-0, ke-1, dan ke-2 termodinamika saja.