

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

Kajian teori yang mendasari dalam penelitian ini meliputi pembelajaran fisika, media dan multimedia pembelajaran fisika, CD interaktif fisika, *Problem Based Learning (PBL)*, kemampuan representasi grafik dan matematik, dan Materi Gerak Harmonik Sederhana. Adapun penjelasan masing-masing teori adalah sebagai berikut.

1. Pembelajaran Fisika

a. Pengertian Fisika

Fisika berasal dari kata Yunani yang berarti alam sehingga fisika diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari benda-benda di alam, gejala-gejala, kejadian-kejadian dan fenomena alam. Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang pada dasarnya bertujuan untuk mempelajari dan memberi pemahaman baik secara kualitatif maupun kuantitatif tentang berbagai gejala atau proses alam dan sifat zat serta penerapannya. Fisika sebagai bagian dari sains bukan hanya berisi kumpulan fakta-fakta dan rumus-rumus tetapi merupakan pemikiran manusia dan aktivitas manusia (Knight, 2004: 17). Fisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang hukum alam dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Objek yang dibahas dalam fisika pada umumnya merupakan benda mati (Suparno, 2001: 94). *Science and the knowledge it produces is derived directly from the observation of phenomena and gives access to factual truth about the world through detached observation* (Kamisah Osman, 2012: 1). Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Chiappetta & Koballa (2010:

102) yang menyatakan bahwa sains termasuk fisika merupakan studi yang berdasarkan observasi dan eksperimen, mengandalkan pengumpulan data, bukti-bukti yang kuat, dan kesimpulan yang meyakinkan.

Supriyono (2003: 4) menyatakan bahwa membicarakan hakikat fisika sama halnya dengan membicarakan hakikat sains karena fisika merupakan bagian yang tak terpisahkan dari sains. Oleh karena itu, mempelajari fisika sama dengan mempelajari sains. Sains sebagai sebuah landasan dasar kegiatan manusia yang dapat dilihat dari tiga sudut pandang yang berbeda yakni: (1) sains sebagai cara untuk berpikir; (2) sains sebagai suatu cara penyelidikan atau penelitian; (3) sains sebagai bangunan sistematis ilmu pengetahuan yang terdiri dari fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, dan model.

Teori fisika diyakini selalu mempunyai kebenaran empiris. Fisika merupakan salah satu cabang dari IPA dan merupakan ilmu yang lahir dan berkembang melalui langkah-langkah observasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengujian hipotesis melalui eksperimen, penarikan kesimpulan, serta penemuan teori dan konsep. Hal ini sejalan dengan pendapat Trianto, (2012: 138) yang menyatakan bahwa hakikat ilmu pengetahuan alam (fisika) adalah mempelajari gejala alam melalui serangkaian proses yang dikenal dengan proses ilmiah yang dibangun atas dasar sikap ilmiah dan hasilnya terwujud sebagai produk ilmiah yang tersusun atas tiga komponen penting yakni berupa konsep, prinsip, dan teori yang berlaku secara universal. Pendapat yang lain yaitu menurut Carin & Sund (1980: 2) menyatakan bahwa:

...science is human activity that has evolved as an intellectual tool to facilitate describing and ordering the environment. Once one accepts the

idea that science does not exist in any other realm but the mind, it ceases to be a "thing," an entity with its own existence. Though scientific truth or fact is ideally objective, it is subject to human perception and logic....As a method, science is relatively stable and universally applied, while as a body of knowledge, it is constantly changing.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa ilmu fisika adalah ilmu yang mempelajari tentang gejala alam dan dalam mengumpulkan data hasil observasi dan eksperimen untuk mempelajari gejala alam menggunakan proses dan sikap ilmiah. Proses dan sikap ilmiah yang dimaksud di sini tidak lain dilakukan dengan metode ilmiah (*scientific methods*).

Dalam belajar fisika, kita harus mampu menguraikan dan menganalisis struktur dan peristiwa yang terjadi di alam, teknik dan lingkungan di sekitar kita. Proses menguraikan dan menganalisis tersebut didasarkan pada penerapan struktur logika sebab akibat (kausalitas). Hal tersebut bertujuan untuk memahami gejala alam. Oleh karena itu, kemampuan pemahaman konsep merupakan syarat mutlak dalam mencapai keberhasilan belajar fisika. Permasalahan fisika yang ada dalam kehidupan sehari-hari maupun permasalahan soal-soal fisika di sekolah, dapat diselesaikan apabila penguasaan konsep fisika nya baik.

Izzaty, et.al. (2008: 38) menekankan pentingnya pengamatan kaitannya dengan perkembangan kognitif setiap individu. Individu atau peserta didik dapat belajar banyak dari pengamatan, dimana hal ini dapat membantu peserta didik untuk membuktikan apa yang diketahuinya dan menemukan apa yang belum diketahuinya. Peserta didik juga dapat mempelajari proses melalui kegiatan praktikum. Melalui kegiatan praktikum berarti memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik, sehingga juga dapat mengembangkan perkembangan

kognitif yang baik. Pengalaman langsung yang diberikan pun sebaiknya dilakukan secara terus menerus. Jarrett, et.al. (2010: 35) menyatakan bahwa peserta didik biasanya tidak berpikir tentang percobaan setelah meninggalkan laboratorium. Oleh sebab itu, perlu dilatihkan secara terus menerus agar dapat mempertahankan dan mentransfer pemahaman ke dalam memori jangka panjang.

Berdasarkan pendapat dari para ahli di atas maka dapat disimpulkan bahwa fisika adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang gejala alam yang dapat dibuktikan kebenarannya dengan kegiatan eksperimen yang dilakukan dengan metode ilmiah (*scientific approach*). Adapun tujuan dasar dari ilmu fisika adalah mencari pengetahuan yang bersifat umum dalam bentuk teori, hukum, kaidah asas yang dapat diandalkan. Fisika sebagai ilmu merupakan landasan pengembangan teknologi, sehingga teori-teori fisika membutuhkan tingkat kecermatan yang lebih.

b. Pembelajaran Fisika

Menurut Undang-undang Sisdiknas No. 20 Tahun 2003, pembelajaran adalah proses interaksi antara peserta didik dan sumber belajar di dalam lingkungan belajar tertentu, sehingga dengan mendeskripsikan setiap unsur yang terlibat dalam proses tersebut, dapat ditengarai ciri pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*Student Centered Learning*). Sugihartono, dkk (2007: 81) mendefinisikan pembelajaran sebagai suatu upaya yang dilakukan dengan sengaja oleh pendidik untuk menyampaikan ilmu pengetahuan, mengorganisasi dan menciptakan sistem lingkungan dengan berbagai metode sehingga peserta didik dapat melaksanakan kegiatan belajar secara efektif dan efisien serta dengan hasil yang optimal. Menurut Oemar Hamalik (2005:57) menyatakan bahwa

pembelajaran merupakan suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan, dan prosedur yang saling mempengaruhi pencapaian tujuan pembelajaran.

Pembelajaran fisika adalah proses interaksi antara siswa dengan guru dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar (Suryabrata, 1983: 2). Pembelajaran fisika memuat standar proses pembelajaran fisika. Menurut Markowitsch & Luomi-Messerer, 2007: 37 dan juga sejalan dengan pendapat Lauzackas & Tutlys, 2007: 168 mengenai standar proses pembelajaran, standar proses pembelajaran merupakan keseluruhan tolok ukur pencapaian minimal pada siklus penjaminan mutu proses akademik pada setiap jenjang pendidikan yang diselenggarakan oleh institusi pendidikan, serta pengembangannya secara berkelanjutan.

Suatu proses pembelajaran harus ditetapkan terlebih dahulu tujuannya tanpa terkecuali proses pembelajaran pendidikan fisika. Menurut Hamid (2011: 14), tujuan pembelajaran fisika adalah 1) menanamkan keyakinan terhadap keagungan Allah Tuhan Yang Maha Esa, berdasarkan keberadaan, keindahan, dan keteraturan alam ciptaan-Nya, 2) memberikan pemahaman tentang berbagai macam gejala alam, prinsip, dan konsep sains serta keterkaitannya dengan lingkungan, teknologi, dan masyarakat, 3) memberikan pengalaman kepada murid dalam merencanakan dan melakukan kerja ilmiah untuk membentuk sikap ilmiah, 4) meningkatkan kesadaran untuk memelihara dan melestarikan lingkungan dan sumber daya alam, 5) memberikan bekal pengetahuan dasar untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang selanjutnya. Dengan adanya penetapan tujuan pembelajaran fisika yang jelas dan terarah, maka penyelenggaraan pembelajaran fisika dapat

bermakna. Pembelajaran yang bermakna adalah ketika peserta didik mengikuti pembelajaran di kelas dengan memiliki pengetahuan dasar tentang konsep fisika yang akan diajarkan di kelas, baik konsep yang sudah dipahami ataupun belum (Stelzer *et al.*, 2008: 28). Menurut Supriyadi (2008: 98) pembelajaran fisika yang dapat menghasilkan hasil belajar yang bermakna tidak lepas dari hakekat fisika itu sendiri. Hakekat fisika tidak lepas dari hakekat IPA (proses, produk, sikap ilmiah) karena fisika masuk dalam rumpun IPA.

Apabila tujuan pembelajaran fisika sudah ditetapkan kemudian proses pembelajaran fisika tercipta bermakna, maka akan menghasilkan *outcomes* yang memuaskan. *Outcomes* (hasil belajar) menurut Coryn, et.al (2011: 202) adalah perubahan yang terjadi secara langsung atau tidak langsung sebagai hasil dari masukan, aktivitas, dan keluaran. Adapun perubahan yang dimaksud, terbagi dalam empat ranah yakni: 1) ranah kognitif, yaitu kemampuan yang berkenaan dengan pengetahuan, penalaran, atau pikiran, 2) ranah afektif, yaitu kemampuan yang mengutamakan perasaan, emosi, dan reaksi-reaksi yang berbeda berdasarkan penalaran, misalnya penerimaan, partisipasi, penentuan sikap; 3) ranah psikomotorik, yaitu kemampuan yang mengutamakan keterampilan jasmani, misalnya persepsi, kreativitas; serta 4) ranah kooperatif, yaitu kemampuan untuk bekerjasama.

Knight (2004: 42-45) menyarankan pembelajaran fisika yang dilakukan oleh guru sebaiknya selalu berada dalam lima situasi, yaitu:

- a. Mengikutsertakan peserta didik pada kegiatan aktif dan segera melakukan *feedback* setelah kegiatan selesai untuk menghindari salah konsep.

- b. Fokus pada fenomena-fenomena bukan sesuatu yang abstrak sehingga diperlukan eksperimen untuk mempelajari fenomena tersebut.
- c. Berikan konsep yang jelas kepada peserta didik.
- d. Biasakan mengajar menggunakan strategi yang tepat untuk melatih keterampilan pemecahan masalah .
- e. Uji peserta didik dengan masalah-masalah dan pekerjaan rumah agar peserta didik mampu menganalisis secara konseptual dan kualitatif fenomena-fenomena fisika.

Jigger (2015: 258) menyatakan bahwa *the science process skills were fully displayed, practiced, and applied by the high school students as they engaged in higher levels of inquiry thereby directing them to a progressive manifestation of the basic and integrated science*. Oleh karena itu, pembelajaran dapat dilakukan melalui berbagai aktifitas pengamatan, penyelidikan, diskusi, menggali informasi mandiri melalui tugas membaca atau pengamatan/mengumpulkan informasi, wawancara dengan narasumber, *roleplaying*, nyanyian, demonstrasi dan sebagainya yang dilatihkan secara terus menerus sehingga tertanam konsep sains yang terintegrasi.

Berdasarkan pendapat dari para ahli di atas, maka dapat disimpulkan pembelajaran fisika adalah proses interaksi antara peserta didik dengan guru dan sumber belajar fisika pada suatu lingkungan belajar. Hal ini dalam rangka untuk memberikan pengalaman belajar fisika kepada peserta didik di sekolah.

2. Media dan Multimedia Pembelajaran Fisika

a. Media Pembelajaran Fisika

Kata “media” berasal dari bahasa latin yang berarti tengah, perantara, atau pengantar (Azhar Arsyad, 2002: 3). Menurut Daryanto (2009: 419), media merupakan sarana atau alat terjadinya proses pembelajaran. Media merupakan salah satu faktor penunjang ketercapaiannya tujuan pendidikan dan tujuan

pembelajaran khususnya dalam pembelajaran fisika. Menurut Gagne & Briggs (Azhar Arsyad, 2011: 4), menyatakan bahwa media pembelajaran meliputi alat yang secara fisik digunakan untuk menyampaikan isi materi pelajaran, yang terdiri dari antara lain buku, tape recorder, kaset, video camera, video recorder, film, slide, foto, gambar, grafik, televisi, dan komputer. Menurut Munandi (2013: 8), media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat menyampaikan dan menyalurkan pesan dari sumber secara terencana sehingga tercipta lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif.

Berdasarkan pendapat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran fisika adalah alat untuk menyampaikan dan menyalurkan pesan atau informasi tentang fisika dari sumber ke penerima sumber (peserta didik) dalam proses pembelajaran fisika. Media pembelajaran fisika ini dapat berupa buku, tape recorder, kaset, video camera, video recorder, film, slide, foto, gambar, grafik, televisi, dan komputer.

Dalam proses pembelajaran fisika, media dibagi menjadi 4 kelompok yakni media audio, media visual, media audio visual, dan multimedia. Adapun penjelasan dari masing-masing kelompok tersebut adalah sebagai berikut.

- 1) Media audio

Media audio adalah media yang hanya mengandalkan unsur suara saja, misalnya radio dan rekaman suara. Media audio menerima pesan baik pesan verbal maupun non verbal. Pesan verbal audio berupa bahasa lisan atau kata-

kata. Pesan non verbal audio berupa bunyi-bunyian dan vokalis seperti musik dan lain-lain.

2) Media visual

Media visual adalah media yang hanya mengandalkan indra penglihatan, misalnya *film slide*, foto, lukisan, media grafis, dan sebagainya.

3) Media audio visual

Media audio visual adalah media yang mengandung unsur suara yang dapat didengar dan unsur gambar yang dapat dilihat, misalnya film. Pesan yang disampaikan melalui media ini dapat berupa pesan verbal dan non verbal yang terlihat seperti media visual dan juga pesan verbal dan non verbal yang terdengar seperti media audio.

4) Multimedia

Multimedia adalah media yang melibatkan berbagai indera dalam proses pembelajaran khususnya dalam pembelajaran fisika di sekolah. Penyampaian pesan dengan menggunakan ini adalah memberikan pengalaman secara langsung baik melalui komputer/laptop dan internet. Di samping itu juga melalui pengalaman berbuat dan pengalaman terlibat. Pengalaman berbuat dapat dilakukan dengan cara karya wisata di lingkungan nyata. Sedangkan pengalaman terlibat dapat dilakukan dengan cara permainan dan simulasi, bermain peran, dan juga forum teater.

Menurut Sutikno (2013: 106) fungsi media pembelajaran ada 9. Kesembilan fungsi media pembelajaran yang diungkapkan, yaitu:

1) Membantu mempercepat pemahaman dalam proses pembelajaran

- 2) Memperjelas penyajian informasi agar tidak bersifat verbal
- 3) Mengatasi keterbatasan ruang
- 4) Pembelajaran lebih komunikatif dan produktif
- 5) Waktu pembelajaran bisa dikondisikan
- 6) Menghilangkan kebosanan peserta didik dalam belajar
- 7) Meningkatkan motivasi peserta didik
- 8) Melayani gaya belajar peserta didik yang beraneka ragam
- 9) Meningkatkan keaktifan keterlibatan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

b. Multimedia Pembelajaran Fisika

Pada awal tahun 1900, multimedia berarti kombinasi dari teks dengan *document image*. Namun, saat sekarang ini tidak hanya kombinasi dari keduanya melainkan sudah dilengkapi dengan suara, animasi, video, dll. Hal ini sejalan dengan pendapat Tan & Li, Parekh (2013: 68) yang menyatakan bahwa karakteristik multimedia adalah *multiple media, non-linearity, scope of interactivity, integrity, dan digital representatio*. Prinsip dari multimedia adalah peserta didik belajar lebih baik dari teks dan gambar daripada hanya gambar (Mayer, 2005: 103). Dengan menggunakan multimedia, peserta didik lebih mudah memahami informasi, lebih mudah mempelajari informasi, lebih aktif terlibat dalam pembelajaran, peserta didik merasa senang belajar menggunakan multimedia dan juga dapat memberikan akses dengan cepat pada multirepresentasi informasi (Rogers & Scaife, 1998: 45).

Multimedia dibagi menjadi 2 yaitu multimedia presentasi dan multimedia interaktif (Munandi, 2013: 150). Multimedia presentasi digunakan untuk menjelaskan materi-materi yang bersifat teoritis yang digunakan dalam pembelajaran klasikal. Sedangkan multimedia interaktif adalah suatu multimedia yang dilengkapi dengan alat pengontrol (*link*) yang dapat dioperasikan oleh pengguna sehingga pengguna dapat memilih sesuai yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Multimedia interaktif ini dapat membantu bahkan dapat menggantikan fungsi guru yakni sebagai sumber belajar. Dengan demikian, multimedia interaktif fisika berarti informasi yang disampaikan melalui multimedia ini adalah ilmu fisika.

Multimedia interaktif fisika dapat digunakan dalam proses pembelajaran fisika karena cukup efektif meningkatkan hasil belajar fisika peserta didik. Merujuk pada hakekat pembelajaran fisika sendiri, penggunaan multimedia interaktif cocok untuk mengajarkan suatu proses atau tahapan konsep dan bukan sekedar hafalan. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Munandi (2013: 152) bahwa multimedia interaktif memiliki beberapa kelebihan antara lain: 1) pada saat peserta didik menggunakan multimedia interaktif, peserta didik diajak untuk terlibat secara auditif, visual, dan kinetik sehingga dengan keterlibatan aktif peserta didik ini dimungkinkan informasi yang disampaikan dapat dengan mudah untuk dipahami; 2) memberikan iklim afektif dengan cara yang lebih individual, tidak pernah lupa, tidak bosan, dan sangat sabar dalam menjalankan instruksi yang diisyaratkan; 3) meningkatkan motivasi belajar peserta didik karena kebutuhan peserta didik dapat terakomodasi; 4) dapat menyediakan umpan balik (respon)

yang dengan segera peserta didik dapat mengetahui hasil belajar yang dilakukannya; 5) kontrol multimedia interaktif sepenuhnya berada pada penggunanya.

Bentuk dari multimedia interaktif fisika salah satunya adalah CD nteraktif fisika. Adapun penjelasan dari CD inteaktif fisika dijelaskan dalam sub bab berikutnya.

3. CD Interaktif Fisika

CD interaktif adalah salah satu media interaktif yang bisa terbilang baru. Multimedia ini sebenarnya merupakan pengembangan dari teknologi internet yang akhir-akhir ini berkembang pesat. Teknologi internet saat ini menjadi salah satu tolok ukur majunya suatu perusahaan. Data menyesebutkan bahwa lebih dari 200 juta orang menggunakan internet, tanpa terkecuali penduduk Indonesia. Pemanfaatan internet sebagai media pembelajaran mengkondisikan peserta didik untuk belajar secara mandiri. Peserta didik dapat mengakses secara *online* dari berbagai perpustakaan, museum, database, dan mendapatkan sumber primer tentang berbagai peristiwa sejarah, biografi, rekaman, laporan, data statistik. Informasi yang diberikan *server-computers* itu dapat berasal dari *commercial businesses, goverment services, nonprofit organizations, educational institutions,* atau *artistic and cultural groups* (Siswanto, 2011: 58). Berkembangnya internet ini tidak lepas dari perkembangan teknologi *PC (Personal Computer)* dan *software* yang dari tahun ke tahun semakin canggih. Terlebih lagi setelah diperkenalkannya teknologi multimedia pada era tahun 80-an. Versi *online* (aktif di jaringan) internet ini kemudian diadopsi dalam versi *offline* (tanpa jaringan)

dalam bentuk CD interaktif dengan tampilan yang tetap menarik walau terbatas penggunaannya pada lokal satu unit PC saja. Hal ini yang menjadikan adanya korelasi antara internet dan CD interaktif.

Saat ini di Indonesia banyak sekali dijual CD Interaktif. CD tersebut ada yang buatan asing dan ada pula yang buatan lokal (dalam negeri). Ada CD Interaktif untuk anak-anak balita, yang tujuannya merangsang aspek kognitif anak. Ada juga untuk pelajar SD, yang isinya antara lain mengenal huruf, belajar membaca dan berhitung, dan yang berisi aneka gambar. Sedangkan untuk sekolah menengah ada CD Interaktif berbagai mata pelajaran, seperti mengenal organ tubuh manusia (Tim Metro TV, 2004: 22). Perusahaan, baik pemerintah maupun swasta telah banyak memakai media ini untuk menginformasikan profilnya pada calon-calon investor. Jenis CD Interaktif dengan asumsi menurut tujuannya dapat dibagi menjadi: 1) komersial, seperti CD Interaktif tutorial maupun pembelajaran untuk anak-anak dan 2) non-komersial, seperti CD Interaktif profil pemerintahan, wisata, kota, maupun profil perusahaan.

Berdasarkan uraian di atas berarti CD interaktif merupakan salah satu bentuk dari multimedia yang dapat digunakan dalam pembelajaran fisika. Salah satu keuntungan penggunaan komputer dalam pembelajaran fisika adalah komputer dapat membantu siswa mengembangkan representasi mental tentang konsep fisika (Kohnie *et.al*, 2011: 34).

4. *Problem Based Learning (PBL)*

Model pembelajaran pada dasarnya merupakan bentuk pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir yang disajikan secara khas oleh guru. Dengan

kata lain, model pembelajaran merupakan bungkus atau bingkai dari penerapan suatu pendekatan, metode, dan teknik pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang merupakan model pembelajaran *student centered* adalah PBL atau pembelajaran berbasis masalah. Menurut Suradijono (2004: 32), PBL adalah metode belajar yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru (Suradijono, 2004: 34). *Problem based learning is a way of constructing and teaching course using problem as a stimulus and focus on student activity.* PBL merupakan model belajar yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru. Peserta didik diberikan permasalahan pada awal pelaksanaan pembelajaran oleh guru, selanjutnya selama pelaksanaan pembelajaran peserta didik memecahkannya yang akhirnya mengintegrasikan pengetahuan kedalam bentuk laporan. Menurut I Ketut Tika, dkk (2008: 687), masalah yang digunakan sebagai stimulus belajar diorganisasi sedemikian sehingga dapat memunculkan konsep-konsep, prinsip-prinsip, serta kaidah-kaidah yang relevan dengan *content domain* yang dibahas. Konsep, prinsip, atau kaidah-kaidah yang diperlukan untuk pemecahan masalah digali oleh siswa melalui proses belajar secara mandiri (*self directed learning*). Dengan demikian aktivitas belajar akan sangat tinggi, dan proses pembelajaran akan bersifat *student-centered*. Menurut Trianto (2009: 92) PBL merupakan suatu pendekatan pembelajaran dimana siswa mengerjakan permasalahan yang autentik dengan maksud untuk menyusun pengetahuan mereka sendiri, mengembangkan inkuiri

dan keterampilan berfikir tingkat lebih tinggi, mengembangkan kemandirian dan percaya diri.

Savoi & Andrew (dalam I Ketut Tika, dkk, 2008: 689), mengemukakan enam tahapan proses pembelajaran berbasis masalah sebagai berikut:

- a. Mulai dengan penyajian masalah
- b. Masalah hendaknya berkaitan dengan dunia siswa (masalah *real*)
- c. Organisasi materi pembelajaran sesuai dengan masalah
- d. Memberi siswa tanggung jawab utama untuk membentuk dan mengarahkan pembelajarannya sendiri
- e. Menggunakan kelompok-kelompok kecil dalam proses pembelajaran
- f. Menuntut siswa untuk menampilkan apa yang telah mereka pelajari.

Menurut Brooks & Martin (dalam I Ketut Tika, dkk, 2008: 689) ciri penting PBL adalah:

- a. Tujuan pembelajaran dirancang untuk dapat merangsang dan melibatkan pebelajar dalam pola pemecahan masalah. Kondisi ini akan dapat mengembangkan keahlian belajar dalam bidangnya secara langsung dalam mengidentifikasi permasalahan.
- b. Sifat masalah yang disajikan dalam proses pembelajaran adalah berlanjut. Dalam hal ini ada dua hal yang harus terpenuhi. *Pertama*, masalah harus dapat memunculkan konsep-konsep atau prinsip-prinsip yang relevan dengan *content domain* yang dibahas. *Kedua*, permasalahan hendaknya bersifat *real* sehingga memungkinkan terjadinya kesamaan pandang antarsiswa.
- c. Adanya presentasi permasalahan. Para siswa (pebelajar) dilibatkan dalam mempresentasikan permasalahan sehingga mereka merasa memiliki permasalahan tersebut.
- d. Guru berperan sebagai tutor dan fasilitator. Dalam hal ini, peran guru sebagai fasilitator adalah mengembangkan kreativitas berpikir siswa dalam bentuk keahlian dalam pemecahan masalah dan membantu siswa untuk menjadi mandiri.

Menurut Ibrahim dan Nur (dalam Runi, 2005: 20) PBL atau pembelajaran berbasis masalah mempunyai beberapa karakteristik, dan masing-masing karakteristik tersebut mengandung makna. Karakteristik-karakteristik tersebut meliputi:

- a. Pengajuan pertanyaan atau masalah (memahami masalah), merupakan hal penting baik secara hubungan sosial maupun secara pribadi untuk siswa karena masalah yang diajukan merupakan situasi dunia nyata yang memungkinkan adanya berbagai macam solusi. Hal ini diperlukan untuk melatih siswa dalam memecahkan suatu masalah sama halnya dalam dunia nyata atau kerja. Misalkan dalam penerapan pokok bahasan catu daya siswa dituntut untuk memecahkan masalah sebagai berikut,

Contoh masalah pada penerapan program diklat MP2DTR : "Suatu peralatan elektronik memerlukan supply tegangan sebesar 24 Volt DC, namun yang tersedia hanya terdapat tegangan jala-jala 220 Volt. Bagaimana agar dapat menyearahkan tegangan 220 V AC menjadi tegangan 24 V DC serta komponen-komponen apa saja yang diperlukannya?"

- b. Berfokus pada keterkaitan antar disiplin, artinya masalah yang disajikan benar-benar nyata agar dalam pemecahannya dapat ditinjau dari berbagai sudut pandang.

"Berdasarkan contoh permasalahan diatas diperlukan pengetahuan siswa yang telah didapat pada program diklat sebelumnya (antar disiplin) seperti dalam hal mengenai komponen pasif yang digunakan untuk membuat suatu penyearah atau juga fungsi transformator sebagai penurun tegangan yang telah didapat pada program diklat transformator secara khusus".

- c. Penyelidikan autentik, artinya siswa harus menganalisis dan mengidentifikasi masalah, mengembangkan hipotesis dan membuat ramalan, mengumpulkan dan menganalisis informasi, membuat inferensi dan merumuskan kesimpulan.

"Dalam hal ini masih berkaitan pada contoh masalah, siswa harus mampu menganalisis dan mengidentifikasi masalah bagaimana mengubah tegangan AC mejadi tegangan DC serta mengajukan jawaban sementara (hipotesis) berdasarkan sumber teori yang dikumpulkan siswa sehingga tercapai suatu rumusan untuk menyimpulkan tindakan apa saja yang harus dilakukan untuk membuat penyearah dari tegangan 220 V AC menjadi tegangan 24 V DC."

- d. Menghasilkan produk atau karya kemudian memamerkannya. Produk dapat berupa laporan atau model fisik tentang apa yang telah mereka pelajari kemudian mendemonstrasikan pada teman-temannya.

"Hasil penyelesaian masalah berupa pembuatan penyearah tegangan 220 V AC menjadi 24 V DC kemudian diuji cobakan di depan kelas oleh siswa dengan dilengkapi hasil laporan seluruh tahapan pembuatan penyearah, kemudian diadakan tanya jawab antar siswa untuk membahas secara bersama-sama mengenai hasil kerja siswa."

- e. Kerja sama, artinya pada saat proses belajar mengajar siswa bekerja sama secara berpasangan atau dalam kelompok kecil. Bekerja sama dalam pembelajaran berbasis masalah mendorong berbagai inkuiri dan dialog serta perkembangan keterampilan sosial dan keterampilan berpikir.

"Dalam mengajukan permasalahan, guru menugaskan kepada siswa untuk melaksanakan praktek pembuatan penyearah secara mandiri yang dilakukan dengan pembentukan kelompok belajar sehingga dapat menimbulkan suasana kerja sama yang menuntut siswa dapat mengembangkan keterampilan sosial dan keterampilan disiplin."

Dalam mengimplementasikan PBL, kejadian-kejadian yang harus muncul menurut Pierce dan Jones (dalam Runi, 2005: 21) adalah sebagai berikut:

- a. Keterlibatan (*engagement*), siswa berperan aktif sebagai pemecah masalah. Siswa dihadapkan pada situasi yang mendorongnya untuk mampu menemukan masalah dan memecahkannya.
- b. Inkuiri dan investigasi (*inquiry and investigation*), siswa bekerja sama dengan yang lainnya untuk menemukan dan mengumpulkan informasi melalui kegiatan penyelidikan.
- c. Performansi (*performance*), siswa bekerjasama melakukan diskusi untuk menemukan penyelesaian masalah yang disajikan.
- d. Tanya jawab (*debriefing*), siswa melakukan *sharing* mengenai pendapat dan idenya dengan yang lain melalui kegiatan tanya jawab untuk mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah.
- e. *Presentation of finding*, siswa menuliskan rencana, laporan kegiatan atau produk lain yang dihasilkan selama pembelajaran kemudian mempresentasikannya kepada yang lain misalkan di depan kelas.

Ciri-ciri model *problem based learning* menurut Arends (dalam Trianto, 2009: 93) adalah sebagai berikut:

- a. Pengajuan pertanyaan atau masalah. Bukannya mengorganisasikan di sekitar prinsip-prinsip atau keterampilan akademik tertentu, pembelajaran berdasarkan masalah mengorganisasikan pengajaran di sekitar pertanyaan dan masalah yang dua-duanya secara sosial penting dan secara pribadi bermakna untuk peserta didik. Mereka mengajukan situasi kehidupan autentik (nyata), menghindari jawaban sederhana, dan memungkinkan adanya berbagai macam solusi untuk situasi tersebut.
- b. Berfokus pada keterkaitan antar disiplin. Meskipun *problem based learning* mungkin berpusat pada mata pelajaran tertentu, masalah yang akan diselidiki telah dipilih benar-benar nyata agar agar dalam pemecahannya, peserta didik meninjau masalah itu dari banyak mata pelajaran. Jadi masalah yang diajukan dalam *problem based learning* hendaknya mengaitkan berbagai disiplin ilmu.
- c. Penyelidikan autentik. PBL mengharuskan peserta didik melakukan penyelidikan autentik untuk mencari penyelesaian nyata terhadap masalah

nyata. Mereka harus menganalisis dan mendefinisikan masalah, mengembangkan hipotesis, dan membuat ramalan, mengumpulkan dan menganalisis informasi, melakukan eksperimen (jika diperlukan), membuat inferensi, dan merumuskan kesimpulan.

- d. Menghasilkan produk dan memamerkannya. PBL menuntut peserta didik untuk menghasilkan produk tertentu dalam bentuk karya nyata dan peragaan yang menjelaskan atau mewakili bentuk penyelesaian masalah yang mereka temukan. Produk itu juga dapat berupa laporan, model fisik, video, maupun program komputer. Karya nyata tersebut dapat didemonstrasikan kepada teman-temannya yang lainnya.
- e. Kolaboratif. PBL dicirikan oleh peserta didik yang bekerja sama satu dengan yang lainnya, paling sering secara berpasangan atau dalam kelompok kecil.

Menurut Ibrahim (dalam Trianto, 2009: 98) ada lima tahapan kegiatan pembelajaran berorientasi model *problem based learning*, yaitu seperti disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Sintaks *Problem Based Learning*

Tahap	Tingkah Laku Guru
Tahap-1 Orientasi siswa pada masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang dibutuhkan, mengajukan fenomena atau demonstrasi atau cerita untuk memunculkan masalah, memotivasi siswa untuk terlibat dalam pemecahan masalah yang dipilih.
Tahap-2 Mengorganisasi siswa untuk belajar	Guru membantu siswa untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.

Tahap-3 Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen, untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.
Tahap	Tingkah Laku Guru
Tahap-4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, video, dan model serta membantu mereka untuk berbagi tugas dengan temannya.
Tahap-5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses- proses yang mereka gunakan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa PBL adalah model pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru. Peserta didik diberikan permasalahan pada awal pelaksanaan pembelajaran oleh guru, selanjutnya selama pelaksanaan pembelajaran peserta didik memecahkannya yang akhirnya mengintegrasikan pengetahuan kedalam bentuk laporan. PBL merupakan pendekatan yang efektif untuk pengajaran proses berfikir. Model pembelajaran ini membantu peserta didik untuk memproses informasi yang diperoleh untuk diselidiki, dinilai, dianalisis serta dicari pemecahannya secara mandiri dan terstruktur.

5. Kemampuan Representasi Grafik dan Matematik

a. Representasi Grafik

Banyak materi dari pelajaran fisika yang perlu disajikan dengan grafik, terutama yang berkaitan dengan hasil praktikum/percobaan, atau bisa juga untuk menggambarkan hubungan antar sesuatu. Menggambar sebuah grafik merupakan bagian dasar dalam fisika (Deacon, 1999:270; Bahtaji & Roleda, 2014:2). Wartono (2003:80) menjelaskan bahwa grafik merupakan suatu penyajian numerik, secara visual penyajian data dengan grafik dapat memberikan informasi tentang hubungan antara beberapa data yang ingin dikemukakan, misalnya hubungan yang menunjukkan kecenderungan, atau variasi penyimpangan dari keadaan normal.

Grafik mempunyai berbagai macam jenis, diantaranya grafik garis lurus [*horizontal line graph*], grafik dengan kemiringan [*slope graph*] (McDermott et al., 1987:511; Shah & Hoeffner, 2002:51), grafik pai [*pie chart*], grafik batang [*bar chart*] (Shah & Hoeffner, 2002:53). Secara umum, grafik garis sangat baik digunakan untuk data yang ingin ditunjukkan dengan tampilan dalam sumbu x-y, grafik pai cocok digunakan untuk melihat proporsi data. Namun, tidak ada ada format grafik yang lebih baik dibandingkan format grafik lainnya (Shah & Hoeffner, 2002:54), melainkan disesuaikan dengan tujuan yang dibutuhkan dalam menampilkan data yang diperoleh ke bentuk grafik.

Terkait dengan mata pelajaran fisika, grafik lebih sering terdapat pada materi gerak, meliputi grafik perpindahan terhadap waktu, grafik kecepatan terhadap waktu, dan grafik percepatan terhadap waktu. Namun, beberapa topik lain juga bisa dihubungkan dengan representasi grafik seperti grafik massa terhadap volume, grafik perbandingan zat terlarut terhadap zat pelarut, grafik

perbandingan transfer panas terhadap kenaikan suhu (McDermott et al., 1987:511), juga pada topik termodinamika (misalnya profil suhu dalam berbagai keadaan), elektromagnet, atau optik geometri (Menhar et al., 2009:174).

Guttersrud & Angell (2010:2) mengatakan bahwa representasi grafik mengacu pada pemahaman mengenai grafik dan kemampuan membuat grafik dan beberapa variabel deskriptif lainnya. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Bahtaji dan Roleda (2014:8) menerangkan bahwa mengajarkan mahasiswa mengonstruksi grafik secara aktif memainkan peran penting dalam proses menyelesaikan masalah. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang akan dilaksanakan, yaitu terkait dengan PBL dimana proses pembelajarannya menggunakan basis masalah. Peserta didik pun demikian, peserta didik yang sedang menjalankan proses pembelajaran matematika dan sains akan terbantu dengan penggunaan secara aktif representasi grafik disbanding dengan mereka yang pasif menggunakannya. McDermott et al. (1987:511) menyebutkan bahwa kemampuan peserta didik untuk bolak-balik berpikir dan menerjemahkan situasi nyata (eksperimen laboratorium) ke dalam representasi grafik atau dari menerjemahkan grafik pada situasi nyata yang terjadi, akan memberikan pemahaman fisika yang sangat baik.

Menurut McDermott et al. (1987:504-510) terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menyelesaikan masalah fisika dengan representasi grafik, diantaranya yaitu:

- 1) memahami fitur-fitur suatu grafik yang sesuai dengan konsep fisik tertentu.

Sebagai contoh dalam grafik garis lurus, informasi penting bisa

terkandung dalam koordinat titiknya, perbedaan koordinat dari dua titik, atau dari kemiringan garisnya.

- 2) menginterpretasi perubahan tinggi atau perubahan kemiringan dari suatu grafik.
- 3) menghubungkan dari satu tipe grafik ke tipe grafik yang lain.
- 4) menyesuaikan informasi narasi terhadap fitur grafik yang relevan.
- 5) menginterpretasi area di bawah grafik.
- 6) menghubungkan antara representasi grafik dan formula matematis.

Beberapa peneliti lain juga menyebutkan bahwa ada beberapa hal yang harus menjadi acuan kemampuan siswa dalam representasi grafik. Uzun et al. (2012:2943) menyebutkan 3 komponen utama dalam kemampuan representasi grafik, yaitu:

- 1) interpretasi yang merupakan kemampuan untuk menerjemahkan grafik menjadi ekspresi verbal dan mengekstraksi informasi dari grafik tersebut.
- 2) memodelkan yaitu kemampuan untuk menerjemahkan situasi nyata yang terjadi atau dari objek yang nyata ke dalam bentuk grafik.
- 3) transformasi yang merupakan kemampuan untuk melihat atau menggambar berbagai jenis grafik.

Sementara itu, Nguyen dan Rebello (2009:222) menemukan bahwa kesulitan siswa dalam memecahkan masalah terkait representasi grafik, antara lain (a) siswa tidak dapat memproses informasi dari suatu grafik, baik mereka tidak dapat membaca/ menemukan nilai yang terdapat dari suatu grafik, (b) mereka tidak dapat memahami makna fisik dari suatu grafik secara benar, dan (c) tidak

dapat mengolah informasi dari grafik untuk menghitung kuantitas fisika yang ditanyakan (Nguyen & Rebello, 2011:561).

Berdasarkan uraian di atas, maka yang menjadi fokus indikator pencapaian representasi grafik dapat disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Representasi Grafik

Representasi	Aspek	Indikator Representasi Grafik
Grafik	Mengubungkan grafik dan formula	Peserta didik dapat menghubungkan antara grafik dan formula matematis
	Memodelkan dan menerjemahkan	Peserta didik dapat memodelkan, menerjemahkan situasi nyata yang terjadi atau dari objek yang nyata ke dalam bentuk grafik
	Mengolah informasi	Peserta didik dapat mengolah informasi dari grafik untuk menghitung kuantitas fisika yang ditanyakan

b. Representasi Matematik

Pembelajaran fisika sangat erat kaitannya dengan kemampuan matematik. Bahkan pada sebagian besar peserta didik seringkali menggunakan representasi matematik dalam pemecahan masalah. Salah satu strategi atau metode yang paling banyak digunakan para peserta didik dalam memecahkan masalah fisika adalah *pencocokan persamaan Rolodex* (yaitu menemukan persamaan yang berisi variabel yang sama dalam daftar yang diketahui dan tidak diketahui). Proses ini sering berjalan tanpa berpikir tentang konsep-konsep fisika yang terlibat dalam permasalahan dan karena itu pemecahan masalah sering berubah menjadi manipulasi formula matematika sederhana. Tidak dapat dipungkiri, untuk menyelesaikan persoalan kuantitatif, representasi matematik sangat diperlukan.

Namun penggunaan representasi kuantitatif ini akan banyak ditentukan keberhasilannya oleh penggunaan representasi kualitatif secara baik.

Kemampuan representasi matematika dalam fisika sangatlah penting untuk ditingkatkan, dikarenakan adanya keterkaitan yang erat antara matematika dan fisika. Yeatss & Hundhausen (1992), Lina Vinitzky-Pinsky & Igal Galih (2014), dan Cui *et al.* (2006) mengemukakan bahwa matematika dan fisika berperan penting dikarenakan matematika merupakan keterampilan dalam fisika dan ilmu induk dalam hal struktur konseptual, menggambarkan sifat pemikiran ilmiah, serta matematika mampu meningkatkan konsep dan kemampuan mengaplikasikan ide matematika, teknik yang dipelajari, dan meningkatkan kemampuan penalaran kritis berupa menghubungkan antara fisika dan grafik, antara grafik dan persamaan, antara eksperimen dan teori, serta antara *laboratory* dan dunia nyata.

Cui, Rebello & Benett (2005) menjelaskan dalam hal pentransferan pembelajaran terdapat strategi untuk memfasilitasi transfer antara kalkulus dan fisika: (1) penyesuaian masalah kalkulus, peserta didik akan lebih menyukai aplikasi berbasis orientasi masalah kalkulus untuk mempersiapkan mereka dalam aplikasi masa depan; (2) mempelajari bagaimana menset-up masalah fisika, peserta didik akan lebih menyukai langkah demi langkah untuk membantu mereka menyelesaikan masalah fisika; (3) fokus pada pemahaman, peserta didik akan lebih menyukai untuk fokus pada pemahaman dibandingkan menghafal persamaan; (4) pengurutan, peserta didik akan lebih memilih untuk mengambil kalkulus dan fisika secara bersamaan karena memiliki lebih banyak kesempatan untuk menggunakan dan mengerti.

Pendapat tersebut memberikan kesimpulan bahwa dalam mempelajari fisika diperlukan suatu strategi untuk mentransfer antara matematika dan fisika. Hal ini bertujuan agar mempermudah peserta didik dalam menerapkan matematika dalam fisika, sehingga tidak dapat dipungkiri, bahwa dalam menyelesaikan persoalan kuantitatif dalam fisika, representasi matematis sangatlah diperlukan.

Terdapat beberapa indikator dalam mengukur kemampuan representasi matematis peserta didik, salah satunya adalah yang diungkapkan oleh Øystein Guttersrud & Curl Angell (2008) yang mendeskripsikan 2 indikator penilaian dalam menentukan kemampuan representasi matematika fisika peserta didik yaitu peserta didik mampu menentukan suatu persamaan dalam menyelesaikan suatu persoalan dan mampu membuat operasi matematika. Oleh Yazid (2012: 33) mendeskripsikan tiga indikator representasi matematis yaitu peserta didik mampu membuat suatu persamaan atau model matematika yang diberikan, membuat konjektur dari suatu pola bilangan dan mampu memberikan penyelesaian masalah yang melibatkan suatu keadaan matematika.

Langkah-langkah dalam menggunakan representasi matematis yakni, menggunakan angka dan simbol, peserta didik mengkombinasikan simbol dan struktur matematis dalam ilmu fisika dan menggunakan persamaan matematis untuk menjelaskan suatu masalah fisika (Bing & Radish, 2013). Menurut Muzakkir (2012: 2), indikator representasi matematis adalah membuat persamaan atau model matematika dari representasi lain yang diberikan, penyelesaian masalah yang melibatkan ekspresi matematis. Dengan demikian, indikator pada representasi matematis adalah siswa mampu membuat persamaan atau model

matematika dari representasi lain yang diberikan pada masalah dan menyelesaikan masalah yang melibatkan ekspresi matematis. Harjanti, Supahar, Warsono & Jumadi (2019) menjelaskan pencapaian dalam representasi matematis yaitu (1) peserta didik dapat menentukan persamaan yang benar dan (2) peserta didik dapat mengoperasionalkan angka atau simbol berdasarkan persamaan yang tepat.

Berdasarkan uraian di atas, maka yang menjadi fokus indikator pencapaian representasi matematis dapat disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Representasi Matematik

Representasi	Aspek	Indikator Representasi Matematis
Matematik	Simbol matematik	Peserta didik dapat menentukan simbol matematik yang tepat sesuai permasalahannya
	Persamaan matematik	Peserta didik dapat menentukan persamaan matematik yang tepat sesuai permasalahannya
	Operasi persamaan	Peserta didik dapat mengoperasikan angka-angka atau simbol dalam persamaan matematis dengan tepat

6. Materi Gerak Harmonik Sederhana

a. Tegangan, Regangan, dan Modulus Elastisitas

Tegangan (*stress*) pada benda didefinisikan sebagai gaya per satuan luas penampang benda tersebut. Tegangan diberi simbol σ (dibaca sigma). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{\vec{F}}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

$$\sigma = \text{tegangan (N/m)}$$

$$\vec{F} = \text{gaya (N)}$$

$$A = \text{luas penampang (m}^2\text{)}$$

Apabila ada dua buah kawat dari bahan yang sama tetapi luas penampangnya berbeda diberi gaya, maka kedua kawat tersebut akan mengalami tegangan yang berbeda. Kawat dengan penampang kecil mengalami tegangan yang lebih besar dibandingkan kawat dengan penampang lebih besar. Tegangan benda sangat diperhitungkan dalam menentukan ukuran dan jenis bahan penyangga atau penopang suatu beban.

Regangan (*strain*) didefinisikan sebagai perbandingan antara penambahan panjang benda (ΔX) terhadap panjang mula-mula (X). Semakin besar tegangan pada sebuah benda, semakin besar juga regangannya. Artinya, ΔX juga makin besar. Secara matematis, regangan dirumuskan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{\Delta X}{X} \tag{2}$$

Keterangan:

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \text{regangan / strain}$$

$$\Delta X = \text{pertambahan panjang (m)}$$

$$X = \text{panjang mula-mula (m)}$$

Selama gaya F yang bekerja pada benda elastis tidak melampaui batas elastisitasnya, maka perbandingan antara tegangan (σ) dengan regangan (ε) adalah konstan. Bilangan (konstanta) tersebut dinamakan modulus elastis atau modulus Young (E). Jadi, modulus elastis atau modulus Young merupakan perbandingan

antara tegangan dengan regangan yang dialami oleh suatu benda. Secara matematis ditulis seperti berikut.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\frac{\vec{F}}{A}}{\frac{\Delta X}{X}} = \frac{\vec{F}X}{A\Delta X}$$

(3)

Keterangan:

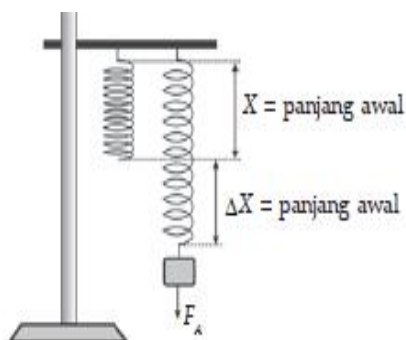
E = modulus Young (N/m² atau Pascal)

Tabel 4. Modulus Young Beberapa Jenis Bahan

Bahan	Modulus Young (Pa)
Aluminium	7×10^{10}
Baja	20×10^{10}
Besi	21×10^{10}
Karet	$0,05 \times 10^{10}$
Kuningan	9×10^{10}
Nikel	21×10^{10}
Tembaga	11×10^{10}
Timah	$1,6 \times 10^{10}$
Beton	$2,3 \times 10^{10}$
Kaca	$5,5 \times 10^{10}$
Wolfram	41×10^{10}

Sumber: Fisika, Kane & Sterheim, 1991.

Suatu benda yang dikenai gaya akan mengalami perubahan bentuk (volume dan ukuran). Misalnya suatu pegas akan bertambah panjang dari ukuran semula, apabila dikenai gaya sampai batas tertentu.



Gambar 1. Skema Pertambahan Panjang Pada Pegas

Perhatikan Gambar 1 di atas! Pemberian gaya sebesar F akan mengakibatkan pegas bertambah panjang sebesar ΔX . Besar gaya F berbanding lurus dengan ΔX . Secara matematis dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\vec{F} = k \cdot \Delta X \quad (4)$$

Keterangan:

\vec{F} = gaya yang dikerjakan pada pegas (N)

k = konstanta pegas (N/m)

ΔX = penambahan panjang pegas (m)

Jika gaya tarik tidak melampaui batas elastisitas pegas, maka pertambahan panjang pegas berbanding lurus (sebanding) dengan gaya tariknya. Pernyataan tersebut dikemukakan pertama kali oleh Robert Hooke.

b. Hukum Hooke

Pernyataan yang dikemukakan oleh Robert Hooke di atas, selanjutnya dikenal sebagai hukum Hooke. Hubungan antara Hukum Hooke dengan modulus Young adalah sebagai berikut.

$$E = \frac{\vec{F}}{A\Delta X} \rightarrow \vec{F} = \frac{EA}{X} \Delta X = k\Delta X \quad (5)$$

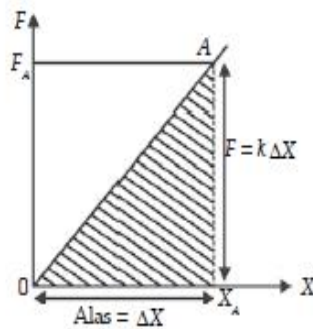
Sehingga, hubungan antara konstanta gaya (k) dengan modulus Young (E), dituliskan sebagai berikut.

$$k = \frac{EA}{X} \quad (6)$$

Sifat pegas seperti yang dinyatakan oleh hukum Hooke tidak terbatas pada pegas yang diregangkan. Pada pegas yang dimampatkan juga berlaku Hukum Hooke, selama pegas masih pada daerah elastisitas.

c. Energi Potensial Elastisitas

Usaha yang dilakukan untuk menarik pegas dapat dihitung sebagai luas daerah di bawah grafik gaya F dan pertambahan panjang pegas ΔX . Perhatikan Gambar 2 berikut!



Gambar 2. Grafik Antara F dengan ΔX

Dari Gambar 2, dapat dihitung luas daerah yang diarsir (luas segitiga) menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$W = \frac{1}{2} \vec{F} \Delta X \quad (7)$$

Karena $\vec{F} = k \Delta X$, maka

$$W = \frac{1}{2} k \Delta X \times \Delta X$$

$$W = \frac{1}{2} k \Delta X^2 \quad (8)$$

Seluruh usaha (W) yang dilakukan oleh gaya F tersimpan menjadi energi potensial elastis pegas karena tidak terjadi perubahan energi kinetik pegas. Oleh

karena itu, sebuah pegas yang memiliki konstanta pegas k dan terentang sejauh ΔX dari keadaan setimbangnya, memiliki energi potensial elastis sebesar E_p .

$$E_p = \frac{1}{2}k \Delta X^2 \quad (9)$$

Contoh penggunaan gaya pegas adalah ketapel. Jika ketapel diregangkan, kemudian dilepaskan, ketapel dapat melontarkan batu. Dalam hal ini, energi potensial elastis berubah menjadi energi kinetik batu.

$$\begin{aligned} E_{p(\text{ketapel})} &= E_{k(\text{batu})} \\ \frac{1}{2}k \Delta X^2 &= \frac{1}{2}mv^2 \end{aligned} \quad (10)$$

Keterangan:

k = konstanta pegas ketapel (N/m)

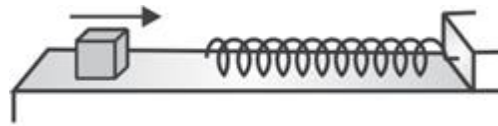
ΔX = pertambahan panjang (m)

m = massa benda (kg)

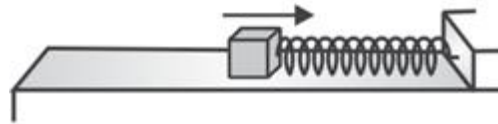
v = kecepatan benda (m/s)

d. Hukum Kekekalan Energi Mekanik pada Sistem Pegas

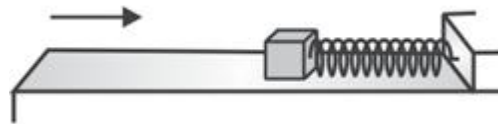
Apabila pegas tidak ditarik ataupun ditekan, besar energi potensial elastisitasnya nol $E_p = 0$. Hal ini dikarenakan pegas tidak mengalami perubahan panjang ($\Delta X = 0$). Sesuai dengan persamaan energi potensial pegas $E_p = (1/2) k \Delta X^2$, besar energi potensial pegas mencapai maksimum jika perubahan panjangnya maksimum. Sebaliknya, jika perubahan panjangnya minimum, maka besar energi potensial mencapai harga minimum.



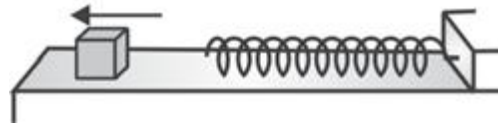
(1)



(2)



(3)



(4)

Gambar 3. Sistem Pegas

Berdasarkan Gambar 3, misalnya, sebuah balok yang massanya m bergerak dengan kecepatan v_1 dan menumbuk sebuah pegas. Sesuai dengan hukum kekekalan energi mekanik, maka jumlah energi mekanik sebelum bertumbukan sama dengan jumlah energi mekanik setelah bertumbukan. Secara matematis dituliskan seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 E_{Mawal} &= E_{Makhir} \\
 E_{Mbalok} + E_{Mpegas} &= E'_{Mawal} + E'_{Mawal} \\
 E_{kb} + E_{pb} + E_{pp} &= E'_{kb} + E'_{pb} + E'_{pp}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

Apabila gaya gesekan mempengaruhi sistem, maka besar usaha yang dilakukan oleh gaya gesekan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$W_{\text{gesekan}} = (E'_{kb} + E'_{pb} + E'_{pp}) - (E_{kb} + E_{pb} + E_{pp}) \quad (12)$$

Keterangan:

E_{kb} = energi kinetik benda sebelum tumbukan

E_{pb} = energi potensial benda sebelum tumbukan

E_{pp} = energi potensial pegas sebelum tumbukan

E'_{kb} = energi kinetik benda setelah tumbukan

E'_{pb} = energi potensial benda setelah tumbukan

E'_{pp} = energi potensial pegas setelah tumbukan

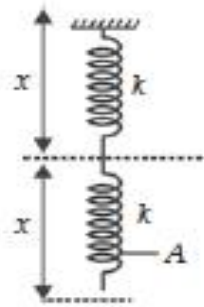
e. Susunan Pegas

Dua buah pegas atau lebih dapat disusun seri, paralel, atau gabungan seri dan paralel. Susunan pegas dapat diganti dengan sebuah pegas pengganti.

1) Susunan Seri

Rumus dasar yang digunakan adalah rumus modulus Young dan Hukum Hooke ($k = \frac{EA}{X}$). Jadi, tetapan pegas berbanding lurus dengan luas penampang pegas A , modulus Young E , dan berbanding terbalik dengan panjang pegas X . Persamaan ini menyatakan tetapan pegas tunggal. Jika dua buah pegas disusun secara seri seperti terlihat pada Gambar 4, maka panjang pegas menjadi $2X$. Oleh karena itu, persamaan pegasnya (k_s) menjadi seperti berikut.

$$k_s = \frac{EA}{2X} = \frac{1}{2} \left(\frac{EA}{X} \right) = \frac{1}{2} k \quad (13)$$



Gambar 4. Pegas Disusun Seri

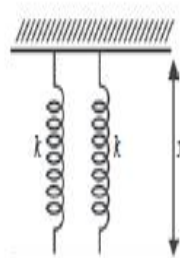
Jadi, apabila 2 pegas yang tetapan pegasnya sama dirangkaikan secara seri, maka susunan ini akan memberi tetapan pegas susunan sebesar $(1/2)k$ Sedangkan untuk n pegas yang tetapannya sama dan disusun seri, maka berlaku persamaan berikut.

$$k_s = \frac{k}{n} \quad (14)$$

2) Susunan Paralel

Apabila pegas disusun paralel, maka panjang pegas (X) tetap. Sedangkan luas penampang pegas berubah dari A menjadi $2A$, apabila pegas yang disusun sebanyak dua buah. Jadi, untuk dua buah pegas yang disusun secara paralel, tetapan pegasnya (k_p) menjadi seperti berikut.

$$k_p = \frac{E(2A)}{X} = 2\left(\frac{EA}{X}\right) = 2k \quad (15)$$



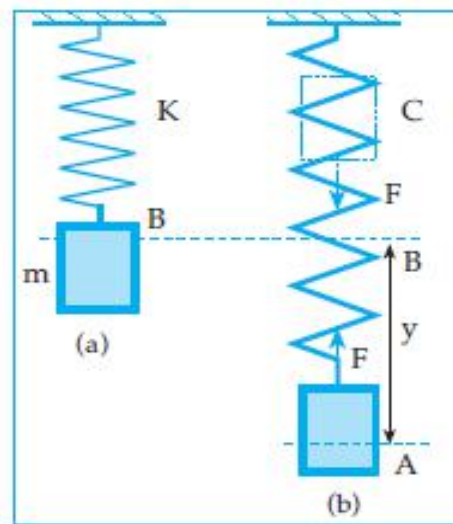
Gambar 5. Pegas Disusun Paralel

Apabila ada n pegas yang tetapan pegasnya sama disusun secara paralel misalnya seperti pada Gambar 5, maka akan menghasilkan pegas yang lebih kuat. Karena tetapan pegasnya menjadi lebih besar.

$$k_p = nk \quad (16)$$

Gerak Harmonik Pada Pegas

Contoh benda yang dapat melakukan gerak harmonik adalah benda yang digantungkan pada pegas kemudian digetarkan (getaran pegas) dan benda yang digantung dengan tali kemudian diberi simpangan kecil dan diayun (ayunan sederhana). Perhatikan gambar 6 berikut.

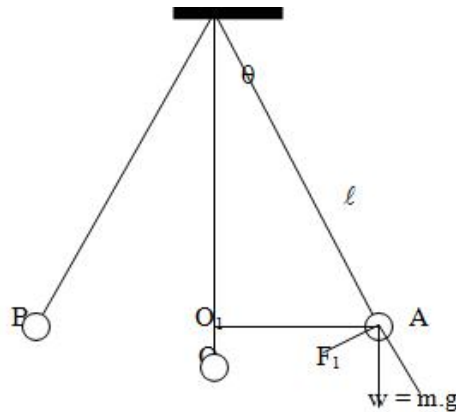


Gambar 6. Contoh Pegas

Pada saat itu timbul gaya pegas $F = K \cdot y$ dengan arah menuju titik setimbang (ke atas) sehingga pada saat beban dilepaskan beban bergerak ke atas sampai melampaui titik setimbang. Setelah beban melampaui titik setimbang arah gaya

pegas ke bawah (ke arah titik setimbang). Setelah beban sampai di titik C, beban bergerak ke bawah, selanjutnya beban bergerak harmonik. Gaya penggetar selalu mengarah ke titik setimbang.

Gerak bandul Tunggal



Gambar 7. Bandul Tunggal

Bandul O tergantung pada tali yang panjangnya ℓ . Bandul diberi simpangan θ , sudut θ kecil. Dengan asumsi sudut kecil disini jika nilai $\sin \theta$ sama dengan θ itu sendiri. Bila dilepas, bandul melakukan gerak bolak-balik menyusuri AOB. Bila massa bandul m , beratnya $w = m.g$. Saat bandul berada di A, gaya penggerakannya F_1 .

$$F_1 = m.g \sin \theta = m.g \frac{AO_1}{\ell} \quad \text{karena sudut } \theta \text{ kecil (} \sin \theta = \theta \text{), } AO_1 \text{ dapat}$$

disamakan dengan : $AO = y$

$$F_1 = m.g \frac{y}{\ell} \rightarrow F_1 = \frac{m.g}{\ell} y \quad (17)$$

$\frac{m.g}{\ell}$ adalah bilangan tetap, jadi $F_1 = k.y$

Hubungan yang terakhir menyatakan bahwa gaya penggerak sebanding dengan simpangannya. Bandul melakukan gerak Harmonis. Karena gerakan bandul gerak harmonik, periodenya dapat dicari dari rumus periode Gerak harmonis.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{m \cdot g / \ell}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (18)$$

T adalah waktu ayun bandul dalam detik, ℓ panjang bandul dalam meter, dan percepatan gravitasi dalam m/det².

f. Aplikasi Elastisitas dalam Kehidupan Sehari-hari

Dalam kehidupan sehari-hari, alat yang menerapkan sifat elastis bahan banyak dijumpai. Misalnya, pada mainan anak-anak seperti pistol-pistolan, mobil-mobilan, dan ketapel; perlengkapan rumah tangga seperti kursi sudut dan *spring-bed*.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Rohmani dan dipublikasikan melalui *digilib.uns.ac.id*. Metode yang digunakan adalah mengikuti langkah-langkah yang diungkapkan oleh Sugiyono yakni 1) mengidentifikasi potensi dan masalah, 2) mengumpulkan informasi, 3) mendesain produk, 4) memvalidasi desain produk, 5) merevisi desain produk, 6) ujicoba produk, 7) revisi produk, 8) ujicoba pemakaian, 9) revisi produk, dan 10) pembuatan produk massal.

Hasil penelitian memberikan informasi bahwa produk berhasil dikembangkan dengan menggunakan *software Adobe Flash* dan XML dengan hasil produk dikemas dalam keping CD dan dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Di samping itu, pembelajaran dengan menggunakan produk yang sudah dikembangkan, dapat meningkatkan prestasi fisika peserta didik. Hubungan dengan penelitian ini adalah menekankan bahwa penggunaan multimedia interaktif berbentuk CD interaktif fisika perlu dikembangkan.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Timothy Stelzer, Gary Gladding, José P. Mestre, and David T. Brookes (2008), menjelaskan bahwa pembelajaran melalui multimedia sebagai media pembelajaran lebih efektif 70% dibandingkan pembelajaran melalui buku teks tradisional hanya 57%. Hubungan dengan penelitian ini adalah CD interaktif fisika yang akan dikembangkan oleh peneliti merupakan salah satu contoh bentuk multimedia interaktif. Sehingga akan menjadikan pembelajaran fisika lebih efektif.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Joko Siswanto yang dipublikasikan dalam jurnal JP2F Volume 2 Nomor 1 April 2011. Metode yang digunakan adalah penelitian pengembangan. Pada penelitian pengembangan ini memuat tiga komponen yaitu: model pengembangan, prosedur penelitian dan uji coba produk. Uji produk dilakukan terhadap ahli materi, ahli media dan uji coba kelompok kecil. Hasil penelitian yaitu telah dihasilkan *CD-O (Compact Disk-Online)* sebagai media pembelajaran Fisika berbasis proyek yang merupakan media pembelajaran interaktif. Peserta didik juga sangat merespon baik pembelajaran menggunakan CD-O, sehingga dapat meningkatkan motivasi

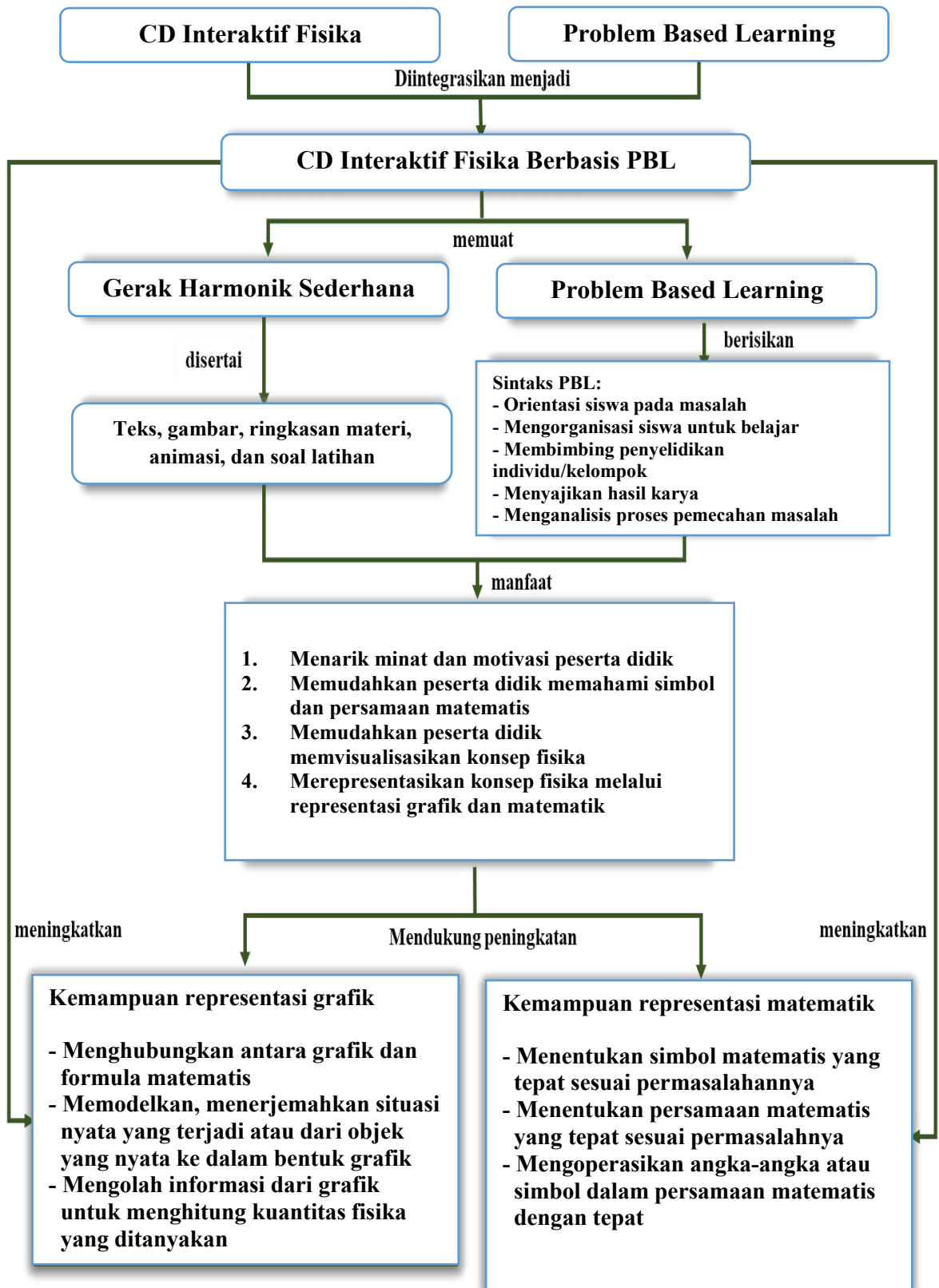
belajar. Hubungan dengan penelitian ini adalah menguatkan perlunya dikembangkan CD interaktif fisika terutama untuk materi gerak harmonik sederhana.

C. Kerangka Pikir

Pembelajaran fisika di sekolah dibatasi oleh waktu dan beban materi yang harus disampaikan. Hal tersebut menimbulkan kecenderungan guru untuk menggunakan metode ceramah dalam tiap pembelajaran fisika. Penggunaan metode pembelajaran yang kurang bervariasi dan kurang sesuai dengan karakteristik materi yang disampaikan, ikut berpengaruh terhadap respon belajar peserta didik. Salah satu pengaruh yang terlihat yaitu aktivitas dan hasil belajar peserta didik menjadi kurang. Dengan melihat karakteristiknya, fisika dipelajari dengan prinsip ‘menemukan dan membuktikan’, tidak hanya ‘menerima’ suatu konsep. Pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* (PBL) menggunakan aturan tersebut, yaitu peserta didik menemukan suatu konsep pengetahuan melalui serangkaian keterampilan proses. Melalui proses tersebut, peserta didik akan didorong untuk terlibat secara langsung dan aktif dalam mempelajari suatu konsep materi pelajaran. Pembelajaran dengan pendekatan ini juga akan mengasah keterampilan proses peserta didik. Seperti yang sudah diketahui bahwa keterampilan proses merupakan bekal yang bisa digunakan untuk menemukan suatu konsep atau pengetahuan.

Keterlibatan peserta didik secara langsung dalam pembelajaran akan meningkatkan aktivitas dan hasil peserta didik dalam belajar. Diharapkan dengan

penggunaan pendekatan keterampilan proses, aktivitas peserta didik dalam pembelajaran akan lebih berkembang. Selanjutnya peserta didik akan mengalami peningkatan pemahaman pada materi yang sedang dipelajari. Adapun kerangka berpikir penelitian disajikan dalam bentuk diagram seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Kerangka Berpikir

D. Pertanyaan Penelitian

Beberapa pertanyaan penelitian yang dapat diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kelayakan CD interaktif fisika berbasis PBL untuk peserta didik SMA
 - a. Apakah CD interaktif fisikaberbasis PBL yang dibuat memenuhi kriteria layak berdasarkan aspek materi?
 - b. Apakah CD interaktif fisikaberbasis PBL yang dibuat memenuhi kriteria layak berdasarkan aspek media?
2. Efektivitas penggunaan CD interaktif fisika berbasis PBLdalam meningkatkan kemampuan representasi grafik
 - a. Adakah perbedaan skor pretes dan postes kemampuan representasi grafik pada kelas eksperimen dan kontrol?
 - b. Adakah peningkatan kemampuan representasi grafik pada kelas eksperimen dan kontrol?
 - c. Seberapa besar keefektifan yang diberikan CD interaktif fisika berbasis PBL dalam meningkatkan kemampuan representasi grafik berdasarkan *Partial Eta Squared*?
3. Efektivitas penggunaan CD interaktif fisika berbasis PBLdalam meningkatkan kemampuan representasi matematik
 - a. Adakah perbedaan skor pretes dan postes kemampuan representasi matematik pada kelas eksperimen dan kontrol?
 - b. Adakah peningkatan kemampuan representasi matematik pada kelas eksperimen dan kontrol?

- c. Seberapa besar keefektifan yang diberikan CD interaktif fisika berbasis PBL dalam meningkatkan kemampuan representasi matematik berdasarkan *Partial Eta Squared*?
4. Profil peningkatan kemampuan representasi grafik dan representasi matematik
- a. Seberapa besar profil peningkatan kemampuan representasi grafik dalam penggunaan CD interaktif fisika berbasis PBL?
 - b. Seberapa besar profil peningkatan kemampuan representasi matematik dalam penggunaan CD interaktif fisika berbasis PBL?