

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teoritis

Deskripsi teoritis akan dibahas antara lain tentang pembelajaran Fisika, pembelajaran Fisika di SMA, keterampilan pemecahan masalah, efikasi diri, pembelajaran berbasis masalah (PBL), virtual laboratorium, PBL berbantuan virtual laboratorium, pembelajaran *Discovery Learning*, *Discovery Learning* berbantuan Virtual Laboratorium, dan materi efek fotolistrik.

1. Pembelajaran Fisika

Fisika adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari materi, energi, dan interaksi di antara keduanya, termasuk fenomena alam dari skala sub-atomik hingga kosmik (Ramadhona & Amin, 2024). Tujuan utama pembelajaran fisika tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga mengembangkan kemampuan memahami fenomena alam dan menerapkan prinsip-prinsip ilmiah dalam kehidupan sehari-hari serta mendorong aktivitas dan sikap ilmiah peserta didik (Qomariyah et al., 2024). Pembelajaran Fisika yang efektif diharapkan mampu membentuk siswa menjadi individu yang tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari dan menghadapi tantangan di masa depan.

Pembelajaran Fisika seringkali dianggap sulit oleh siswa karena banyak rumus-rumus yang abstrak. Peserta didik menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang sulit adalah karena pembelajaran sering dipersepsikan menuntut hafalan rumus, sehingga mereka kesulitan memahami konsep materi dan hal tersebut berdampak pada hasil belajar yang diperoleh (Amalisholeha et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang inovatif dan relevan untuk meningkatkan keterlibatan siswa, pemahaman konsep, dan pengembangan keterampilan abad ke-21.

2. Pembelajaran Fisika di SMA

Di jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA), diarahkan untuk membekali siswa dengan pemahaman konsep-konsep dasar fisika, kemampuan penalaran ilmiah, dan keterampilan dalam menganalisis serta menyelesaikan masalah fisika.

Kurikulum fisika SMA mencakup berbagai topik seperti mekanika, termodinamika, gelombang, listrik magnet, dan fisika modern (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, 2022). Penekanan pada jenjang ini adalah menghubungkan teori fisika dengan fenomena sehari-hari, serta mengembangkan keterampilan eksperimen dan analisis data.

Tantangan dalam pembelajaran fisika di SMA seringkali berkaitan dengan miskonsepsi konseptual, dapat dilihat bagaimana siswa seringkali memiliki pemahaman awal (miskonsepsi) yang bertentangan dengan konsep fisika yang benar, dan miskonsepsi ini sulit diubah jika pembelajaran hanya bersifat satu arah (Listianingrum & Zakwandi, 2022). Keterampilan pemecahan masalah yang rendah dapat menyebabkan siswa kesulitan mengaplikasikan konsep fisika untuk menyelesaikan masalah kontekstual yang diberikan, seringkali hanya berfokus pada rumus tanpa memahami proses pemecahan masalah. Padahal kemampuan pemecahan masalah merupakan syarat utama untuk mencapai keberhasilan dalam pembelajaran fisika (Firmansyah et al., 2022). Selanjutnya rendahnya efikasi diri dalam memahami materi dan memecahkan masalah fisika dapat menurunkan keyakinan diri siswa terhadap kemampuan mereka untuk berhasil dalam mata pelajaran ini. Yang lebih gigih dalam mengatasi tantangan adalah siswa dengan efikasi diri yang tinggi, sedangkan yang memiliki efikasi diri rendah memiliki kecenderungan mudah menyerah (Kaharuddin et al., 2020). Metode pembelajaran konvensional menyebabkan banyak guru fisika masih dominan menggunakan metode ceramah dan kurang melibatkan siswa secara aktif dalam proses konstruksi pengetahuan serta kurangnya kemampuan dalam penerapan konsep yang telah dipelajari (Nurjannah et al., 2021).

Untuk mengatasi tantangan tersebut, inovasi dalam metode pembelajaran fisika di SMA menjadi krusial. Pembelajaran berbasis masalah melibatkan peserta didik secara aktif dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan fisika kontekstual sehingga berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep serta kemampuan pemecahan masalah (Santoso et al., 2020). Selain itu, pemanfaatan teknologi modern seperti virtual laboratorium memiliki potensi untuk mentransformasi metode konvensional dalam penyusunan tugas dan evaluasi asesmen. Selain memfasilitasi desain praktikum, teknologi ini juga diproyeksikan

untuk meningkatkan kompetensi berpikir kritis dalam proses belajar-mengajar (Qudratuddarsi et al., 2025). Dengan demikian, integrasi teknologi dapat memperkaya pengalaman belajar fisika, menjadikannya lebih menarik dan efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran yang komprehensif.

3. Keterampilan Pemecahan Masalah

Keterampilan pemecahan masalah merupakan kemampuan individu dalam mengenali masalah, merumuskan solusi, dan mengevaluasi hasilnya. Indikator keterampilan pemecahan masalah mencakup empat langkah: (1) memahami masalah, (2) merencanakan masalah/merencanakan strategi, (3) melaksanakan rencana, dan (4) memeriksa kembali dan menyimpulkan (Hasna et al., 2022). Kemampuan pemecahan masalah menjadi salah satu keterampilan inti dalam pembelajaran, karena menuntut peserta didik untuk memahami permasalahan secara mendalam dan menyusun penyelesaian berdasarkan pemahaman konseptual yang dimiliki (Liando et al., 2025). Dalam konteks pembelajaran fisika, pemecahan masalah menuntut pemahaman konsep yang mendalam dan penerapannya dalam situasi nyata. Keterampilan ini bukan hanya alat akademik, tetapi juga kompetensi penting dalam kehidupan sehari-hari. Dalam fisika, kemampuan ini sangat dibutuhkan karena siswa harus mampu menghubungkan konsep abstrak dengan fenomena nyata. Sintesis dari para ahli menunjukkan bahwa keterampilan pemecahan masalah adalah kunci dalam membangun penalaran ilmiah siswa. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan keterampilan ini dalam proses pembelajaran fisika di sekolah. Siswa harus mampu memahami teks soal, menerjemahkannya ke dalam model fisika, dan menyelesaikannya menggunakan konsep yang tepat. Evaluasi terhadap solusi juga penting untuk memastikan bahwa hasilnya logis dan sesuai. Indikator ini saling terkait dan membentuk satu siklus pemecahan masalah. Sintesis dari berbagai pendapat menunjukkan bahwa keterampilan ini bersifat kompleks dan harus dilatih secara sistematis. Oleh karena itu, pembelajaran fisika perlu dirancang untuk melatih semua indikator tersebut secara menyeluruh.

Keterampilan pemecahan masalah sangat berkaitan dengan pencapaian belajar siswa dalam mata pelajaran fisika. Fisika adalah disiplin ilmu yang

menuntut pemahaman konsep dan penerapan dalam konteks kuantitatif dan kualitatif. Menurut Liverani et al., (2023), siswa dengan keterampilan pemecahan masalah yang baik cenderung menunjukkan pencapaian yang lebih tinggi. Hal ini karena mereka dapat menghubungkan konsep-konsep yang dipelajari dengan masalah nyata. Jika siswa hanya menghafal rumus tanpa memahami aplikasinya, maka pencapaiannya cenderung rendah. Selain itu, pemecahan masalah juga melatih logika, daya nalar, dan kreativitas dalam berpikir. Semakin mampu siswa menyelesaikan masalah, semakin percaya diri mereka terhadap kemampuan akademiknya. Dalam konteks ini, pembelajaran fisika tidak cukup hanya menyampaikan teori, tetapi juga harus memberi ruang untuk praktik pemecahan masalah. Oleh karena itu, keterampilan ini merupakan indikator penting dalam menilai pencapaian belajar fisika siswa. Indikator keterampilan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) memahami masalah, (2) merencanakan masalah/merencanakan strategi, (3) melaksanakan rencana, dan (4) memeriksa kembali dan menyimpulkan (Hasna et al., 2022).

4. Efikasi Diri

Efikasi diri adalah keyakinan seseorang terhadap kemampuannya dalam menyelesaikan tugas atau mencapai tujuan tertentu. Penelitian yang dilakukan oleh Ramandha & Laili (2025) menunjukkan bahwa efikasi diri yang tinggi berkontribusi terhadap meningkatnya motivasi, intensitas usaha, dan ketekunan siswa dalam menghadapi tugas akademik. Dalam konteks pembelajaran fisika, efikasi diri sangat penting karena fisika sering dianggap sebagai mata pelajaran sulit. Siswa yang memiliki efikasi diri rendah cenderung menghindari tugas menantang dan cepat menyerah. Sebaliknya, siswa dengan efikasi diri tinggi lebih terbuka dalam mencoba strategi baru dan menyelesaikan soal sulit. Oleh karena itu, efikasi diri bukan hanya memengaruhi hasil belajar, tetapi juga sikap dan perilaku belajar siswa. Sintesis dari pendapat para ahli menunjukkan bahwa efikasi diri adalah aspek psikologis penting dalam pendidikan. Dalam pembelajaran fisika, peningkatan efikasi diri harus menjadi bagian integral dari strategi pembelajaran.

Indikator efikasi diri siswa adalah: (1) Tingkat penyelesaian tugas, (2) tingkat kesulitan tugas, (3) optimis menghadapi tugas, (4) gigih dalam belajar, (5)

gigih dalam mengerjakan tugas, (6) konsistensi dalam mencapai tujuan, (7) penguasaan tugas-tugas yang diberikan, (8) penguasaan materi-materi pembelajaran, dan (9) cara mengatur waktu (Bandura, 1997).

Efikasi diri dalam pembelajaran diwujudkan melalui keyakinan akan keberhasilan, kesiapan menghadapi tantangan, kemampuan memecahkan masalah, ketangguhan terhadap hambatan, dan keterampilan berinteraksi secara efektif (Rahmawati & Nopriana, 2024). Dalam pembelajaran fisika, indikator ini terlihat saat siswa berani mencoba soal sulit, bertanya jika tidak paham, dan tetap belajar meskipun gagal. Kemampuan mengatur emosi saat menghadapi kesalahan juga menjadi penentu keberhasilan belajar. Indikator ini saling berkaitan dan mencerminkan kesiapan psikologis siswa dalam belajar. Siswa yang mampu mengevaluasi dirinya secara realistis biasanya memiliki efikasi diri yang lebih stabil. Sintesis pendapat para ahli menunjukkan bahwa indikator efikasi diri mencakup dimensi kognitif, afektif, dan perilaku. Oleh karena itu, pembelajaran fisika harus mendukung perkembangan ketiga aspek ini secara seimbang. Guru memiliki peran penting dalam membangun efikasi diri siswa melalui dukungan, umpan balik positif, dan pemberian tantangan yang sesuai. Hubungan antara efikasi diri dan keterampilan pemecahan masalah sangat erat, terutama dalam pembelajaran fisika yang menuntut ketekunan dan kepercayaan diri. Siswa yang memiliki efikasi diri tinggi cenderung lebih percaya diri dalam mencoba berbagai strategi pemecahan masalah. Menurut Bandura (1997), efikasi diri memengaruhi pilihan tindakan, tingkat usaha, dan ketahanan saat menghadapi hambatan. Dalam konteks fisika, siswa dengan efikasi diri tinggi lebih berani menghadapi soal-soal kompleks dan tidak cepat menyerah. Mereka juga lebih reflektif dan mampu mengevaluasi kesalahan secara konstruktif. Sebaliknya, efikasi diri rendah membuat siswa cenderung menghindari dari tugas yang menantang dan bergantung pada bantuan guru. Hal ini menghambat proses berpikir mandiri yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah. Oleh karena itu, peningkatan keterampilan pemecahan masalah perlu diiringi dengan penguatan efikasi diri. Pembelajaran yang memberdayakan siswa secara psikologis akan lebih efektif dalam jangka panjang. Dalam hal ini, model pembelajaran seperti *problem-based learning* yang memicu keterlibatan aktif siswa sangat dianjurkan.

5. *Problem Based Learning (PBL)*

Pembelajaran berbasis masalah atau *problem-based learning (PBL)* adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada keterlibatan siswa dalam menyelesaikan masalah nyata. Menurut Chen et al. (2020), PBL mendorong siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kerja sama, dan keterampilan komunikasi. Dalam pembelajaran fisika, PBL memfasilitasi siswa untuk menghubungkan teori dengan praktik melalui eksperimen atau simulasi. PBL memicu keingintahuan siswa dan mendorong mereka untuk aktif mencari solusi. Dengan demikian, siswa menjadi lebih bertanggung jawab atas proses belajar mereka. Sintesis dari berbagai definisi menunjukkan bahwa PBL sangat relevan untuk pengembangan keterampilan pemecahan masalah dan efikasi diri. Oleh karena itu, PBL merupakan pendekatan yang sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika abad 21. PBL tidak hanya mentransfer pengetahuan, tetapi juga membentuk kompetensi belajar sepanjang hayat.

Karakteristik pembelajaran berbasis masalah (PBL) menurut Allen et al. (1996) mencakup pembelajaran yang berpusat pada siswa, dimulai dengan masalah nyata, dan mendorong kerja sama kelompok. Menurut Kazimoglu (2020), karakteristik PBL juga mencakup keterlibatan aktif siswa dalam merumuskan masalah dan mengevaluasi solusi. Dalam konteks fisika, karakteristik ini mendorong siswa untuk memahami konsep secara kontekstual dan menghubungkannya dengan fenomena nyata. Kolaborasi antarsiswa dalam kelompok kecil membantu memperkuat pemahaman melalui diskusi dan pertukaran ide. Selain itu, proses belajar menjadi lebih bermakna karena siswa mengaitkan pengetahuan dengan pengalaman mereka sendiri. Karakteristik ini sangat mendukung pengembangan soft skills seperti komunikasi, kepemimpinan, dan tanggung jawab. Sintesis dari berbagai ahli menunjukkan bahwa PBL menciptakan lingkungan belajar yang aktif, mandiri, dan kolaboratif. Oleh karena itu, karakteristik PBL sangat cocok untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah fisika secara holistik. Sintaks atau tahapan dalam pembelajaran berbasis masalah menurut Gallagher dan Savage (2023), sintaks atau tahapan dalam model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*) terdiri atas lima langkah utama, yaitu: (1) orientasi terhadap masalah; (2) pengumpulan informasi; (3)

identifikasi solusi; (4) pengujian solusi; dan (5) refleksi. Sedangkan Arends (2012) mengemukakan lima tahap, yaitu: (1) mengorientasikan siswa pada masalah; (2) mengorganisasi siswa untuk belajar; (3) membimbing penyelidikan; (4) mengembangkan dan menyajikan hasil; dan (5) mengevaluasi proses penyelesaian masalah.

Dalam pembelajaran fisika, tahapan ini dapat diterapkan untuk menghubungkan permasalahan kontekstual dengan hukum-hukum fisika. Proses ini membantu siswa membangun pengetahuan melalui penyelidikan, bukan sekadar menerima informasi. Tahapan ini juga memungkinkan integrasi keterampilan ilmiah seperti observasi, hipotesis, eksperimen, dan analisis data. Sintaks PBL dirancang agar siswa mengalami pembelajaran yang autentik dan menantang. Setiap tahap mendorong siswa untuk berpikir mandiri dan bekerja sama. Pemilihan sintaks yang tepat penting agar materi fisika dapat dipahami secara menyeluruh. Dengan demikian, sintaks PBL harus disesuaikan dengan kebutuhan siswa dan karakteristik materi fisika yang diajarkan.

6. *Discovery Learning* (DL)

Discovery Learning adalah suatu model pembelajaran yang menekankan pada proses menemukan konsep atau prinsip melalui pengalaman langsung dan eksplorasi mandiri. Dalam model ini, peserta didik tidak menerima informasi secara pasif, melainkan aktif mencari, mengolah, dan menyimpulkan pengetahuan sendiri berdasarkan data atau fenomena yang disajikan. Guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan stimulus dan bimbingan minimal, sementara siswa terlibat dalam proses penyelidikan untuk membangun pemahaman. Pembelajaran *Discovery Learning* dapat memberikan dampak pada peningkatan pemecahan masalah peserta didik (Jana & Fahmawati, 2020). Menurut Marisya & Sukma (2020), model pembelajaran *Discovery Learning* memiliki enam tahapan utama, yaitu:

- 1) *Stimulation* (Pemberian Stimulus), Guru memberikan rangsangan berupa pertanyaan, fenomena, atau permasalahan yang berkaitan dengan materi untuk membangkitkan rasa ingin tahu siswa.

- 2) *Problem Statement* (Identifikasi Masalah), Peserta didik diarahkan untuk merumuskan masalah yang muncul dari stimulus yang diberikan, kemudian menyusunnya dalam bentuk pertanyaan atau hipotesis yang akan diuji.
- 3) *Data Collection* (Pengumpulan Data), Siswa mengumpulkan berbagai informasi atau data yang relevan melalui eksperimen, literatur, simulasi, maupun observasi untuk menjawab permasalahan yang diajukan.
- 4) *Data Processing* (Pengolahan Data), Informasi atau data yang diperoleh kemudian dianalisis, disusun, serta diinterpretasikan agar menghasilkan pola, hubungan, atau temuan tertentu.
- 5) *Verification* (Pembuktian), Pada tahap ini, siswa memeriksa kebenaran hipotesis dengan membandingkan hasil analisis data terhadap permasalahan awal yang diajukan.
- 6) *Generalization* (Generalisasi atau Menarik Kesimpulan), Peserta didik menyusun kesimpulan berupa konsep, prinsip, atau aturan umum berdasarkan hasil pembuktian yang telah dilakukan.

7. Virtual Laboratorium

Virtual Laboratorium adalah lingkungan simulasi berbasis komputer yang dirancang untuk merepresentasikan pengalaman praktikum layaknya di laboratorium nyata. Melalui platform digital, peserta didik dapat melakukan percobaan, mengamati fenomena, serta memanipulasi variabel layaknya dalam praktik langsung. Laboratorium virtual memungkinkan interaksi interaktif dengan objek digital untuk meningkatkan pemahaman konsep tanpa terikat pada keterbatasan ruang, waktu, maupun ketersediaan alat. Virtual Laboratorium yang digunakan dalam penelitian ini adalah *PhET Interactive Simulations*.

Tujuan utama penggunaan Laboratorium Virtual adalah menyediakan alternatif pembelajaran praktikum yang aman, fleksibel, dan efisien. Keberadaan laboratorium virtual mengatasi keterbatasan alat praktikum di sekolah, sehingga siswa tetap dapat melakukan kegiatan praktikum dan lebih mudah memahami serta menemukan sendiri konsep-konsep fisika melalui pengalaman praktis (Nurhasanah et al., 2023). Melalui simulasi digital, siswa dapat mengulangi

percobaan tanpa risiko kecelakaan atau kerusakan alat. Selain itu, virtual laboratorium bertujuan untuk memperkuat pemahaman konsep teoritis dengan pengalaman eksploratif dan investigatif yang lebih mandiri. Dalam pembelajaran sains, virtual laboratorium berperan penting sebagai media pendukung praktikum yang bersifat eksperiensial. Media ini membantu mengaitkan teori dengan praktik melalui percobaan digital. Siswa tidak hanya mengamati, tetapi juga menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengembangkan keterampilan ilmiah seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan eksplorasi ilmiah. Melalui media laboratorium virtual, pengalaman belajar fisika menjadi lebih realistis dan membantu peserta didik dalam mengikuti pembelajaran secara efektif (Nirahua & Matulesy, 2024).

Virtual laboratorium memberikan berbagai manfaat bagi proses pembelajaran, di antaranya:

1. Meningkatkan pemahaman konsep abstrak, khususnya pada materi yang sulit diamati langsung.
2. Mendorong kemandirian belajar, karena siswa dapat bereksperimen secara mandiri dan berulang kali.
3. Menghemat sumber daya, seperti bahan praktikum dan peralatan laboratorium.
4. Meningkatkan motivasi dan minat belajar, melalui pengalaman belajar yang visual dan interaktif.

8. *Problem Based Learning* Berbantuan Virtual Laboratorium

Fisika merupakan mata pelajaran yang menuntut pemahaman konsep sekaligus keterampilan eksperimen. Banyak konsep fisika bersifat abstrak (misalnya gelombang, listrik, medan magnet, atau gerak partikel) sehingga sering sulit dipahami hanya melalui ceramah atau pembelajaran tradisional. Saat mempelajari fisika di sekolah, baik melalui kegiatan di kelas maupun di laboratorium, siswa dituntut untuk berperan aktif dalam dua aspek utama, yaitu aktif melakukan kegiatan secara langsung (*hands-on*) serta aktif mengasah kemampuan berpikir atau menalar (*minds-on*) (Suindhia, 2023). Konsep-konsep fisika akan lebih mudah diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari apabila guru

dapat menentukan model pembelajaran yang relevan dan sejalan dengan tujuan pembelajaran (Dehong et al., 2020). Salah satu model pembelajaran yang cocok digunakan dalam pembelajaran fisika disekolah adalah Problem based learning (PBL). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rizqi et al., (2020) menunjukkan bahwa PBL terbukti lebih efektif daripada ceramah dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika .

Problem Based Learning (PBL) merupakan strategi pembelajaran yang mengutamakan proses penyelesaian masalah untuk membantu siswa memahami konsep dan mengembangkan keterampilannya (Ramadani, 2020). Melalui pendekatan ini, siswa didorong untuk mengembangkan pemahaman konseptual sekaligus melatih kemampuan mereka dalam mencari solusi dan menyelesaikan masalah yang dihadapi. *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pendekatan pembelajaran yang menitikberatkan pada keterampilan memecahkan masalah dengan melibatkan pengalaman langsung (Yahya et al., 2023). PBL tidak hanya menekankan pada penguasaan konten materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kemampuan kolaborasi, serta kemandirian belajar peserta didik. Guru berperan sebagai fasilitator yang mengarahkan proses eksplorasi masalah, sedangkan peserta didik menjadi subjek aktif yang mencari solusi melalui penyelidikan dan diskusi kelompok.

Melalui penerapan *Problem Based Learning*, siswa tidak hanya dituntut berpartisipasi aktif dalam pembelajaran, tetapi juga didorong untuk mencapai hasil belajar yang lebih baik (Sari et al., 2022). Dengan demikian, PBL dapat dipahami sebagai strategi pembelajaran yang berfokus pada aktivitas pemecahan masalah nyata (*real life problem*) untuk menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi sekaligus pemahaman konsep secara mendalam. Adapun tahapan dalam *Problem Based Learning* meliputi Orientasi pada masalah, Pengorganisasian kelompok, Pengumpulan informasi, Pengembangan solusi, presentasi dan refleksi. Menurut Irfani et al. (2025) , model Problem Based Learning (PBL) memiliki dampak positif dalam meningkatkan kemampuan berfikir kritis dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dalam konsep fisika.

Untuk menghadapi tantangan pada abad 21, pendidikan menekankan bagaimana peserta didik menggunakan pengetahuan tersebut untuk memecahkan masalah, berinovasi, dan berkolaborasi dalam kehidupan nyata. PBL berbantuan Virtual Laboratorium sejalan dengan keterampilan abad 21 yang menekankan 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, communication*) serta literasi digital. Tentunya ini akan sangat cocok digunakan dalam pembelajaran fisika. Peserta didik tidak hanya menguasai konten sains, tetapi juga terbiasa menggunakan teknologi untuk berpikir kritis, berkomunikasi hasil temuan, dan bekerja sama memecahkan masalah.

Problem Based Learning (PBL) berbantuan Virtual Laboratorium merupakan model pembelajaran yang memadukan strategi pemecahan masalah (PBL) dengan pemanfaatan teknologi laboratorium virtual sebagai sarana eksperimen. Laboratorium virtual merupakan sarana untuk mendukung tercapainya pendidikan yang berkualitas dengan menghadirkan perangkat, algoritma, serta berbagai fasilitas virtual dalam bidang tertentu (Yahya et al., 2023). Laboratorium virtual menyediakan pengalaman praktik dalam ruang belajar berbasis digital yang interaktif, dinamis, dan didukung animasi. Hal ini membantu mengurangi rasa bosan, meningkatkan motivasi belajar, memperdalam pemahaman konsep, serta mengasah kemampuan kognitif siswa (Ramadani, 2020). PBL memberikan permasalahan kontekstual yang relevan dengan kehidupan nyata, sementara laboratorium virtual menyediakan media simulasi eksperimen fisika secara digital. Dengan demikian, peserta didik dapat memecahkan masalah, menguji hipotesis, dan menganalisis fenomena fisika secara lebih mendalam meskipun fasilitas laboratorium nyata terbatas. Dalam model ini, peserta didik tidak hanya diajak memecahkan masalah kontekstual fisika melalui diskusi dan penyelidikan, tetapi juga difasilitasi untuk melakukan percobaan secara digital menggunakan simulasi laboratorium. Kombinasi PBL dan Virtual Laboratorium menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif yang membangun pengetahuan melalui pengalaman pemecahan masalah, pengujian hipotesis, serta analisis data secara interaktif.

Tahapan dalam PBL berbantuan laboratorium virtual pada dasarnya menggunakan sintaks PBL pada umumnya. Menurut Yahya et al. (2023) dalam

Implementasi PBL berbantuan laboratorium virtual harus melakukan beberapa persiapan sebelumnya:

1. Menentukan materi dan tujuan pembelajaran yang jelas. Termasuk konsep-konsep fisika yang diinginkan peserta didik pahami;
2. Mendesain kasus atau masalah yang relevan dengan materi yang akan diajarkan. Pastikan bahwa masalah tersebut menantang dan merangsang minat peserta didik.
3. Menyediakan laboratorium virtual. Bisa dengan mengembangkan sendiri atau menggunakan lab virtual yang sudah tersedia (di fase 3 dalam sintaks PBL).
4. Menyediakan lembar kerja peserta didik. Ini mungkin akan dibutuhkan sebagai panduan peserta didik dalam melakukan penyelidikan mandiri atau kelompok.

9. *Discovery Learning* Berbantuan Virtual Laboratorium

Model pembelajaran lainnya yang cocok digunakan pada pembelajaran fisika adalah model pembelajaran *Discovery Learning*. *Discovery Learning* merupakan salah satu model pembelajaran konstruktivistik yang menekankan pada keterlibatan aktif peserta didik dalam menemukan konsep, prinsip, atau hukum melalui pengalaman belajar. *Discovery Learning* adalah model pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pusat kegiatan belajar. Dalam proses ini, peserta didik diarahkan untuk belajar secara mandiri dengan cara mencari, mengeksplorasi, dan menemukan pengetahuan, kemudian mengaplikasikannya dalam pemecahan masalah. Guru berperan bukan sebagai pemberi informasi utama, melainkan sebagai fasilitator yang membimbing jalannya pembelajaran (Dehong et al., 2020). Proses belajar tidak diberikan dalam bentuk informasi jadi, melainkan siswa diarahkan untuk mengeksplorasi, melakukan observasi, menganalisis, hingga menarik kesimpulan. Guru dalam hal ini berperan sebagai fasilitator yang menyediakan stimulus, pertanyaan, maupun situasi problematis yang mendorong siswa untuk berpikir.

Dalam bidang fisika, *Discovery Learning* juga sangat sesuai karena fisika merupakan ilmu yang berlandaskan observasi dan eksperimen. Dengan

melibatkan siswa dalam proses menemukan, pemahaman konseptual menjadi lebih mendalam dibandingkan pembelajaran yang hanya bersifat ceramah.

Virtual Laboratorium (V-Lab) adalah media berbasis komputer atau perangkat digital yang menyajikan simulasi eksperimen seolah-olah dilakukan di laboratorium nyata. Melalui V-Lab, siswa dapat melakukan percobaan dengan mengatur variabel, menjalankan prosedur, dan mengamati hasil percobaan secara virtual. Manfaat utama V-Lab dalam pembelajaran fisika, antara lain mengatasi keterbatasan peralatan dan bahan yang ada di sekolah, memberikan visualisasi yang lebih jelas terhadap fenomena yang abstrak, seperti gelombang elektromagnetik atau partikel subatom, menjamin keamanan siswa karena percobaan dilakukan dalam bentuk simulasi, dapat digunakan kapan saja tanpa bergantung pada ruang laboratorium. Melalui media laboratorium virtual, pengalaman belajar fisika menjadi lebih realistis dan membantu peserta didik dalam mengikuti pembelajaran secara efektif (Nirahua & Matulesy, 2024).

Penggabungan *Discovery Learning* dengan Virtual Laboratorium menciptakan proses belajar yang bersifat inkuiri digital. Artinya, siswa tetap melewati tahapan penemuan, tetapi dengan bantuan media berbasis simulasi. *Discovery Learning* berbantuan Virtual Laboratorium dapat dipandang sebagai model pembelajaran fisika yang mendukung tuntutan pembelajaran abad ke-21. Model ini menggabungkan aktivitas penemuan dengan pemanfaatan teknologi digital sehingga siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memperoleh pengalaman belajar yang aktif, kreatif, dan relevan dengan perkembangan zaman. Tahapan penerapannya dapat digambarkan sebagai berikut:

1. *Stimulation*: Guru memberikan fenomena fisika melalui simulasi V-Lab untuk menimbulkan rasa ingin tahu.
2. *Problem Statement*: Siswa merumuskan masalah yang muncul dari fenomena tersebut.
3. *Data Collection*: Siswa melakukan percobaan virtual dengan mengubah variabel tertentu.
4. *Data Processing*: Data hasil simulasi diolah dan dianalisis untuk menemukan pola.
5. *Verification*: Hipotesis dibandingkan dengan hasil percobaan.

6. *Generalization*: Siswa menarik kesimpulan berupa konsep atau hukum fisika.

10. Fenomena Kuantum

Fisika adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari materi, energi, dan interaksi di antara keduanya, termasuk fenomena alam dari skala sub-atomik hingga kosmik (Ramadhona & Amin, 2024). Fenomena kuantum merupakan kajian dalam fisika modern yang membahas perilaku materi dan energi pada skala mikroskopis, seperti elektron, proton, dan foton. Fenomena ini tidak dapat dijelaskan sepenuhnya oleh hukum fisika klasik, sehingga memerlukan pendekatan mekanika kuantum. Di tingkat SMA, fenomena kuantum diperkenalkan sebagai bagian dari materi Fisika Modern, khususnya untuk memahami dasar perkembangan teknologi seperti laser, sel surya, dan perangkat semikonduktor. Materi ini menjadi dasar bagi perkembangan teknologi modern seperti laser, sel surya, komputer kuantum, dan perangkat semikonduktor, sehingga sangat relevan untuk diajarkan pada jenjang SMA sebagai pengenalan terhadap fisika modern. Berikut beberapa fenomena kuantum :

- a. Radiasi Benda Hitam

Radiasi benda hitam menjelaskan bahwa setiap benda memancarkan energi elektromagnetik yang bergantung pada suhu. Max Planck memperkenalkan konsep kuantisasi energi, yaitu bahwa energi tidak dipancarkan secara kontinu, melainkan dalam paket-paket diskrit yang disebut kuantum. Konsep ini menjadi titik awal lahirnya teori kuantum

- b. Efek Fotolistrik

Efek fotolistrik merupakan fenomena di mana elektron terlepas dari permukaan logam ketika terkena cahaya dengan frekuensi tertentu. Albert Einstein menjelaskan bahwa cahaya tersusun dari partikel energi yang disebut foton, dan energi setiap foton sebanding dengan frekuensi cahayanya ($E = hf$). Fenomena ini membuktikan bahwa cahaya memiliki sifat partikel.

- c. Efek Compton

Efek Compton menunjukkan bahwa foton dapat berinteraksi dengan elektron dan mengalami perubahan panjang gelombang setelah tumbukan.

Fenomena ini memperkuat bukti bahwa cahaya memiliki sifat partikel serta energi dan momentum yang terkuantisasi.

d. Spektrum Garis Atom

Bohr menjelaskan bahwa elektron dalam atom hanya dapat menempati tingkat energi tertentu. Ketika elektron berpindah dari satu tingkat energi ke tingkat lain, ia menyerap atau memancarkan energi dalam bentuk foton. Perubahan energi ini menghasilkan spektrum garis yang khas bagi setiap unsur.

B. Hasil Penelitian yang Relevan

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah memberikan pengaruh positif terhadap keterampilan pemecahan masalah siswa dalam pembelajaran fisika. (1) Destianingsih (2024) dalam penelitiannya di SMA Negeri 1 Tanjung Lubuk menunjukkan bahwa penggunaan model PBL mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa secara signifikan. (2) Putri et al., (2022) juga menyimpulkan bahwa model PBL mendorong siswa untuk lebih aktif dan reflektif dalam proses pemecahan masalah, sehingga berimplikasi pada pencapaian hasil belajar yang lebih baik. (3) Susanti dan Makiyah (2023) yang meneliti pembelajaran *Blended Problem-Based Learning* (B-PBL) pada mahasiswa pendidikan fisika dan menemukan bahwa pendekatan tersebut efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan problem solving mahasiswa. (4) Sari et al., (2022) menegaskan bahwa PBL memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa kelas X SMA Negeri 36 Musi Banyuasin. (5) Juniari et al., (2022) menunjukkan bahwa penerapan PBL di SMA Saraswati Seririt mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan memperbaiki aktivitas belajar siswa secara keseluruhan. Bahkan, dalam ranah pedagogi yang lebih eksperimental, (6) Fitriani et al., (2020) penerapan model pembelajaran terintegrasi PBL-POE memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah siswa dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional. Selain itu, model ini juga berkontribusi positif terhadap peningkatan efikasi diri siswa dalam pembelajaran. (7) Firmansyah et al., (2022) membandingkan model *Problem-Based*

Flipped Classroom (PBFC) dengan model lainnya dan menemukan bahwa PBFC yang berbasis PBL paling efektif dalam mendorong peningkatan kemampuan pemecahan masalah siswa. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi dan pengembangan PBL dalam berbagai format dapat tetap mempertahankan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir siswa. (8) Jana & Fahmawati (2020) memberikan kesimpulan pada penelitiannya dimana penerapan model *Discovery Learning* mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah matematika pada siswa kelas VIII C SMP PGRI Kasihan dalam proses pembelajaran matematika.

Banyak penelitian membahas efektivitas PBL dan juga *Discovery Learning*, tetapi masih sangat sedikit yang mengintegrasikan PBL maupun *Discovery Learning* dengan pemanfaatan teknologi seperti virtual laboratorium. Aprilianti et al., (2024) pernah melakukan penelitian terkait virtual laboratorium, yang dimana Laboratorium virtual yang dikembangkan dalam penelitian ini terbukti cukup efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik

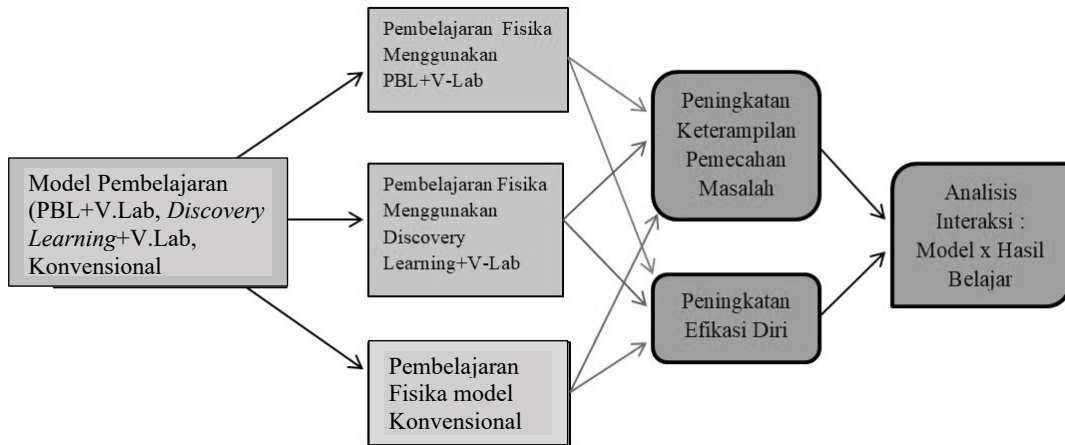
Berdasarkan berbagai studi diatas, pembelajaran berbasis masalah (PBL) telah terbukti efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, berpikir kritis, dan sikap ilmiah siswa di beragam jenjang pendidikan fisika. PBL juga mendorong siswa untuk lebih aktif dan reflektif dalam proses belajar, yang secara positif memengaruhi hasil belajar mereka. Model pembelajaran *Discovery Learning* mendorong peserta didik untuk aktif menemukan pengetahuan secara mandiri, berpikir kritis, serta mengembangkan kemampuan dalam memecahkan masalah melalui proses eksplorasi dan penyelidikan.

Penelitian terkait integrasi PBL dan *Discovery Learning* dengan virtual laboratorium masih sangat minim. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan akan dapat menjawab pengaruh integrasi virtual laboratorium dalam PBL dan juga *Discovery Learning* terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan efikasi diri siswa dalam pembelajaran fisika.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir ini menggambarkan hubungan kausal yang dihipotesiskan antara variabel independen, yaitu PBL dan *Discovery Learning* berbantuan Virtual

Laboratorium, dan dua variabel dependen, yaitu peningkatan keterampilan pemecahan masalah dan peningkatan efikasi diri siswa. Penelitian ini akan dilaksanakan dalam konteks siswa SMA Negeri 2 Muara Beliti, yang menjadi lokasi spesifik penerapan intervensi dan pengukuran dampaknya. Kerangka berpikir dari penelitian ini dapat dilihat melalui bagan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Alur Kerangka Berpikir

Pembelajaran fisika di jenjang SMA menuntut siswa tidak hanya menguasai konsep secara teoritis, tetapi juga mampu menggunakannya dalam menyelesaikan berbagai masalah. Keterampilan pemecahan masalah menjadi salah satu kompetensi kunci dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep fisika. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa keterampilan ini masih tergolong rendah di kalangan siswa SMA. Salah satu penyebabnya adalah metode pembelajaran yang masih berpusat pada guru dan tidak memberi ruang yang cukup bagi siswa untuk berpikir kritis dan mandiri.

Selain keterampilan pemecahan masalah, faktor internal seperti efikasi diri juga berperan penting dalam menentukan keberhasilan belajar siswa. Efikasi diri yang rendah membuat siswa cepat menyerah, ragu dalam menyelesaikan soal sulit, dan kurang percaya diri dalam mengikuti proses pembelajaran fisika. Sebaliknya, siswa dengan efikasi diri tinggi cenderung lebih gigih, aktif bertanya, dan berani mencoba berbagai pendekatan pemecahan masalah. Dengan demikian, peningkatan efikasi diri akan secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah.

Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan pendekatan pembelajaran yang mampu menstimulasi keterlibatan aktif siswa sekaligus meningkatkan keyakinan mereka terhadap kemampuan dirinya. *Problem Based Learning* (PBL) merupakan model pembelajaran yang sesuai karena mengajak siswa belajar melalui penyelesaian masalah kontekstual. Dalam PBL, siswa bekerja dalam kelompok, mengeksplorasi informasi, dan membangun pemahaman secara kolaboratif. Proses ini menantang mereka untuk berpikir kritis, menerapkan konsep fisika dalam situasi nyata, serta membuat keputusan berdasarkan analisis data dan logika ilmiah. Selain itu, penerapan pembelajaran *Discovery Learning* juga bisa menjadi salah satu solusi lainnya. *Discovery Learning* merupakan salah satu model pembelajaran konstruktivistik yang menekankan pada keterlibatan aktif peserta didik dalam menemukan konsep, prinsip, atau hukum melalui pengalaman belajar. Pembelajaran *Discovery Learning* dapat memberikan dampak pada peningkatan pemecahan masalah peserta didik (Jana & Fahmawati, 2020).

Namun, Penerapan PBL maupun *Discovery Learning* tidak selalu berjalan efektif tanpa dukungan sumber belajar atau media pembelajaran yang tepat. Di sinilah virtual laboratorium dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang mendukung proses pembelajaran. Virtual Laboratorium adalah lingkungan simulasi berbasis komputer yang dirancang untuk merepresentasikan pengalaman praktikum layaknya di laboratorium nyata. Melalui *platform* digital, peserta didik dapat melakukan percobaan, mengamati fenomena, serta memanipulasi variabel layaknya dalam praktik langsung. Laboratorium virtual memungkinkan interaksi interaktif dengan objek digital untuk meningkatkan pemahaman konsep tanpa terikat pada keterbatasan ruang, waktu, maupun ketersediaan alat. Virtual Laboratorium akan berperan penting sebagai media pendukung praktikum yang bersifat eksperiensial. Media ini membantu mengaitkan teori dengan praktik melalui percobaan digital. Siswa tidak hanya mengamati, tetapi juga menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengembangkan keterampilan ilmiah seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan eksplorasi ilmiah.

Integrasi Virtual Laboratorium dalam model PBL dan *Discovery Learning* diharapkan dapat memperkuat pencapaian dua aspek utama: keterampilan pemecahan masalah dan efikasi diri. PBL memberikan konteks yang menantang

dan realistis, sementara virtual laboratorium sebagai media pendukung praktikum yang bersifat eksperiensial. Disisi lain, *Discovery Learning* akan menggiring siswa menemukan pemahaman konsep melalui pengalaman langsung dan eksplorasi dibantu dengan virtual laboratorium yang akan menjadi media pendukung ketercapaiannya. Siswa tidak hanya belajar menyelesaikan soal, tetapi juga belajar cara belajar, berkomunikasi, dan merefleksikan proses berpikir mereka sendiri. Dengan kata lain, pembelajaran menjadi lebih bermakna, personal, dan berpusat pada siswa.

Berdasarkan kerangka berpikir tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh model *Problem Based Learning* dan *Discovery Learning* berbantuan Virtual Laboratorium terhadap keterampilan pemecahan masalah dan efikasi diri siswa dalam pembelajaran fisika. Virtual Laboratorium diambil dari *PhET Interactive Simulations*. Jika terbukti efektif, maka pendekatan ini dapat menjadi strategi inovatif dalam pengembangan pembelajaran fisika yang lebih adaptif terhadap tantangan zaman dan kebutuhan siswa masa kini.

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan teori-teori yang telah dipaparkan dan temuan-temuan empiris yang relevan, rumusan masalah yang diajukan dapat diberikan jawaban sementara (hipotesis), sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan yang signifikan kemampuan pemecahan masalah siswa dengan PBL berbantuan virtual laboratorium, *Discovery Learning* berbantuan Virtual Laboratorium dan konvensional.
2. Terdapat perbedaan yang signifikan efikasi diri siswa dengan PBL berbantuan Virtual Laboratorium, *Discovery Learning* berbantuan Virtual Laboratorium dan konvensional.
3. Terdapat perbedaan antara model pembelajaran (PBL berbantuan Virtual Laboratorium, *Discovery Learning* berbantuan Virtual Laboratorium, dan konvensional) terhadap peningkatan kemampuan pemecahan masalah dan efikasi diri siswa dalam pembelajaran fisika?