

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 *Problem Based Learning* terintegrasi *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (PBL-STEM)

Menurut Dutch (dalam Amir, 2009:27) *Problem Based Learning* merupakan metode instruksional yang menantang siswa agar “belajar untuk belajar” bekerja sama dalam kelompok untuk mencari solusi bagi masalah yang nyata. Masalah ini digunakan untuk mengaitkan rasa keingintahuan serta kemampuan analisis siswa dan inisiatif atas materi pelajaran. *Problem based learning* mempersiapkan siswa untuk berpikir kritis, berpikir analitis, dan untuk mencari serta menggunakan sumber belajar yang sesuai. Model *Problem based learning* menuntut siswa untuk menanamkan dasar-dasar berpikir ilmiah, mengembangkan mental berpikir yang sangat dibutuhkan dalam pembelajaran abad 21. Pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan sebuah pendekatan pembelajaran yang menggunakan pendekatan antar ilmu dimana pengaplikasiannya dilakukan dengan pembelajaran aktif terintegrasi permasalahan. Pendekatan STEM dalam pembelajaran diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi siswa melalui integrasi pengetahuan, konsep, dan keterampilan secara sistematis, sehingga pembelajaran menggunakan STEM diharapkan siswa mampu mengasah *skill/keahlian* pada era globalisasi saat ini dan diharapkan siswa dapat terjun di masyarakat dalam menerapkan dan mengembangkan konsep yang terkait untuk memecahkan permasalahan yang kompleks dalam kehidupan sehari-hari yang terkait dengan bidang ilmu.

Model *Problem based learning* dapat diintegrasikan dengan pendekatan *science technology engineering mathematic* (STEM). STEM merupakan cara yang efektif untuk memfasilitasi dan mempertahankan keterpaduan ilmu sains, teknologi, matematika, dan rekayasa (Estapa & Tank, 2018). Uraian dari keempat istilah tersebut adalah: (1) sains berhubungan dengan konsep-konsep dan hukum-hukum yang berhubungan dengan alam; (2) teknologi merupakan keterampilan

yang digunakan dalam pengetahuan dengan menggunakan suatu alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan; (3) teknik/rekayasa/engineering merupakan pengetahuan untuk mendesain suatu tahapan/prosedur yang dapat menyelesaikan problem; dan (4) matematika merupakan ilmu yang mengaitkan antara besaran, angka, dan ruang yang berdasarkan logika tanpa adanya bukti empiris (Torlakson, 2014). Integrasi PBL dengan STEM sangat memungkinkan mengaktualisasi literasi lingkungan dan kreativitas mahasiswa (Farwati et al., 2017). Penerapan *Project Based Learning* terintegrasi STEM juga dapat meningkatkan literasi sains siswa berdasarkan gender (Afriana. dkk., 2016), meningkatkan keterampilan kognitif, psikomotorik, dan karakter siswa (Yulianti et al., 2018). Integrasi PBL dan STEM memerlukan motivasi dan percaya diri siswa dalam meningkatkan karier (LaForce et al., 2017). Dapat disimpulkan bahwa *Problem based learning* sangat cocok dikolaborasikan dengan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Dengan demikian, semua pencapaian dalam pembelajaran yang difasilitasi oleh mata pelajaran Fisika yang diperkirakan dapat terwujud melalui implementasi PBL-STEM. Pencapaian pembelajaran tersebut dapat dikatakan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Langkah-langkah pembelajaran *Problem Based Learning* terintegrasi STEM menurut Wahyuni (2019) adalah sebagai berikut:

1. Guru mengorientasikan peserta didik kepada suatu permasalahan, guru menampilkan animasi video pembelajaran tentang materi yang dipelajari, siswa diminta untuk mengamati video tersebut, setelah mengamati guru mengarahkan siswa untuk memberikan pertanyaan dan tanggapan tentang permasalahan yang telah di amati. (Mengamati, dan bertanya sintak Orientasi siswa pada masalah, aspek kompetensi sains, *Science* (S) dan *Technolgy* (T)).
2. Guru mengorganisasikan peserta didik untuk meneliti. guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan suatu permasalahan yang terdapat di dalam video yang telah di ditampilkan. (Menganalisis, sintak mengidentifikasi permasalahan awal, Aspek pengetahuan, *Mathematics* (M)).

3. Guru membantu investigasi siswa secara mandiri maupun kelompok. Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen, untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah utama terhadap fenomena yang telah di amatinnya. (Menganalisis, Aspek kompetensi sains, *Mathematics* (M) dan *Technology* (T)).
4. Guru mengarahkan agar siswa mempresentasikan hasil dan mengembangkannya. Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, video, dan model serta membantu mereka berbagai tugas dengan temannya. (Aspek kompetensi Sains *Engineering* (E),)
5. Siswa menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Guru membantu siswa melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang mereka gunakan untuk dipresentasikan di depan kelas. (Menalar, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, aspek kompetensi sains, *Mathematics* (M)).
6. Guru mengevaluasi hasil pemecahan masalah yang telah dilakukan dengan cara bertanya kepada setiap siswa mengenai berbagai materi yang di dapat selama diskusi. *Engineering* (E)

Keterkaitan antara sintaks (PBL) terintegrasi STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). dengan keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Putri et al., 2020).

Tabel 2.1 Keterkaitan Antara Sintaks Model (PBL) Terintegrasi STEM dengan Keterampilan Berpikir Kritis

FASE	PBL-STEM	Aspek KBK	Aspek STEM
I	Orientasi Siswa pada masalah-mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan masalah.	Memberikan penjelasan sederhana.	<i>Science, Technology</i>
II	Mengorganisasikan siswa untuk belajar-merencanakan dan melaksanakan investigasi.	Membangun keterampilan dasar,	<i>Mathematics</i>
III	Membimbing pengalaman individual atau kelompok-merencanakan dan melaksanakan investigasi.	Membangun keterampilan dasar.	<i>Mathematics, Technology</i>

FASE	PBL-STEM	Aspek KBK	Aspek STEM
IV	a. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya-mengembangkan dan menggunakan pemodelan b. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya-menggunakan matematika dan pemikiran komputasi c. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya-membangun penjelasan dan merancang solusi	Mengukur strategi dan taktik. Memberikan penjelasan lebih lanjut.	<i>Engineering</i>
V	a. Menganalisis dan mengevaluasi proses-menganalisis dan menafsirkan data b. Menganalisis dan mengevaluasi proses-terlibat dalam argumen dari bukti c. Menganalisis dan mengevaluasi proses-memperoleh, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi	Menyimpulkan Mengukur strategi dan taktik.	<i>Mathematics, Engineering</i>

2.1.2 Keterampilan Berpikir Kritis

Pada umumnya berpikir kritis diasumsikan sebagai suatu proses kognitif, suatu tindakan mental untuk memperoleh pengetahuan. keterampilan berpikir dikategorikan pada kemampuan berpikir dasar dan kompleks. Proses berpikir dihubungkan dengan pola perilaku yang lain dan memerlukan keterlibatan aktif pemikir. Hubungan kompleks dikembangkan melalui berpikir. Hubungan ini dapat saling terkait dengan struktur yang mapan dan dapat diekspresikan oleh pemikir dengan macam-macam cara.

Berpikir kritis adalah berpikir yang akurat, relevan, wajar dan juga teliti dalam konteks menganalisis masalah, mensintesis, generalisasi, menerapkan konsep, menafsirkan, mengevaluasi mendukung argument dan hipotesis, memecahkan masalah, dan juga dalam membuat keputusan.

Pada dasarnya seseorang dikatakan memiliki keterampilan berpikir kritis dapat dilihat dari beberapa indikator. (Ennis, 2011) membagi indikator keterampilan berpikir kritis menjadi lima kelompok, yaitu pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Indikator Berpikir Kritis Menurut Ennis

No	Indikator	Sub-Indikator
1	Memberi penjelasan sederhana (<i>elementary clarification</i>)	a. Memfokuskan pada pertanyaan b. Menganalisis pertanyaan c. Bertanya dan menjawab suatu tantangan atau penjelasan
2	Membangun keterampilan dasar (<i>basic support</i>)	a. Mempertimbangkan suatu sumber yang digunakan b. Mengamati dan mempertimbangkan laporan dari hasil observasi
3	Menyimpulkan (<i>inference</i>)	a. Mendeduksi dan mempertimbangkan dari hasil deduksi b. Menginduksi dan mempertimbangkan dari hasil induksi c. Membuat dan menentukan dari nilai yang dipertimbangkan
4	Membuat penjelasan lebih lanjut (<i>advanced clarification</i>)	a. Mengidentifikasi berbagai istilah yang digunakan b. Mengidentifikasi berbagai asumsi
5	Strategi dan teknis (<i>strategy and tactics</i>)	a. Memutuskan suatu Tindakan b. Berinteraksi dengan orang lain

Adapun cara untuk menghitung skor akhir keterampilan berpikir kritis yang diperoleh siswa menurut Melcin et al., (2021) sebagai berikut.

$$P = \frac{x}{x_1} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P = presentasi skor akhir

x = skor yang diperoleh siswa pada satu indikator

x_1 = skor maksimum pada satu indikator

Nilai yang diperoleh kemudian dikategorikan sesuai dengan masing-masing indikator pada tabel 2.3 yang diadaptasi dari (Purwanti et al., 2022).

Tabel 2.3 Pengkategorian Keterampilan Berpikir Kritis

Persentasi %	Kategori
$81,25 < x \leq 100$	Sangat Tinggi
$71,50 < x \leq 81,25$	Tinggi
$62,50 < x \leq 71,50$	Sedang
$43,75 < x \leq 62,50$	Rendah
$0,00 < x \leq 43,75$	Sangat Rendah

2.1.3 Materi Usaha dan Energi

1) Penegertian Energi

Dalam konsep Fisika benda bisa bergerak karena ada energi yang bisa menghasilkannya. Demikian juga dari gerak kita dapat memanfaatkan atau dijadikan sebagai sumber daya dalam bentuk energi. Dari gerak itulah kita dapat memanfaatkan energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik

Secara umum energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan melakukan usaha. Energi yang berkaitan dengan gerak adalah energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik.

2) Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda bergerak, yang ditandai dengan adanya kecepatan. Makin besar kecepatannya, energi kinetik akan semakin besar. Karena itu energi kinetik dapat Anda temukan pada usaha dan energi, gerak parabola, gerak melingkar, dan gerak getaran.

Rumus energi kinetik adalah sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad (2)$$

Dimana

E_k = energi kinetik (J)

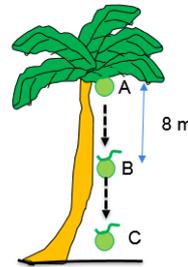
m = massa benda (kg)

v = kecepatan (m/s)

3) Energi Potensial

Energi potensial adalah energi benda karena kedudukannya. Ada dua energi potensial yang berkaitan dengan gerak yang sudah Anda pelajari, yaitu energi potensial gravitasi, dan energi potensial pegas.

Amati Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Ilustrasi Kelapa Jatuh

Pada gambar tersebut kedudukan A lebih tinggi dari B, maka energi potensial di titik A lebih besar dibandingkan di titik B.

Rumus energi potensial gravitasi dibedakan dalam dua keadaan, yaitu:

Di permukaan bumi:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (3)$$

E_p = energi potensial (J)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

h = ketinggian (meter)

Di tempat jauh dari permukaan bumi:

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{r} \quad (4)$$

E_p = Energi potensial (J)

G = konstanta gravitasi

M = massa bumi atau planet

m = massa benda (kg)

r = jarak benda dari pusat bumi atau planet.

Energi potensial pegas bergantung pada kekuatan pegas dan simpangan atau kedudukan dari titik keseimbangan. Rumusan energi potensial pegas adalah sebagai berikut:

$$E_p = \frac{1}{2} k \cdot y^2 \quad (5)$$

E_p = energi potensial (J)

k = Konstanta pegas (N/m)

y = simpangan (meter)

4) Energi Mekanik

Energi mekanik adalah jumlah dari energi kinetik dan energi potensial. Oleh karena itu rumusan energi mekanik adalah sebagai berikut.

$$E_m = E_k + E_p \quad (6)$$

E_m = energi mekanik (J)

E_k = energi kinetik (J)

E_p = energi potensial (J).

5) Usaha

Usaha dalam Fisika didefinisikan sebagai gaya kali perpindahan. Konsep ini menentukan besarnya usaha dilihat dari besarnya maupun arahnya. Jika salahsatu dari gaya atau perpindahan nol, maka dianggap tidak ada usaha.

Secara matematis, usaha dirumuskan dengan

$$W = F \cdot s \quad (7)$$

W = usaha (J)

F = gaya (N)

s = perpindahan (meter)

Secara fisis perkalian dot antara dua vector menyatakan bahwa proyeksi gaya pada arah perpindahan. Dalam hitungan ditulis menjadi:

$$W = F \cos \alpha \cdot s \quad (8)$$

$F \cos \alpha$ = proyeksi gaya pada arah perpindahan

α = sudut antara arah gaya dengan arah perpindahan

Jika usaha dilakukan oleh beberapa gaya maka secara matematis ditulis:

$$W = (F \cos \alpha - f) \cdot s$$

$$W = \sum F \cdot s \quad (9)$$

6) Hukum kekekalan energi mekanik

Bentuk hukum kekekalan energi dinyatakan sebagai berikut.

Jumlah energi mekanik tetap

$$E_{m1} = E_{m2}$$

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

$$\frac{1}{2}m \cdot v_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}m \cdot v_2^2 + mgh_2$$

Rumusan ini diperoleh dari dua pernyataan tentang usaha yaitu:

$$W = \Delta E_k \text{ dan } W = -\Delta E_p$$

Jika masing-masing diuraikan , maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \Delta E_K &= -\Delta E_P \\ E_{K2} - E_{K1} &= -(E_{P2} - E_{P1}) \\ E_{K2} + E_{P2} &= E_{K1} + E_{P1} \\ E_{m2} &= E_{m1} \end{aligned} \tag{10}$$

2.2 Hasil yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian penulis yang berjudul “Pengaruh Model *Problem Based Learning* terintegrasi *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (PBL-STEM) terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada materi Usaha dan Energi” adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Nailul Khoiriyah mahasiswa Universitas Lampung pada tahun 2018 dengan judul penelitian implementasi pendekatan pembelajaran STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi. Hasil penelitian nilai N-gain kelas eksperimen sebesar 0,63 dan kelas kontrol sebesar 0,35 yang termasuk dalam kategori rendah. Pada nilai signifikan uji paired sample test mempunyai nilai 0,00 yang berarti implementasi dari pembelajaran STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Lili Pramuji, Anna Permanasari, dan Didit Ardianto, menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM berbantuan multimedia interaktif yang termasuk kategori sangat baik dengan hasil nilai 88,46%.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Clarissa Desyana Putri, Indarini Dwi Pursotasari, dan Bibin Rubuni menunjukkan bahwa penerapan PBL-STEM yang dilakukan secara daring dapat berlangsung dengan baik dan mengalami peningkatan keterampilan berpikir kritis dengan N-gain sebesar 72%. Peserta

didik memberikan respon yang baik terhadap penerapan PBL-STEM dalam pembelajaran di era Covid-19 sebesar 81%.

4. Penelitian Listiana, 2018, “Implementasi Pendekatan Pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Siswa SMA”. Hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan literasi sains siswa, dimana rata-rata N-Gain keterampilan literasi sains siswa menggunakan pendekatan STEM lebih tinggi dari rata-rata N-Gain keterampilan literasi sains siswa menggunakan pendekatan saintifik 5M.
5. Penelitian Parno dkk (2020) “*The increase of students’ critical thinking abilities on optical instrument topic through pbl-stem with virtual simulation media*” menunjukkan bahwa peningkatan CTA siswa tidak dipengaruhi oleh keadaan keterampilan awal siswa, tetapi hanya dipengaruhi oleh perlakuan yang berbeda terhadap model pembelajaran di setiap kelas. Setelah keadaan keterampilan awal dikendalikan, PBL-STEM dengan kelas VSM, kelas PBL, dan kelas konvensional masing-masing memperoleh skor CTA rata-rata 83.545, 67.041, dan 58.226, yang menunjukkan urutan dari tertinggi ke terendah.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah disebutkan di atas, dapat disimpulkan bahwa model *Problem Based Learning* (PBL) dalam pembelajaran Fisika dapat diintegrasikan dengan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM), dengan tujuan untuk meningkatkan berbagai indikator salah satunya keterampilan berpikir kritis siswa. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu kegiatan pembelajaran dilakukan menggunakan simulasi *PhET Colorado*, materi yang digunakan usaha dan energi, serta diteliti pada peserta didik kelas X IPA SMA Negeri 4 Tasikmalaya tahun ajaran 2022/2023.

2.3 Kerangka Konseptual

Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan di SMA Negeri 4 Tasikmalaya pada guru mata pelajaran Fisika dan siswa kelas XI MIPA menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih kurang. Menurut hasil

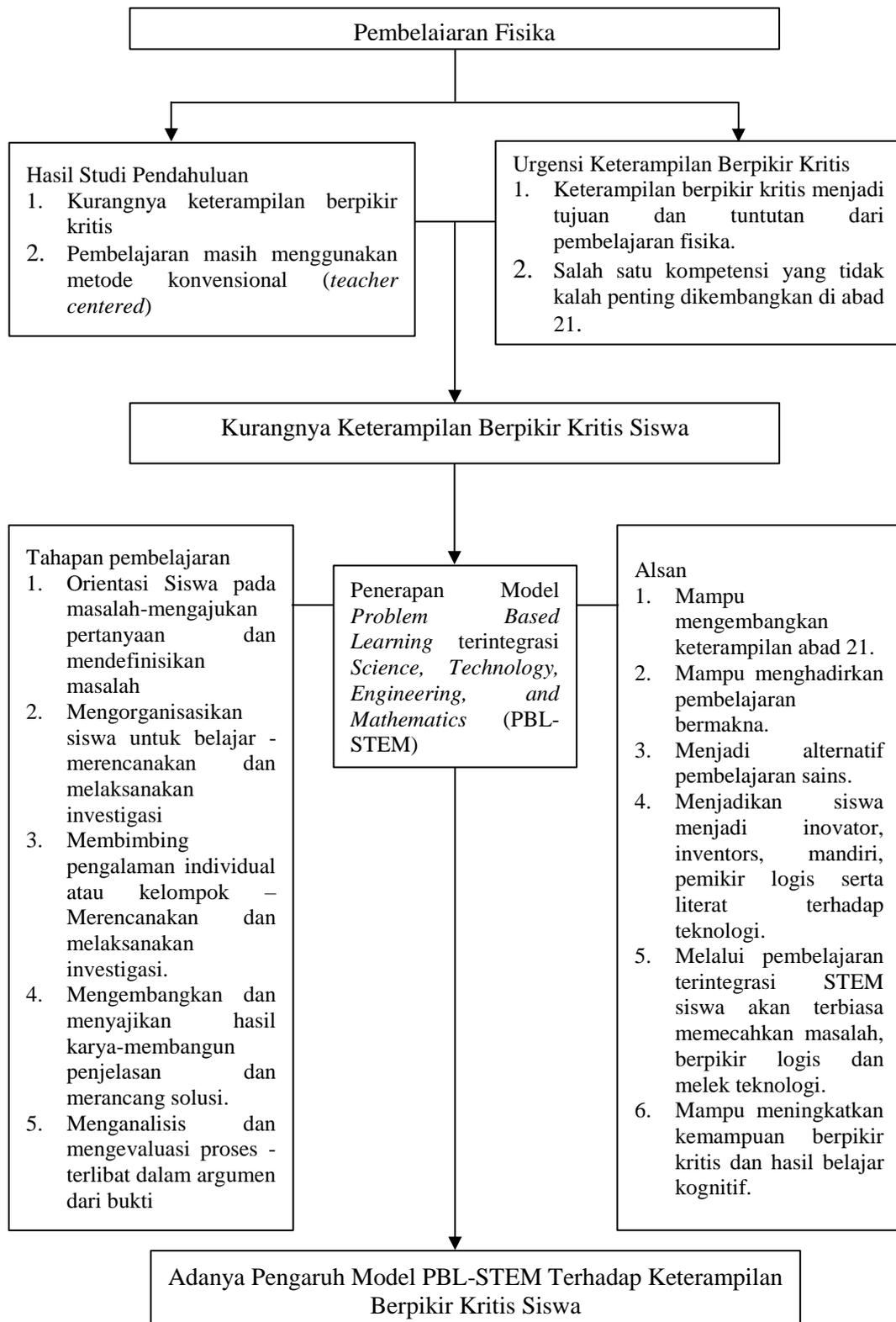
wawancara dengan guru mata pelajaran Fisika, ternyata metode yang digunakan pada saat pembelajaran masih menggunakan metode konvensional (metode ceramah), dan juga kurangnya antusiasme siswa dalam pembelajaran Fisika sehingga siswa kurang memahami materi yang sedang dipelajari. Siswa cenderung hanya menghafal rumus-rumus tanpa mengerti maksud dari rumus tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajaran dikelas terutama dalam pembelajaran Fisika. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan yaitu model *Problem Based Learning* terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (PBL-STEM). Beberapa hasil penelitian sebelumnya *Problem Based Learning* terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (PBL-STEM) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Model ini memungkinkan siswa berperan aktif dalam pembelajaran sehingga pembelajaran dikelas menjadi lebih menarik.

Problem Based Learning terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (PBL-STEM) memiliki lima tahapan yaitu: Pertama guru mengorientasikan siswa pada permasalahan dan mendefinisikan permasalahan. Kedua guru mengorganisasikan siswa untuk belajar, merencanakan dan melaksanakan investigasi. Ketiga guru membimbing pengalaman individual atau kelompok - Merencanakan dan melaksanakan investigasi. Keempat siswa mengembangkan dan menyajikan hasil karya-membangun penjelasan dan merancang solusi. Kelima siswa menganalisis dan mengevaluasi proses - terlibat dalam argumen dari bukti.

Problem Based Learning terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (PBL-STEM) dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, karena menuntut siswa untuk lebih kritis dalam menyelesaikan permasalahan. indikator keterampilan berpikir kritis yang diujikan dalam penelitian ini yaitu, 1) memberi penjelasan sederhana (*elementary clarification*); 2) membangun keterampilan dasar (*basic support*); 3) menyimpulkan (*inference*); 4) membuat penjelasan lebih lanjut (*advanced*

clarification); 5) strategi dan taktik (*strategy and tactics*). Peneliti mengatasi kurangnya keterampilan berpikir kritis dengan melakukan *pretest* terlebih dahulu untuk mengetahui keterampilan awal peserta didik yang diujikan sebagai sampel, setelah *pretest* selanjutnya menerapkan tahapan-tahapan yang ada pada *Problem Based Learning* terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (PBL-STEM). Peningkatan keterampilan berpikir kritis dengan model tersebut dapat diketahui dengan melakukan *posttest*. Berdasarkan uraian di atas, penulis menduga ada pengaruh *Problem Based Learning* terintegrasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (PBL-STEM) terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis yang ditandai dengan meningkatnya keterampilan dari indikator-indikator yang diteliti. Berikut merupakan Gambar 2.2 kerangka konseptual yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 2.2 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian dan Pertanyaan Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa di SMA Negeri 4 Tasikmalaya pada materi usaha dan energi.

H_0 : Tidak ada pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa di SMA Negeri 4 Tasikmalaya.

H_1 : Ada pengaruh model pembelajaran PBL terintegrasi STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa di SMA Negeri 4 Tasikmalaya.