

BAB I

KAJIAN PUSTAKA

1.1 Pembelajaran STEM

STEM ialah singkatan dari Science, Technology, Engineering dan Mathematic yaitu pendekatan interdisiplin dan terapan yang mengintegrasikan keempat disiplin ilmu tadi kedalam pembelajaran dunia nyata berbasis masalah (Torlakson, 2014, p. 7). STEM dikatakan sebagai salah satu pendekatan abad 21 karena dapat mengakomodir seluruh karakteristik dari pembelajaran abad 21. Adapun karakteristik pembelajaran abad 21 berdasarkan Kemendikbud yaitu pembelajaran yang berpusat kepada siswa, siswa dilatih untuk berkolaborasi, pembelajaran harus dikaitkan dengan permasalahan di dunia nyata dan memberikan fasilitas pada siswa agar dapat ikut dalam lingkungan sosialnya. Melalui STEM siswa dapat mengembangkan beberapa kemampuan seperti pemecahan masalah, creativity, critical analysis, kerja sama, independent thinking, komunikasi dan literasi digital, karena tujuan dari Pendidikan STEM sejalan dengan kemampuan-kemampuan tersebut (Mu'minah & Aripin, 2019, p. 1497).

Adapun penjelasan untuk masing-masing disiplin ilmu dalam STEM menurut Torlakson (2014, p. 7) yaitu, Science merupakan studi tentang alam yang telah terakumulasi dari waktu ke waktu sehingga menghasilkan pengetahuan baru. Science dalam STEM ini juga meliputi hukum alam yang berkaitan dengan fisika, kimia dan biologi. Pengetahuan dari Science ini akan memberikan informasi dalam proses desain Teknik. Technology merupakan seluruh sistem dimulai dari orang dan organisasi, pengetahuan, proses, serta alat-alat yang digunakan untuk membuat benda dan menggunakannya. Engineering merupakan proses pembuatan sebuah produk buatan manusia dimana proses ini harus sesuai dengan permasalahan yang dibahas. Proses engineering ini menggunakan konsep-konsep dari sains, matematika serta alat-alat teknologi. Mathematics merupakan ilmu mengenai pola serta hubungan antar besaran, bilangan, dan ruang. Ketika keempat disiplin ilmu tersebut kemudian

diintegrasikan, maka akan membentuk yang disebut dengan pembelajaran STEM.

Dalam kenyataannya, pengimplementasian STEM dalam pembelajaran sering kali digabungkan dengan model pembelajaran lain untuk mempermudah pemahaman siswa pada materi yang akan disampaikan. Pembelajaran STEM dapat dikemas dalam model pembelajaran berbasis masalah, berbasis proyek, pembelajaran kooperatif dan model-model pembelajaran lainnya (Mu'minah & Aripin, 2019, p. 1501; Rahmawati, Juandi, & Nurlaelah, 2022, p. 2010; Diana & Saputri, 2021, p. 115; Suwardi, 2021, p. 46).

Tujuan dari digunakannya pendekatan STEM kedalam dunia Pendidikan adalah untuk mempersiapkan siswa dalam persaingan di dunia kerja. Dalam tingkat Pendidikan dasar dan menengah, STEM tujuannya adalah mengembangkan siswa yang mempunyai literasi STEM dengan spesifikasi Memiliki keterampilan, sikap, serta pengetahuan yang digunakan dalam identifikasi masalah di dunia nyata, mendeskripsikan fenomena alam, mendesain, dan membuat simpulan yang didasarkan pada bukti dan isu terkait STEM (Suwardi, 2021, p. 43). Pengaplikasian pendekatan STEM dalam pembelajaran diharapkan mampu memberikan pemahaman dan kemampuan kepada siswa terhadap hubungan dari empat disiplin ilmu STEM untuk memecahkan suatu permasalahan, terutama yang terjadi di lingkungan kehidupan siswa, disamping itu siswa juga menjadi seorang pemecah masalah, pemikir logis, mandiri, inovator, dan kreatif (Maulana, 2020, p. 40). Sejalan dengan hal tersebut Bhakti, et al., (2020, p. 2) juga menyebutkan bahwa pengintegrasian empat disiplin ilmu dalam STEM diharapkan dapat menghasilkan siswa yang tidak hanya kompeten secara penguasaan konsep, tetapi juga kompeten dalam penerapannya di dunia nyata. Adapun unsur STEM yang terdapat di penelitian ini dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2.1 Unsur STEM dalam Penelitian

Aspek STEM	Keterangan
Science	Permasalahan yang diidentifikasi oleh siswa merupakan permasalahan alam/lingkungan yang terjadi di sekitar tempat tinggal siswa pada masa post pandemic.

Technology	Siswa diberikan materi pembelajaran mengenai konsep dan penggunaan beberapa komponen elektronika, diantaranya yaitu Arduino Uno, Arduino Nano, LCD, Motor Servo, Sensor Ultrasonic, Buzzer, Jumper, Project Board. Selain itu siswa juga belajar mengenai pemrograman dasar Arduino.
Engineering	Siswa diberikan pengajaran mengenai penggunaan 4D Frame dan diberikan kebebasan untuk membuat atau merealisasikan produk/alat yang akan siswa buat.
Mathematics	Dalam pembuatan produk siswa harus memperhatikan ukuran dari produk dengan menggunakan matematika. Selain itu dalam pemrograman arduino matematika juga digunakan, seperti dalam perhitungan geometri, kecepatan dan lainnya sesuai dengan kebutuhan masing-masing kelompok.

(Sumber: Torlakson)

1.2 Project Based Learning (PjBL)

Project Based Learning adalah pembelajaran berbasis proyek untuk melatih keterampilan siswa melalui proyek pembelajaran dalam pemecahan satu permasalahan nyata (Mutawally, 2021, p. 6). PjBL adalah suatu pembelajaran dimana dalam proses pembelajarannya terdapat sebuah proyek yang harus dikerjakan oleh siswa dalam jangka waktu tertentu, bisa perseorangan atau kelompok. Proyek yang dibuat berangkat dari permasalahan yang terjadi disekitar siswa, dan hasil dari proyek tersebut berupa produk yang nantinya akan dipresentasikan oleh siswa (Darmawan & Wahyudin, 2018, p. 184). Menurut Kemendikbud Project Based Learning (PjBL) dimulai dengan sebuah pertanyaan esensial atau membimbing mengenai suatu permasalahan nyata yang terjadi di lingkungan sekitar, kemudian siswa secara individu atau kelompok kecil membuat sebuah produk yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut melalui sebuah proyek yang dibimbing oleh guru. Permasalahan yang diangkat harus mengenai permasalahan yang terjadi di lingkungan hidup masyarakat, karena tujuan utama dari Project Based Learning menurut Kemendikbud adalah melatih siswa agar bisa bekerjasama, gotong royong dan memiliki empati terhadap sesama dengan cara mengaplikasikan pengetahuan yang siswa dapatkan dikelas ke dalam permasalahan di dunia nyata. Jadi PjBL adalah pembelajaran yang diawali dengan pertanyaan mengenai permasalahan di dunia nyata, yang kemudian dicari solusinya melalui sebuah proyek pembelajaran yang menghasilkan produk.

Menurut Darmawan & Wahyudin (2018, p. 182) Project Based Learning bermula dari adanya Problem Based Learning. Dimana gagasan PBL muncul karena banyaknya lulusan dalam dunia medis yang memiliki pengetahuan teoritis yang cakap, tetapi kurang memahami dalam menerapkan pengetahuan tersebut ketika praktik langsung atau dengan pasien sungguhan. Maka pada tahun 1960-an dikembangkan suatu program pembelajaran dimana para calon tenaga medis ditempatkan pada keadaan simulatif, yang kemudian kita kenal sebagai Problem Based Learning. Dari sinilah model PjBL mulai dikembangkan dan kemudian diadaptasi kedalam dunia pendidikan untuk mencetak tenaga-tenaga praktisi. Adapun perbedaan dari PBL dan PjBL terletak dalam objeknya. PBL lebih fokus terhadap aktivitas yang membutuhkan perumusan masalah, pengumpulan dan analisis data. Sedangkan PjBL lebih fokus terhadap aktivitas desain, merumuskan tindakan, merancang tindakan, memperhitungkan kemungkinan tiap tindakan, melaksanakan tindakan dan melakukan evaluasi hasil. Dengan kata lain PBL lebih berfokus terhadap perolehan pengetahuan baru dengan hasil pembelajarannya berupa tulisan atau presentasi. Sedangkan PjBL lebih berfokus terhadap produk akhir yang dijadikan sebagai solusi untuk permasalahan yang diangkat.

Terdapat 6 tahapan dalam PjBL sesuai dengan yang dikembangkan oleh The George Lucas Educational Foundation dalam (Yudha, 2019, p. 33). Sejalan dengan hal tersebut Kemendikbud juga menjelaskan ada 6 langkah dalam model pembelajaran PjBL yang dapat dilihat dalam tabel.

Tabel 2.2 Langkah-langkah Model Pembelajaran PjBL

Tahapan	Kegiatan
Penentuan pertanyaan mendasar (Start with the Essential Question)	Pembelajaran diawali dari pertanyaan esensial yang berasal dari permasalahan yang terjadi di lingkungan hidup siswa.
Menyusun perencanaan proyek (Design a Plan for the Project)	Pada tahap ini guru dan siswa melakukan perencanaan mengenai peraturan main, pemilihan kegiatan untuk menjawab pertanyaan yang telah ditetapkan dan memberitahu alat dan bahan yang bisa digunakan dalam penyelesaian proyek.

Menyusun jadwal (Create Schedule)	Pada tahap ini guru beserta siswa membuat jadwal penyelesaian proyek dengan jelas. Siswa diberikan kebebasan untuk menggali informasi baru tetapi guru tetap harus mengingatkan jika kegiatan peserta didik sudah tidak selaras dengan tujuan awal proyek.
Memantau siswa dan kemajuan proyek (Monitoring the Students and Progress of Project)	Pada tahap ini guru bertugas sebagai mentor yang mengawasi jalannya proyek yang dilakukan siswa, selain itu guru juga memberikan fasilitas untuk siswa pada setiap prosesnya demi selesainya proyek yang dikerjakan.
Penilaian hasil (Assess the Outcome)	Tahap penilaian dilakukan ketika siswa mempresentasikan produk yang telah dibuat dihadapan siswa lain secara bergantian. Penilaian ini berguna untuk mengukur standar yang di capai siswa, mengevaluasi kemajuan siswa, sebagai umpan balik pemahaman siswa dalam pembelajaran, serta dapat menjadi acuan guru untuk penyusunan pembelajaran selanjutnya.
Evaluasi Pengalaman (Evaluation the Experience)	Pada tahap akhir ini, siswa dan guru melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang sudah dikerjakan serta produk yang dihasilkan.

(Sumber: Kemendikbud)

Berdasarkan tahapan model PjBL tersebut, guru serta siswa mempunyai perannya tersendiri. Guru bertindak selaku pendamping aktivitas pembelajaran sedangkan siswa berperan langsung dalam pelaksanaan proyek yang di buat. Selayaknya model pembelajaran pada umumnya, PjBL mempunyai kelebihan dan kekurangannya tersendiri. Kelebihan dari PjBL ialah bisa meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, motivasi, kolaborasi, dan mengelola sumber yang ada (Niswara, Muhajir, & Untari, 2019, p. 86). Sedangkan kekurangan dari PjBL diantaranya adalah membutuhkan waktu lebih lama dalam pemecahan masalahnya jika dibandingkan dengan model yang lain, sehingga memerlukan guru yang handal dan ingin belajar agar penerapan model ini bisa dibuat sekreatif mungkin (Niswara, Muhajir, & Untari, 2019, p. 87; Mutawally, 2021, p. 6).

1.3 Project Based Learning-STEM (PjBL-STEM)

Model pembelajaran Project Based Learning dengan pendekatan STEM yang kemudian disebut dengan PjBL-STEM merupakan pembelajaran proyek

yang diintegrasikan bersama pembuatan desain atau engineering. PjBL-STEM di mulai dengan permasalahan di sekitar siswa yang solusi dari permasalahan tersebut harus dicari oleh siswa dengan menggunakan penguasaan konsep dan pengetahuan science, engineering, technology, dan mathematic (STEM) (Awaliyah, 2016, p. 26). Model Project Based Learning dan STEM mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing yang saling melengkapi. Dalam PjBL siswa diajak untuk memahami konsep melalui pembuatan produk, sedangkan dalam pembelajaran STEM terdapat engineering design process atau proses perancangan dan redesign yang menuntut siswa untuk membuat produk terbaiknya (Maulana, 2020, p. 40).

PjBL dan PjBL-STEM memiliki tahapannya masing masing. Adapun tahapan dalam PjBL-STEM menurut Laboy-Rush terdiri dari 5 tahapan, diantaranya yaitu:

1. Reflection (Refleksi)

Tahap ini bertujuan untuk membawa permasalahan yang akan siswa selidiki lebih lanjut. Disini juga bertujuan untuk menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari.

2. Research (Riset/Penelitian)

Merupakan riset yang dilakukan oleh siswa terkait topik permasalahan yang diberikan. Kegiatannya dapat berupa penelitian siswa, pelajaran sains yang dipimpin guru, bacaan terpilih, atau cara lainnya untuk menghimpun informasi dan sumber yang sesuai. Dalam penelitian siswa diberikan kebebasan untuk melakukan riset dengan bantuan buku, internet dan sumber lainnya yang tersedia.

3. Discovery (Penemuan)

Tahap penemuan biasanya melibatkan penjemabatan antara penelitian dan informasi yang diketahui dengan kebutuhan proyek. Dalam beberapa proyek dilakukan pembagian siswa menjadi kelompok kecil yang saling bekerjasama untuk mencari solusi dari permasalahan dan mempresentasikan solusi yang mereka temukan.

4. Application (Penerapan)

Tujuan pada tahap ini adalah memodelkan solusi yang cukup untuk memecahkan masalah yang diberikan. Pada beberapa kasus, siswa menguji model yang telah dibuat terhadap persyaratan yang telah ditentukan sebelumnya. Jika masih belum memenuhi persyaratan siswa dapat melakukan perbaikan terhadap model yang dibuat.

5. Communication (Komunikasi)

Tahap akhir ini merupakan penyajian model dan solusi kepada peserta lain. Ini merupakan tahap yang penting karena dapat mengembangkan keterampilan komunikasi, kolaborasi, menerima dan menerapkan umpan balik yang diberikan oleh peserta lain.

Berdasarkan tahapan model PjBL-STEM tersebut, penulis membuat tahapan untuk penelitian yang dilakukan. Tahapan PjBL-STEM yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2.3 Tahapan PjBL-STEM dalam Penelitian

Tahapan	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa
Reflection (Refleksi)	Guru mengorientasikan siswa kepada permasalahan yang timbul pada masa setelah pandemic atau post pandemic.	Siswa mengidentifikasi permasalahan yang berhubungan dengan situasi pasca pandemic yang timbul di sekitar kehidupan siswa.
Research (Penelitian)	Guru memberikan pembelajaran mengenai alat-alat yang akan digunakan oleh siswa dalam pembuatan produk sebagai solusi dari permasalahan. Guru juga membebaskan siswa untuk mencari informasi tambahan dari berbagai sumber untuk kelancaran pembuatan produk.	Siswa menerima pembelajaran mengenai alat yang akan digunakan dalam pembuatan produk, serta mencari informasi tambahan yang dapat menjadi pendukung untuk pembuatan produk yang dijadikan solusi untuk permasalahan yang diangkat oleh siswa.
Discovery (Penemuan)	Guru membagi siswa kedalam kelompok kecil untuk mendiskusikan terkait solusi yang bisa menjawab permasalahan yang timbul di masa pasca pandemic.	Siswa melakukan diskusi bersama kelompoknya masing-masing untuk menemukan dan menentukan solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan yang diangkat.

Application (Penerapan)	Guru mendampingi siswa dalam proses pembuatan produk sebagai solusi dari permasalahan.	Siswa mulai membuat produk yang telah direncanakan bersama kelompoknya masing-masing, menguji produk hingga berhasil sesuai dengan produk yang akan mereka buat.
Communication (Komunikasi)	Guru meminta siswa untuk mempresentasikan dan mendemonstrasikan produk yang telah mereka buat oleh masing-masing kelompok.	Siswa mempresentasikan dan mendemonstrasikan produk yang telah dibuatnya kepada guru dan siswa lainnya.

(Sumber: Laboy-Rush)

1.4 Kemampuan Pemecahan Masalah dalam Workshop Robotika

Kemampuan pemecahan masalah merupakan proses dasar yang dilakukan untuk mengidentifikasi masalah, mempertimbangkan pilihan, dan kemudian membuat pilihan (Greenstein, 2012, p. 70). Kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan siswa dalam memecahkan suatu permasalahan dengan memanfaatkan proses berpikirnya lewat pengambilan informasi, analisis informasi, mengorganisasikan beragam alternatif solusi, serta memilih solusi yang paling baik (Tanjung & Nababan, 2019, p. 180). Sejalan dengan hal tersebut Sujarwanto, et al., dalam Putri (2019, p. 16) menyebutkan kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan setiap orang dalam mendapatkan dan mengorganisir tiap informasi yang diperoleh hingga menghasilkan suatu solusi yang dapat digunakan untuk permasalahan tersebut. Nurmaliah et al., dan Purwaningsih et al., dalam Muyassaroh, Mukhlis, & Ramadhani (2022, p. 1608) juga menyebutkan kemampuan pemecahan masalah harus dikembangkan kepada siswa karena termasuk ke dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diperlukan. Berdasarkan beberapa definisi diatas maka kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan seorang individu untuk mengidentifikasi, mempertimbangkan dan membuat pilihan untuk menemukan solusi terbaik bagi permasalahan.

Dalam Muyassaroh, Mukhlis, & Ramadhani (2022, p. 1608) menyatakan bahwa salah satu dasar pembelajaran yang diinginkan negara-negara saat ini adalah kemampuan pemecahan. Hal tersebut dikarenakan kemampuan pemecahan masalah adalah satu dari beberapa kemampuan yang paling

diperlukan di dunia kerja yang pastinya berhubungan langsung dengan permasalahan-permasalahan yang terjadi di dunia nyata. Sejalan dengan hal tersebut (Mu'minah & Aripin, 2019, p. 1496) kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan yang dituntut untuk ada pada diri seorang siswa jika ingin bersaing di dunia kerja di abad 21 ini. Maka penting sekali untuk melatih kemampuan problem solving siswa karena tentu kedepannya siswa akan masuk ke dunia kerja di bidangnya masing-masing.

Dalam melakukan pemecahan masalah akan melibatkan pengetahuan dan keterampilan berikut (Greenstein, 2012, p. 70):

- Mendeskripsikan masalah dengan jelas dan secara mendalam serta mengenali kompleksitas dari permasalahan tersebut.
- Memandang permasalahan dengan pikiran yang terbuka, mengevaluasi alternatif, serta mempertimbangkan berbagai perspektif.
- Menghimpun informasi yang relevan dengan permasalahan untuk membuat pilihan yang didasarkan atas informasi tersebut lalu kemudian mengembangkan rencana.
- Menerapkan dan memantau.
- Mengevaluasi hasil dan mau untuk melihat kembali permasalahan.

Menurut Greenstein (2012, p. 72) dalam implementasi atau praktiknya, terdapat tiga tahapan dalam problem solving atau pemecahan masalah, yaitu:

1. Identifikasi masalah

Disini siswa bisa dengan jelas mendeskripsikan masalah yang berkaitan dengan situasi dan menyertakan detail pendukung yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat.

2. Identifikasi berbagai solusi

Dalam tahap ini siswa diharapkan bisa memberikan lebih dari satu ide yang masuk akal dan dapat dijadikan solusi untuk permasalahan yang dibahas.

3. Mempertahankan solusi

Dalam tahap ini siswa harus bisa menganalisis semua solusi atau ide yang sebelumnya telah diidentifikasi dan bisa memilih satu solusi terbaik yang menunjukkan pemahamannya tentang permasalahan.

Dalam melatih kemampuan pemecahan masalah dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya melalui kegiatan workshop. Workshop adalah sebuah program pembelajaran yang bertujuan untuk menumbuhkan keterampilan siswa dalam suatu bidang tertentu melalui pengalaman langsung (Kurniawati, 2016, p. 21; Astamam, 2022, p. 3). Workshop ialah kegiatan yang sengaja dilakukan sebagai wadah bagi orang-orang yang memiliki ketertarikan dalam bidang yang sama untuk bertukar gagasan atau ide dalam memecahkan suatu permasalahan yang berasal dari dunia nyata (Widiyono, 2023). Workshop bersifat *learning by doing* atau belajar sambil melakukan, karena dalam workshop tidak hanya teori saja yang perlu dipahami, tetapi praktiknya pun harus dilakukan melalui pengerjaan sebuah proyek (Wahyudi, 2016). Kegiatan workshop dapat diikuti siswa secara berkelompok maupun perorangan sesuai dengan desain pembelajaran yang direncanakan oleh penyelenggara workshop (Rosidah, 2019, p. 474)..

Banyak yang masih keliru dalam memahami dan menyamakan antara workshop serta pelatihan atau training, padahal keduanya merupakan kegiatan yang berbeda. Kegiatan pelatihan atau training berfokus pada pengembangan kemampuan peserta, sehingga peserta pelatihan biasanya sudah mempunyai dasar dari bidang ilmu yang dilatihkan. Sedangkan workshop lebih berfokus kepada pencarian solusi untuk sebuah permasalahan yang dijadikan topik atau tema dalam kegiatannya, sehingga pesertanya pun bisa merupakan orang yang baru dan mau belajar topik tersebut atau orang yang sudah ahli dalam bidang yang berkaitan dengan topiknya. Sehingga kegiatan workshop ini merupakan salah satu kegiatan yang tepat dalam melatih kemampuan pemecahan masalah siswa karena didalamnya mengandung unsur latihan dalam pemecahan masalah (Rosidah, 2019, p. 474; Widiyono, 2023, p. 5; Astamam, 2022, p. 3).

Disini workshop yang dilakukan berupa kegiatan workshop robotika, yaitu pembuatan robot sederhana pemecah suatu permasalahan. Segala hal yang berhubungan dengan teknologi dalam hal ini robotika, menjadi hal yang sangat penting untuk diketahui oleh siswa yang akan menjadi generasi penerus bangsa. Perkembangan zaman saat ini tidak lepas dengan yang namanya teknologi, segala bidang dalam kehidupan kini telah mengadaptasi teknologi kedalamnya, sehingga kemampuan menggunakan teknologi menjadi salah satu kemampuan yang penting. Selain itu ada beberapa manfaat yang didapatkan siswa setelah mempelajari robotika, diantaranya adalah melatih kemampuan sistematis siswa dalam penyelesaian suatu permasalahan, dapat meningkatkan keterampilan motoric siswa, kreativitas dan imajinasi siswa akan terlatih saat membuat desain robot, melatih kerjasama tim, berani mengeluarkan pendapat, dapat menghargai pendapat orang lain, serta melatih ketekunan dan kesabaran ketika proses pembuatan sebuah proyek (Sahali, et al., 2020, p. 93).