

## **SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS APPROACH IN CHEMISTRY LEARNING 4.0**

### **PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS DALAM PEMBELAJARAN KIMIA 4.0**

**Losarini Sumartati**

Balai Pendidikan dan Pelatihan Keagamaan Bandung  
Jl. Soekarno Hatta No. 716 Bandung  
e-mail: losarinrin@gmail.com

#### **Abstract**

*In the era of the industrial revolution 4.0, teachers are required to be able to carry out creative and innovative learning by utilizing technology. One approach that fits these demands is the STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) approach. The purpose of this paper is to describe the STEM concept and the implementation of the STEM approach to Chemistry learning at the Madrasah Aliyah / Senior High School level. The method used in this writing is literature review by selecting several articles and journals regarding the STEM approach and its implementation at Madrasah Aliyah / Senior High School level. In addition, a basic competency study of 2013 curriculum was conducted which could be integrated into the STEM approach. The results of the study show that some of the basic competencies in Chemistry subjects in Madrasah Aliyah / Senior High Schools can be integrated with the STEM approach through the stages of the STEM approach and giving projects to students. In this way, the implementation of the STEM approach in the Chemistry subject of Madrasah Aliyah / Senior High School can be done in order to prepare competent human resources to face the 21st century.*

**Keywords:** Sciences; Technology, Engineering, and Mathematics; Chemical Learning

Submission date: 25 Oktober 2020

Revised date: 5 Nopember 2020

Accepted date: 4 Desember 2020

#### **PENDAHULUAN**

Pendidikan STEM memberikan peluang bagi guru untuk memperlihatkan kepada peserta didik betapa konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, enjiniring dan matematika digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari mereka. Karakteristik utama pendidikan STEM adalah mengintegrasikan sains (termasuk kimia), teknologi, enjiniring dan matematika dalam melakukan pemecahan masalah nyata. Pendidikan STEM merupakan pendekatan interdisiplin pada pembelajaran, yang di dalamnya peserta didik menggunakan sains, teknologi, enjiniring dan matematika dalam konteks nyata yang mengkoneksikan sains, teknologi, enjiniring dan matematika dalam konteks nyata yang menghubungkan antara sekolah, dunia kerja, dunia global sehingga mengembangkan literasi STEM yang memungkinkan peserta didik bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan.

Pengembangan pandangan positif tentang sifat sains dan pengajaran matematika dan sains pada guru diperlukan karena guru seringkali merupakan perwakilan pertama dari komunitas sains yang akan dihubungi oleh anak-anak dan

pandangan guru pasti akan mempengaruhi pandangan peserta didik. Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) adalah cara lain teknologi dapat digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran STEM dengan cara yang sejalan dengan praktik dunia nyata. PjBL telah lama dikenal sebagai pendekatan pengajaran konstruktivis yang efektif yang secara aktif melibatkan peserta didik dalam proses berbasis penyelidikan di sekitar pertanyaan dan tugas otentik. Pengajaran yang berpusat pada peserta didik, kadang-kadang juga disebut sebagai pembelajaran yang berpusat pada peserta didik memungkinkan peserta didik lebih fleksibel untuk mengeksplorasi kreatifitas mereka. Melalui bentuk pengajaran yang berpusat pada peserta didik, minat peserta didik mendorong materi dan kegiatan, peserta didik mandiri, memiliki tanggung jawab dan akuntabilitas yang meningkat untuk pembelajaran mereka sendiri dan terlibat dalam pembelajaran aktif. Dalam pengajaran yang berpusat pada peserta didik, guru bertindak sebagai fasilitator, lingkungan belajar kaya akan sumber daya dan aktivitas, dan peserta didik berkolaborasi dan berbagi satu sama lain. (Nugroho, dkk. 2019).

Universitas Pendidikan Indonesia sedang mengembangkan STEM *Education* mulai tahun 2014. Sejalan dengan itu, beberapa penelitian telah dilakukan, menurut Permanasari (2016); pendidikan STEM adalah solusi alternatif untuk meningkatkan ketrampilan siswa abad ke-21. Kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, dan metode lain. Jauhariyyah (2016) meneliti STEM-PjBL dalam pembelajaran sains dan hasilnya menunjukkan bahwa STEM dapat meningkatkan literasi ilmiah, motivasi dan kreativitas.

Beberapa peneliti telah mengidentifikasi praktik terbaik dalam pengembangan profesional guru, seperti pembelajaran aktif, peluang untuk merefleksikan praktik pengajaran, fokus pada pengetahuan konten, kedekatan dengan praktik di ruang kelas dan waktu yang cukup untuk belajar dan menerapkan apa yang telah dipelajari. Studi dalam berbagai disiplin ilmu telah menunjukkan bahwa peserta didik yang terlibat dalam kurikulum terintegrasi berkinerja baik atau bahkan lebih baik daripada rekan-rekan mereka dalam pengajaran tradisional dengan disiplin ilmu yang terpisah (Nugroho et al., 2019). Dalam beberapa tahun terakhir ini, minat STEM di sekolah meningkat pesat. Menurut Ejiwale, 2012 dalam Nugroho et al, 2019; terdapat lima karakteristik pelajaran STEM yang hebat yaitu 1). Pelajaran STEM fokus pada masalah dunia nyata dan fokus pada masalah. Dalam pelajaran STEM, peserta didik membahas masalah sosial, ekonomi dan lingkungan yang nyata serta mencari solusinya. 2) pelajaran STEM dipandu oleh proses desain teknik (EDP). EDP ini menyediakan proses yang fleksibel yang membawa peserta didik dari mengidentifikasi masalah atau tantangan desain untuk menciptakan dan mengembangkan solusi. 3) Pelajaran STEM membelajarkan peserta didik dalam penyelidikan dan eksplorasi terbuka. 4) pelajaran STEM melibatkan peserta didik dalam kerja tim yang produktif. 5) pelajaran STEM menerapkan matematika yang ketat dan konten sains yang dipelajari peserta didik. Karakteristik pembelajaran STEM inilah yang membuat betapa perlunya pendidikan STEM, sehingga membuat peneliti-peneliti untuk mendalaminya. Apalagi karakteristik khas pembelajaran STEM adalah adanya Engineering Design Process (EDP, yang berkaitan erat dengan aktivitas merancang/mendesain dan membuat tentang struktur, produk, proses, model, alat dan sistem) yang digunakan untuk mengintegrasikan Science, Mathematics dan Technology. Sehingga secara umum, penerapan STEM dalam pembelajaran adalah untuk mendorong peserta didik dalam mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan. (Kapila, V.et.al. 2014). Demikian pula pada materi elektroplating mata pelajaran Kimia kelas XII dapat dilakukan melalui pendekatan STEM. Engineering atau kegiatan merekayasa pada pembelajaran ini adalah melatih peserta didik dalam ketrampilan merekayasa komponen bahan (larutan dan logam) dan arus listrik untuk menghasilkan elektroplating logam dengan ketebalan dan keluasan yang diinginkan, dan rekayasa ini dituangkan dalam suatu disain prosedur electroplating dan memodifikasi set alat electroplating yang memenuhi standar, termasuk juga mencoba proses elektroplating dalam berbagai ukuran logam yang dilapisi.

Berdasar pemikiran di atas, penulis mencoba untuk memaparkan beberapa hal menyangkut STEM di Indonesia yaitu bagaimana konsep dan pengertian STEM serta implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran Kimia pada jenjang Madrasah Aliyah/Sekolah Menengah Atas. Tulisan ini bertujuan untuk menambah wawasan mengenai konsep dan pengertian STEM serta memberikan gambaran dan rancangan implementasi STEM dalam pembelajaran Kimia di jenjang Madrasah Aliyah/Sekolah Menengah Atas.

## METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah kajian literatur dengan menyeleksi beberapa artikel dan jurnal mengenai pendekatan STEM dan implementasinya pada jenjang Madrasah Aliyah/Sekolah Menengah Atas. Penelitian dimulai dengan menelaah 1) beberapa artikel, 2) jurnal mengenai pendekatan STEM, 3) literatur, dan 4) laporan-laporan yang ada kaitannya dengan permasalahan. Data dikumpulkan melalui buku-buku, literatur, laporan penelitian, karangan ilmiah, tesis, disertai, artikel, jurnal, peraturan-peraturan dan sumber-sumber lain tercetak maupun elektronik lain. Lebih lanjut untuk mendapatkan informasi yang jelas dari wacana yang berupa teori dan konsep yang dikaji, penulis menggunakan metode *content analysis*. Hal ini sebagaimana Kriyantono, R (2012) mengatakan bahwa *content analysis* adalah suatu teknik penelitian untuk membuat inferensi yang dapat direplikasi (ditiru) dan sah datanya dengan memerhatikan konteksnya

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsep dan Pengertian STEM

STEM merupakan akronim dari *science, technology, engineering* dan *mathematics*. Dalam proses pembelajaran, STEM merupakan suatu pendekatan pembelajaran dimana di dalamnya ada integrasi antara keempat subjek tersebut yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang nyata serta ada dalam kehidupan professional.

Sebagai komponen dari STEM, *Science/Sains* adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah. Terdapat beberapa domain utama dari sains pada jenjang pendidikan dasar dan menengah yakni fisika, biologi, kimia serta ilmu pengetahuan bumi dan antariksa. *Technology/Teknologi*; adalah tentang inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, sehingga membuat kehidupan lebih nyaman dan lebih aman. Teknologi-teknologi membuat manusia dapat melakukan perjalanan secara cepat, berkomunikasi langsung dengan orang di tempat yang berjauhan, mendapati makanan yang sehat, serta alat-alat keselamatan. Mitcham (Anggraini & Huzaifah, 2017) memandang teknologi sebagai proses dengan aktivitas yang meliputi merancang, membuat dan menggunakan teknologi. Mitcham mengidentifikasi empat cara berbeda dalam memahami teknologi diantaranya teknologi sebagai objek, pengetahuan, aktivitas dan kemauan. Teknologi berkaitan langsung dengan keperluan manusia serta ekonomi, sosial, aspek budaya atau aspek lingkungan yang diperoleh dari proses pemecahan masalah dan pengembangan produk baru. Pendekatan STEM harus memberi kesempatan kepada peserta didik untuk memandang teknologi sebagai wahana perubahan yang baik dan positif (Anggraini & Huzaifah, 2017). *Enjiniring/Rekayasa* adalah pengetahuan dan ketrampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan. Penggunaan desain enjiniring sebagai katalisator dalam pembelajaran STEM merupakan hal yang penting untuk membawa keempat subjek STEM pada platform yang sama. Sifat desain *enjiniring* memberi peluang bagi peserta didik dengan pendekatan yang sistematis untuk menyelesaikan masalah yang terjadi secara alamiah pada semua subjek STEM. Desain enjiniring memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mencari titik temu dan membangun koneksi antara subjek STEM yang telah diidentifikasi sebagai kunci untuk integrasi masing-masing subjek (Anggraini & Huzaifah, 2017). *Mathematics/Matematika*; merupakan pola-pola dan hubungan-hubungan, dan menyediakan bahasa untuk teknologi, sains dan rekayasa. (Firman, 2016).

Pendidikan STEM tidak bermakna hanya penguatan praksis pendidikan dalam bidang-bidang STEM secara terpisah, melainkan mengembangkan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan sains, teknologi, enjiniring, dan matematika, dengan memanfaatkan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari maupun kehidupan profesi (Firman, 2016). Dalam konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik yang melek STEM (Bybee, 2013) yaitu : 1) Memiliki pengetahuan, sikap dan ketrampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu-isu terkait STEM. 2) Memahami karakteristik khusus disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, dan desain yang digagas manusia. 3) Memiliki

kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural. 4) Memiliki keinginan untuk terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumberdaya alam) sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, rekayasa dan matematika.

### **STEM sebagai pendekatan dalam pembelajaran**

Dalam penerapannya, tiga macam pendekatan STEM dipraktikkan di berbagai tempat. Perbedaan antara ketiga pendekatan STEM tersebut terletak pada tingkat isi STEM yang digunakan di dalam pembelajaran. Pendekatan-pendekatan tersebut meliputi pendekatan Silo STEM, pendekatan STEM Tertanam (*Embedded*) dan pendekatan STEM Terintegrasi (Anggraini & Huzaifah, 2017). Jika mata pelajaran sains, teknologi, enjiniring, dan matematika diajarkan sebagai mata-mata pelajaran yang terpisah satu sama lain dan tidak terintegrasi (disebut sebagai “silo”) dan keadaan ini lebih tepat digambarkan sebagai S-T-E-M daripada STEM. Pada pendekatan STEM tertanam (*Embedded*), pengetahuan mengenai domain mata pelajaran diperoleh melalui penekanan pada permasalahan dunia nyata dengan teknik penyelesaian masalah. Pendekatan ini mengutamakan integritas pada subjek dan menghubungkan materi yang diprioritaskan dengan materi pendukung atau materi tertanam. Pendekatan STEM terintegrasi berbeda dari pendekatan STEM lainnya. Pada pendekatan ini mata pelajaran tidak diajarkan secara sendiri-sendiri melainkan saling terintegrasi satu sama lain. Integrasi subjek STEM menuntut peserta didik untuk menghubungkan berbagai subjek STEM yang berbeda. Pengintegrasian mata pelajaran tersebut dimulai dengan identifikasi masalah nyata yang terjadi di lingkungan peserta didik dengan menggunakan pemikiran tingkat tinggi dan kemampuan pemecahan masalah sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai upaya penyelesaian masalah tersebut (Wang et al., 2011).

Berdasarkan analisis kompetensi dasar pada kurikulum 2013, subjek IPA (sains) dan Matematika dapat diintegrasikan dalam pembelajaran di Indonesia khususnya pada jenjang MTs/SMP. Pengintegrasian pendekatan STEM pada kedua subjek tersebut berpatokan pada kompetensi dasar masing-masing subjek sehingga dalam satu pembelajaran akan tercapai dua kompetensi dasar sekaligus, sehingga dapat mengefisiensi waktu. Untuk menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA di MTs/SMP, pendidik dapat membuat rancangan pembelajaran dengan mengintegrasikan kompetensi dasar pada mata pelajaran yang berbeda. Selain itu, implementasi pendekatan STEM dapat dilakukan tanpa memadukan kompetensi dasar dari dua mata pelajaran melainkan hanya mengambil kompetensi dasar dari satu mata pelajaran, selanjutnya dipadukan dengan subjek STEM lainnya, kemudian aktifitas pembelajaran dirancang untuk menyorot subjek STEM lainnya.

Seperti diketahui bahwa subjek STEM terdiri dari Sains, Teknologi, Enjiniring dan Matematika. Ketika pendidik mau mengintegrasikan konten STEM, maka desain enjiniring dapat diposisikan menjadi kerangka dalam pembelajaran. Beberapa kriteria pembelajaran STEM diantaranya adalah : 1) *Engineering Design Process* digunakan untuk mengintegrasikan *Science*, *Mathematics* dan *Technolog*. 2) Fokus pada pemecahan masalah kehidupan nyata atau tantangan *enjinirin*. 3) Konten Matematika dan IPA berbasis standar, sesuai dengan level dan aplikatif. 4) Peserta didik secara reguler bekerja dalam tim untuk merencanakan, mendesain, membuat purwarupa atau produk kemudian menguji dan mengevaluasi serta merencanakan untuk berimprovisasi. 5) Peserta didik menggunakan pendekatan komunikasi bervariasi untuk mendeskripsi tantangan dan menyajikan hasil. 6) Guru memfasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri, berpusat pada peserta didik dan fitur-fitur investigasi *hands-on*. 7) Kegagalan dianggap sebagai bagian alami dari proses desain dan langkah penting menuju pembuatan solusi yang sukses. 8) Siswa dikenalkan karir STEM dan/atau aplikasi dalam kehidupan. [STEM by Design, Anne Jolly, 2017 dalam (Centre et al., 2019)]

### **Analisis STEM dalam Kurikulum 2013**

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang diyakini sejalan dengan ruh Kurikulum 2013. Implementasi STEM pada pembelajaran di sekolah-sekolah/madrasah-madrasah dimaksudkan untuk menyiapkan peserta didik dalam memperoleh ketrampilan abad 21, yaitu ketrampilan berpikir kritis, kreatif dan inovatif, mampu memecahkan masalah dan mengambil keputusan, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi. National Research Council (2012) mengatakan bahwa Penerapan STEM dalam pembelajaran harus menekankan beberapa aspek yaitu : (1) mengajukan

pertanyaan dan menjelaskan masalah; (2) mengembangkan dan menggunakan model; (3) merancang dan melaksanakan penelitian; (4) menginterpretasikan dan menganalisis data; (5) menggunakan pemikiran matematika dan komputasi; (6) membuat penjelasan dan merancang solusi; (7) berpartisipasi dalam kegiatan argumentasi yang didasarkan pada bukti yang ada; (8) mendapatkan informasi, memberikan evaluasi dan menyampaikan informasi.

Implementasi Kurikulum 2013 membawa beberapa perubahan paradigma proses pembelajaran, sebagaimana dijelaskan pada Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses. Dimana dalam proses pembelajaran, peserta didik harus mencari tahu bukan diberi tahu, guru tidak menjadi satu-satunya sumber belajar, pembelajaran tidak lagi berbasis konten tetapi berbasis kompetensi, proses pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah, pembelajaran tidak secara parsial tetapi dilaksanakan secara terpadu, adanya peningkatan dan keseimbangan antara *hardskills* dan *softskills*, pembelajaran memprioritaskan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat, pembelajaran menerapkan nilai-nilai melalui keteladanan, menumbuhkan keinginan dan mengembangkan kreativitas peserta didik pada proses pembelajaran, pembelajaran dapat dilakukan dimana saja, seperti di rumah, sekolah atau di masyarakat, dan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi pada pembelajaran untuk meningkatkan keefisienan dan keefektifitas pembelajaran (Peraturan Menteri Pendidikan, 2016)

Perubahan paradigma proses pembelajaran tersebut menuntut guru untuk mampu merancang pembelajaran yang kreatif dan inovatif dengan memanfaatkan teknologi sejalan dengan Era Revolusi Industri 4.0. Aktifitas pembelajaran dirancang sedemikian rupa sehingga mampu memfasilitasi peserta didik mengonstruksi pengetahuan sendiri dan mengaplikasikannya, melatih ketrampilan serta memperluas pengetahuan yang diperolehnya selama pembelajaran.

Berikut adalah langkah-langkah rancangan pembelajaran dengan pendekatan STEM (Izzati et al., 2019). *Pertama*, melakukan analisis Kompetensi Dasar (KD). Analisis KD ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi KD 3 dan KD 4 yang mengandung muatan STEM sehingga berpotensi untuk dibelajarkan menggunakan pendekatan STEM. Hal ini perlu dilakukan karena tidak semua KD mengandung muatan STEM. *Kedua*, mengidentifikasi topik yang sesuai dengan KD, yaitu topik yang mengandung muatan STEM sehingga dapat dibelajarkan melalui pendekatan STEM. Ciri-ciri topik yang sesuai dengan pembelajaran STEM yaitu terdapat aktivitas *Engineering Design Process* (EDP), terintegrasi Sains – Teknologi - *Enjiniring* dan Matematika pada pembelajaran dan memecahkan masalah dalam kehidupan. Dari ciri-ciri topik yang sesuai dengan pembelajaran STEM ini, kemudian kita dapat menentukan topik STEM dengan cara a) cari topik yang terdapat isu yang harus dipecahkan, b) menganalisis konsep yang terintegrasi, c) apakah ada proses EDP pada pembelajarannya, d) apakah memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. *Ketiga*, merumuskan indikator pencapaian kompetensi. Keempat, Melakukan analisis materi STEM, kemudian mendeskripsikan materi STEM yang dikandung oleh KD 3 dan KD 4. *Kelima*, merancang Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). RPP ini dirancang berdasarkan aturan yang berlaku sebagaimana ditetapkan pada standar proses. Penerapan pendekatan STEM dapat dikombinasikan dengan model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*) atau PBL (*Problem Based Learning*). Karena itu, sintak pembelajarannya mengikuti model pembelajaran yang dipilih dan diintegrasikan dengan pendekatan STEM. Pembelajaran dapat berlangsung beberapa kali pertemuan, tergantung pada keluasan atau kedalaman materi pada KD 3 dan KD 4.

## **Implementasi STEM dalam Pembelajaran Kimia**

Berdasarkan konsep pendekatan STEM yang telah diuraikan sebelumnya, berikut ini adalah contoh implementasi pendekatan STEM dengan mengambil kompetensi dasar dari satu mata pelajaran, yaitu mata pelajaran Kimia pada materi elektroplating yang disampaikan pada kelas XII. Topik elektroplating ini terpilih menggunakan pendekatan STEM karena berdasarkan hasil kajian berisi cakupan pengetahuan atau sains yang terkait dengan teknologi tertentu yang dapat direayasa dengan mempertimbangkan perhitungan-perhitungan matematika.

Elektroplating atau penyepuhan merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan arus listrik searah melalui suatu larutan elektrolit. Proses elektroplating atau yang lebih dikenal dengan pelapisan logam ini banyak dilandasi oleh elektrokimia, bidang yang mengkaji perubahan energi listrik ke energi kimia. Elektroplating memberikan perlindungan pada logam yang diinginkan dengan memanfaatkan logam-logam tertentu

sebagai lapisan pelindung, misalnya tembaga, nikel, krom, perak dan sebagainya. Penyepuhan suatu logam emas, perak, atau nikel, bertujuan menutupi logam yang penampilannya kurang baik atau menutupi logam yang mudah berkarat. Logam-logam ini dilapisi dengan logam lain yang penampilan dan daya tahannya lebih baik agar tidak berkarat.

Elektroplating adalah proses pelapisan logam. Berbagai logam dapat melapisi benda-benda baik dari logam maupun bahan lain. Diperlukan pengetahuan untuk menjawab mengapa suatu logam dapat melapisi logam lain, alat-alat dan bahan apa yang diperlukan dan bagaimana caranya. Pembelajaran STEM dengan model project based learning pada topik elektroplating diharapkan dapat menjawab pertanyaan ini.

Hubungan pengetahuan sains, teknologi, enjiniring dan matematik pada mata pelajaran kimia topik elektroplating bisa diuraikan sebagai berikut :

Kompetensi Dasar :

- 3.6. Menerapkan stoikiometri reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis
- 4.6. Menyajikan rancangan prosedur penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu.  
Indikator Pencapaian Kompetensi:
  - 1. Mengidentifikasi masalah dalam kehidupan yang terkait dengan pelapisan logam/elektroplating.
  - 2. Menerapkan konsep elektrolisis pada rancangan pelapisan logam
  - 3. Menerapkan hukum Faraday pada rancangan pelapisan logam
  - 4. Merancang prosedur pelapisan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu
  - 5. Merangkai alat sesuai rancangan (produk rancangan)
  - 6. Menguji coba rancangan pelapisan benda-benda dari logam
  - 7. Menganalisis data hasil uji coba pelapisan benda-benda dari logam
  - 8. Menyimpulkan proses pelapisan logam berdasarkan percobaan
  - 9. Menyempurnakan rancangan berdasarkan uji coba
  - 10. Mengkalkusi biaya pelapisan logam
  - 11. Menjelaskan dampak lingkungan akibat limbah pelapisan logam dan pemecahan masalahnya.

**Tabel 1**  
**Menggambarkan contoh analisis STEM pada materi elektroplating (Devi et al., 2018)**

**Tabel 1. Analisis STEM pada topik elektroplating**

<p><b>Sains</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Faktual</u> : suatu logam dapat melapisi logam lain dengan cara elektrolisis</li> <li>2) <u>Konseptual</u> : elektrolisis, elektroplating, Hukum Faraday</li> <li>3) <u>Prosedural</u> : prosedur memecahkan masalah perhitungan elektroplating, prosedur melakukan elektroplating.</li> </ul>	<p><b>Teknologi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Menggunakan rangkaian alat (berbagai larutan dan logam/elektrode dalam proses pelapisan logam)</li> <li>2) Menggunakan sumber arus (power supply/batere dalam proses pelapisan logam)</li> <li>3) Menggunakan komputer untuk analisis data</li> </ul>
<p><b>Enjiniring</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Merancang prosedur pelapisan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu</li> <li>2) Merancang set alat pelapisan logam dengan berbagai model</li> <li>3) Menguji coba, mengevaluasi hasil ujicoba, meredisain rancangan.</li> </ul>	<p><b>Matematika</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Menghitung massa logam yang diperlukan pada pelapisan logam dengan ketebalan lapisan dan luas tertentu</li> <li>2) Menghitung arus listrik yang digunakan untuk melapisi logam dengan ketebalan lapisan dan luas</li> <li>3) Mengkalkulasi biaya pelapisan logam</li> </ul>

Koneksitas pengetahuan sains, teknologi, enjiniring dan matematik pada mata pelajaran Kimia topik elektroplating (Devi et al., 2018) diuraikan sebagai berikut :

**Sains:** Pengetahuan sains yang diperoleh peserta didik terdiri dari konsep elektrolisis menggunakan elektroda inert dan tidak inert melalui percobaan. Pengetahuan ini akan diterapkan pada proses elektroplating dimana prinsip elektroplating terjadi karena reaksi redoks pada sel elektrokimia. Pada proses elektroplating, peserta didik harus mengetahui pada elektroda mana logam yang akan dilapisi dan dielektroda mana logam yang akan melapisi. Larutan apa yang akan digunakan dan bagaimana rekasi yang terjadi. Pengetahuan lainnya adalah Hukum Faraday I yang berbunyi : “Massa zat yang mengalami oksidasi atau reduksi pada setiap elektroda selama elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah listrik yang melewatinya melalui sel.” Hukum Faraday ini sangat berhubungan dengan materi pelajaran Fisika karena membahas arus listrik dan satuan-satuannya.

**Teknologi:** Teknologi yang dilatihkan pada peserta didik berkaitan dengan set alat elektroplating dan cara pengolahan data misalnya bagaimana menggunakan sumber listrik pada rangkaian alat elektroplating atau bagaimana cara menggunakan komputer dalam mengolah data hasil elektroplating. Bagaimana cara merangkai komponen-komponen alat elektroplating sehingga variabel manipulasi, dan variabel kontrol terjaga.

**Enjiniring:** Enjiniring atau kegiatan merekayasa pada pembelajaran ini melatih peserta didik dalam ketrampilan merekayasa komponen bahan (larutan dan logam) dan arus listrik untuk menghasilkan elektroplating logam dengan ketebalan dan keluasan yang diinginkan, merekayasa ini dituangkan dalam suatu disain prosedur elektroplating dan memodifikasi set alat elektroplating yang memenuhi standar, termasuk mencoba proses elektroplating dalam berbagai ukuran logam yang dilapisi.

**Matematika:** matematika dalam pembelajaran ini digunakan dalam proses rekayasa mendisain percobaan, mengolah data hasil percobaan seperti menghitung massa logam, konsentrasi larutan, luar lapisan logam, waktu yang digunakan dan arus listrik yang digunakan, mengkalkusi biaya produksi elektroplating yang merupakan penerapan elektroplating dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan penjelasan tersebut, langkah berikutnya adalah menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berdasarkan aturan yang berlaku sebagaimana ditetapkan dalam standar proses, disesuaikan dengan model pembelajaran yang dipilih sehingga sintak pembelajarannya mengikuti model pembelajaran yang dipilih. Pengalaman belajar kimia dengan pendekatan STEM diharapkan sekaligus dapat mengembangkan pemahaman peserta didik terhadap konten kimia, kemampuan inovasi dan pemecahan masalah, soft skills (antara lain komunikasi, kerjasama, kepemimpinan). Dengan demikian pengintegrasian dan implementasi pendekatan STEM dengan model pembelajaran berbasis proyek bukan merupakan hal yang mudah, menuntut kreativitas dan kecakapan pendidik sehingga hasil pembelajaran dapat menciptakan peserta didik yang siap menghadapi dunia kerja di abad 21, yaitu peserta didik yang memiliki kemampuan dan kecakapan dalam menyelesaikan masalah sehari-hari yang tidak lepas dari penggunaan teknologi dan inovasi.

Sesuai dengan karakteristik implementasi pendekatan STEM, penilaian hasil belajar dalam konteks pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM perlu lebih menitikberatkan asesmen otentik, khususnya asesmen kinerja (performance assessment). Pembelajaran kimia dengan pendekatan STEM menuntut pergeseran metode penilaian, dari penilaian konvensional yang bertumpu pada ujian dengan tes ke arah penilaian otentik yang bertumpu pada penilaian kinerja. Penilaian kinerja dengan menggunakan rubrik yang terancang baik perlu dilakukan guru, teman, serta peserta didik sendiri terhadap kinerja peserta didik selama aktivitas belajar serta produk hasil kerja kolaboratif untuk mengungkap ketercapaian standar hasil pembelajaran (Firman, 2016)

## SIMPULAN

Pendidikan STEM tidak bermakna hanya penguatan praksis pendidikan dalam bidang-bidang STEM secara terpisah, melainkan mengembangkan pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan sains, teknologi, enjiniring, dan matematika, dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari maupun kehidupan profesi. Karakteristik utama pendidikan STEM adalah mengintegrasikan sains (termasuk kimia),

teknologi, enjiniring, dan matematika dalam melakukan pemecahan masalah nyata. Pendidikan STEM merupakan pendekatan interdisiplin pada pembelajaran, yang di dalamnya peserta didik menggunakan sains, teknologi, enjiniring, dan matematika dalam konteks nyata yang mengkoneksikan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global, sehingga mengembangkan literasi STEM yang memungkinkan peserta didik bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan.

Pendidikan kimia berbasis STEM menuntut pergeseran moda proses pembelajaran dari moda konvensional yang berpusat pada guru (teacher centered) yang mengandalkan transfer pengetahuan ke arah moda pembelajaran berpusat pada peserta didik (student centered) yang mengandalkan pembelajaran aktif, hands-on, dan kolaborasi peserta didik untuk memecahkan masalah. Oleh sebab itu pembelajaran kimia berbasis STEM perlu dilaksanakan melalui proyek (PjBL) (*project-based learning*), yang di dalamnya peserta didik ditantang secara kritis, kreatif, dan inovatif mengaplikasikan pengetahuan kimia, keterampilan matematika, dan teknologi yang ada untuk memecahkan masalah nyata. Pembelajaran berbasis STEM melibatkan kegiatan kelompok (tim) secara kolaboratif untuk melakukan proses rekayasa. Pembelajaran kimia berbasis STEM dalam kelas didesain untuk memberi peluang bagi peserta didik untuk mengaplikasikan pengetahuan akademik dalam dunia nyata

## PUSTAKA ACUAN

- Anggraini, F. I., & Huzaifah, S. (2017). *Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA di Sekolah Menengah Pertama*. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya, 1998, 722–731.
- Bybee, R. W. (2013). *What is your perspective of STEM education? The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*.
- Centre, S. R., Qitep, F. O. R., & Science, I. N. (2019). *Karakteristik Pembelajaran STEM*.
- Devi, P. K., Karyana, S., Si, M., Nulhakim, L., & Pd, M. (2018). *SEAMEO Regional Center for QITEP in Science UNIT PEMBELAJARAN STEM Mata Pelajaran kimia SMA Kelas XII*.
- Firman, H. (2016). *Pendidikan STEM: apa, mengapa, bagaimana?* Universitas Pendidikan Indonesia, November, 1–9. [https://www.academia.edu/38895738/pendidikan\\_stem\\_apa\\_mengapa\\_dan\\_bagaimana](https://www.academia.edu/38895738/pendidikan_stem_apa_mengapa_dan_bagaimana)
- Izzati, N., Tambunan, L. R., Susanti, S., & Siregar, N. A. R. (2019). Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Anugerah*, 1(2), 83–89. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v1i2.1776>
- National Research Council. (2012). *Scientific and engineering practices. In A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. <https://doi.org/978-0-309-21742-2>
- Nugroho, O. F., Permanasari, A., & Firman, H. (2019). Program Belajar berbasis STEM untuk Pembelajaran IPA: Tinjauan Pustaka, dengan Referensi di Indonesia. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 3(2), 117. <https://doi.org/10.24036/jep/vol3-iss2/328>
- Pendidikan, P. M. (2013). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 69 Tahun 2013 Tentang *Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum*. Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Pendidikan, Peraturan Menteri. (2016). SALINAN LAMPIRAN PERATURAN MENTERI PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NOMOR 22 TAHUN 2016 TENTANG STANDAR PROSES PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH. In Peraturan Menteri Pendidikan tahun 2016.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration : Teacher Perceptions and Practice STEM Integration : Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>.