



Kepraktisan E-Modul STEM-PjBL Ditinjau dari Respon Siswa pada Pembelajaran Keseimbangan Kimia

Rabiah Afifah Daulay*, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Dinda Natalisa Br. Gurusinga, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Yogi Chandra, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

ABSTRACT

The interdisciplinary approach combining science, technology, engineering, and mathematics (STEM) into learning is one of the essential strategies to meet the educational demands of the 21st century. Alongside technological development, learning media has shifted towards digital formats, including the use of e-modules. This study aims to examine students' responses to the implementation of a STEM-based e-module integrated with the Project Based Learning (PjBL) model on chemical equilibrium material. The findings show that the developed e-module is highly practical and suitable for effective implementation in classroom learning. This is supported by the average student response percentages in three experimental classes: 93.15% (± 1.198) in Class 1, 91.41% (± 1.067) in Class 2, and 90.32% (± 3.890) in Class 3. These findings suggest that the developed STEM-PjBL e-module supports meaningful and accessible learning, while fostering student engagement and independent exploration in understanding chemical equilibrium concepts.

ARTICLE HISTORY

Submitted 09/06/2025

Revised 14/06/2025

Accepted 24/06/2025

KEYWORDS

STEM; project-based learning; e-module; practicality; chemical equilibrium; student response

CORRESPONDENCE AUTHOR

✉ rabiahdaulay@unimed.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.30743/cheds.v7i1.11355>

1. PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut adanya transformasi dalam pendekatan pembelajaran, khususnya dalam pengembangan model yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konten, tetapi juga pada peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Pembelajaran saat ini dituntut untuk dapat membekali peserta didik dengan keterampilan belajar yang sesuai dengan dinamika global, seperti berpikir kritis, kreatif, mampu bekerja sama dalam tim, serta terampil dalam berkomunikasi—yang dikenal sebagai keterampilan 4C (creativity, critical thinking, collaboration, communication). Sayangnya, pelaksanaan pembelajaran di banyak sekolah masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru, dengan penekanan pada hafalan dan pencapaian hasil akhir. Struktur kurikulum yang belum sepenuhnya terintegrasi dengan kebutuhan keterampilan abad ke-21 turut menjadi penyebab belum optimalnya pengembangan kompetensi siswa secara menyeluruh (Bedir, 2019).

Kondisi ini tercermin dalam berbagai hasil asesmen internasional, seperti Programme for International Student Assessment (PISA), yang menunjukkan bahwa kemampuan literasi membaca, sains, dan matematika siswa Indonesia masih tergolong rendah (OECD, 2018). Rendahnya performa ini menandakan adanya kebutuhan mendesak untuk melakukan inovasi dalam strategi pembelajaran yang tidak hanya fokus pada capaian kognitif, tetapi juga membangun keterampilan abad ke-21 secara terintegrasi. Dalam konteks tersebut, model pembelajaran yang dapat mendorong keterlibatan aktif siswa dalam eksplorasi ilmiah, pemecahan masalah, dan kolaborasi menjadi sangat relevan. Salah satu pendekatan yang mendapatkan perhatian luas adalah pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), yang menekankan integrasi antardisiplin ilmu dan penerapan konsep dalam situasi dunia nyata. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga membentuk pola pikir sistematis dan terapan. Namun, implementasi STEM dalam pembelajaran masih menghadapi tantangan, seperti minimnya aktivitas yang menekankan pada praktik nyata dan terbatasnya media yang mendukung pembelajaran yang bersifat kontekstual dan kolaboratif. Oleh karena itu, untuk memperkuat pendekatan STEM, diperlukan integrasi dengan model pembelajaran yang mampu menghadirkan pengalaman belajar yang aktif, bermakna, dan berbasis proyek.

Model Project Based Learning (PjBL) menawarkan solusi terhadap tantangan ini. PjBL merupakan pendekatan yang mendorong siswa untuk membangun pengetahuan melalui serangkaian proyek yang menuntut investigasi mendalam terhadap permasalahan nyata. Melalui model ini, siswa tidak hanya memahami materi secara konseptual, tetapi juga belajar bagaimana menerapkannya dalam konteks kehidupan sehari-hari, bekerja dalam tim, serta menghasilkan produk yang inovatif. Kombinasi antara pendekatan STEM dan model PjBL (STEM-PjBL) menjadi



sebuah inovasi yang menjanjikan dalam mengembangkan pembelajaran abad ke-21. Secara teoretis, integrasi ini memadukan kekuatan analitik dan aplikatif dari STEM dengan kekuatan pedagogis dari PjBL yang berbasis pada aktivitas proyek. Dengan menggabungkan keduanya, diharapkan siswa dapat mengembangkan kompetensi yang komprehensif: mulai dari penguasaan konsep, kemampuan berpikir tingkat tinggi, hingga kolaborasi dalam menyelesaikan masalah autentik (Made et al., 2022). Selain itu, menurut Pohan, et al., (2024) e-modul dengan pendekatan STEM terbukti layak digunakan baik dari segi teori maupun praktik, khususnya dalam pembelajaran kimia di mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. Sementara itu, perkembangan teknologi digital telah membawa peluang baru dalam dunia pendidikan, terutama dalam penggunaan media pembelajaran berbasis elektronik. Salah satu media yang dinilai efektif dan relevan adalah modul elektronik (e-modul). E-modul memungkinkan proses pembelajaran berlangsung secara fleksibel, interaktif, dan dapat diakses kapan pun serta di mana pun oleh siswa (Nurfaijah et al., 2021).

Penggunaan e-modul yang dikembangkan secara menarik dan berbasis proyek dinilai mampu menjembatani kebutuhan pembelajaran kontekstual dengan kemudahan akses digital. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa e-modul dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran serta memperkuat peran guru sebagai fasilitator (Linda et al., 2021). Khusus dalam pembelajaran sains seperti kimia, e-modul berbasis STEM-PjBL memungkinkan siswa memahami konsep yang abstrak melalui aktivitas yang kontekstual dan terstruktur. Namun demikian, kajian terhadap e-modul STEM-PjBL masih menunjukkan adanya kekurangan. Beberapa studi mengungkapkan bahwa pengembangan e-modul sering kali belum memuat aktivitas interaktif yang mendalam, kurang mengoptimalkan penguatan konsep melalui proyek, serta belum sepenuhnya melatih keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan kreatif (Tripripa et al., 2020). Dengan kata lain, terdapat research gap yang perlu dijawab melalui pengembangan media yang lebih aplikatif dan inovatif. Celakanya, dalam praktik pembelajaran di sekolah, terutama pada mata pelajaran kimia, masih ditemukan kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep penting. Hasil pretest yang dilakukan oleh peneliti di kelas XI SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan menunjukkan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi kesetimbangan kimia, terutama pada prinsip Le Chatelier dan faktor-faktor yang memengaruhinya. Hal ini menunjukkan bahwa penyampaian materi yang abstrak tanpa dukungan media yang tepat menjadi kendala besar dalam pencapaian hasil belajar.

Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang tidak hanya menyajikan materi secara informatif, tetapi juga mampu menghadirkan pembelajaran yang bersifat interaktif, kontekstual, dan aplikatif. E-modul berbasis STEM-PjBL hadir sebagai alternatif solusi yang tidak hanya menyampaikan konsep, tetapi juga memberikan ruang bagi siswa untuk terlibat aktif dalam menyelesaikan proyek, bereksperimen, dan membangun pemahaman melalui pengalaman langsung (Gurusinga & Eddiyanto, 2025). Urgensi pengembangan ini semakin kuat dengan adanya kebutuhan akan pembelajaran yang adaptif terhadap perkembangan zaman dan teknologi. Penggunaan e-modul STEM-PjBL dalam topik kesetimbangan kimia diharapkan dapat memperbaiki hambatan belajar siswa serta mengembangkan kompetensi berpikir tingkat tinggi secara terstruktur (Silvanny & Yerimadesi, 2023). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan e-modul berbasis STEM yang terintegrasi dengan model Project Based Learning (STEM-PjBL) pada topik kesetimbangan kimia, serta menganalisis kepraktisan dan respon siswa terhadap penggunaannya dalam proses pembelajaran.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis respon siswa terhadap implementasi e-modul berbasis STEM yang dipadukan dengan model Project Based Learning (PjBL) pada materi kesetimbangan kimia. Data yang dikumpulkan berupa persepsi dan penilaian siswa terhadap kepraktisan dan kebermanfaatan e-modul yang digunakan selama proses pembelajaran, melalui instrumen angket dengan skala Likert.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, beralamat di Jl. Irian Barat Desa Sampali No. 37, Medan Estate, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara 20371. Penelitian berlangsung pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, yaitu mulai bulan Desember 2024 hingga Februari 2025.

2.3 Target/Subjek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, yang terdiri dari tujuh kelas dengan karakteristik kurikulum dan fasilitas pembelajaran yang relatif homogen. Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik random sampling, yaitu pengambilan sampel secara acak dari populasi yang memiliki kesamaan latar belakang dan kondisi pembelajaran. Teknik ini digunakan untuk menghindari bias dan memastikan keterwakilan data persepsi siswa secara objektif.

Sampel terdiri dari tiga kelas, yaitu XI MATLANKO 2, XI MATLANSOS, dan XI MATLANFOR, masing-masing berjumlah 36 siswa, sehingga total responden berjumlah 108 siswa. Ketiga kelas ini mengikuti proses pembelajaran menggunakan e-modul STEM-PjBL yang sama, dan memberikan respon melalui angket setelah implementasi berlangsung.

2.4 Prosedur

Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahapan utama:

1. Tahap Persiapan

Kegiatan awal yang dilakukan meliputi:

1. Penyusunan RPP (Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran) materi keseimbangan kimia yang terintegrasi dengan e-modul berbasis STEM dan model *Project Based Learning*.
2. Menyusun instrumen angket untuk mengukur respon peserta didik terhadap penggunaan e-modul
3. Validasi angket oleh ahli
4. Revisi angket berdasarkan saran dari validator.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan inti pada tahap ini mencakup:

1. Pemberian pre-test untuk mengetahui kemampuan awal siswa
3. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan e-modul berbasis STEM dan model *Project Based Learning*
4. Penyebaran angket kepada peserta didik setelah pembelajaran selesai

3. Tahap Akhir

Langkah-langkah pada tahap ini meliputi:

1. Pengumpulan data dari hasil tes dan angket
2. Analisis data yang diperoleh
3. Penyusunan laporan akhir dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis

2.5 Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari tes hasil belajar berupa 20 soal pilihan ganda yang telah melalui uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda, yang sebelumnya telah diuji cobakan pada kelas non-sampel. Selanjutnya angket respon peserta didik yang memuat 14 item pernyataan (P1–P14) dengan skala Likert empat poin: sangat setuju (skor 4), setuju (3), tidak setuju (2), dan sangat tidak setuju (1). Angket digunakan untuk mengukur tingkat kepraktisan dan persepsi siswa terhadap e-modul yang digunakan dalam pembelajaran, serta untuk mengidentifikasi aspek yang perlu diperbaiki dalam pengembangan e-modul (Jawa et al., 2022). Teknik pengumpulan data meliputi data tes hasil belajar siswa pada materi keseimbangan kimia, dan data respon siswa terhadap implementasi e-modul STEM berbasis *Project Based Learning*.

2.6 Teknik Analisis Data

Data hasil angket dianalisis menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel untuk menggambarkan persepsi dan respon siswa terhadap optimalisasi pembelajaran keseimbangan kimia melalui e-modul berbasis STEM dan *Project Based Learning*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon siswa terhadap implementasi e-modul berbasis STEM yang dipadukan dengan model Project Based Learning (PjBL) pada topik kesetimbangan kimia. Untuk proses pembelajaran selesai. Ringkasan data ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Respon Peserta Didik terhadap E-Modul STEM-PjBL

Kelas Eksperimen	Nilai ($M \pm Sdv$)	Kriteria
Kelas Eksperimen 1	$93,15 \pm 1,198$	Sangat Praktis
Kelas Eksperimen 2	$91,41 \pm 1,067$	Sangat Praktis
Kelas Eksperimen 3	$90,32 \pm 3,890$	Sangat Praktis
Rata-Rata (%)	$91,62 \pm 2,051$	Sangat Praktis

Ketiga kelas menunjukkan respon yang konsisten dengan kategori “sangat praktis”. Nilai rata-rata keseluruhan sebesar 91,62% dengan standar deviasi 2,051 menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan diterima dengan sangat baik oleh peserta didik. Skor tertinggi diperoleh pada Kelas Eksperimen 1 (93,15%), dan skor terendah masih berada pada kategori yang sama (Kelas Eksperimen 3 dengan 90,32%).

3.2 Pembahasan

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa e-modul berbasis STEM-PjBL dinilai sangat praktis oleh siswa dari ketiga kelas eksperimen. Persepsi positif ini menandakan bahwa modul tidak hanya mudah digunakan, tetapi juga dianggap mampu mendukung pemahaman materi dan pembelajaran mandiri. Kepraktisan menjadi indikator utama dalam keberhasilan media pembelajaran digital, terutama dalam konteks pendidikan sains yang kompleks seperti kimia.

Menurut Jawa et al. (2022), media pembelajaran dikatakan praktis apabila memudahkan siswa dalam mengakses, memahami, dan menerapkan materi secara mandiri maupun berkelompok. Dalam konteks ini, e-modul yang digunakan menyediakan fitur interaktif, tampilan visual yang menarik, serta aktivitas proyek yang mendorong keterlibatan aktif siswa.

Integrasi pendekatan STEM dan Project Based Learning memungkinkan siswa membangun pemahamannya melalui proses penyelidikan, pemecahan masalah, dan kerja tim. Hal ini sesuai dengan prinsip konstruktivisme, yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun oleh siswa secara aktif melalui pengalaman belajar yang bermakna. Sehingga dengan menggunakan e-modul berbasis STEM dapat mendorong minat, motivasi, dan sikap ilmiah siswa secara signifikan (Angraini et al., 2022).

Refleksi terhadap hasil pretest menunjukkan bahwa sebelum intervensi, sebagian besar siswa kesulitan memahami prinsip Le Chatelier dan faktor-faktor yang memengaruhi kesetimbangan kimia. Meskipun penelitian ini tidak secara langsung mengukur peningkatan hasil belajar melalui posttest, namun respon siswa yang tinggi terhadap indikator-indikator kepraktisan seperti “materi mudah dipahami”, “tampilan menarik”, dan “dapat belajar mandiri” menunjukkan adanya perubahan persepsi dan peningkatan keterlibatan kognitif. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa e-modul STEM-PjBL berpotensi menjadi media pembelajaran yang tidak hanya praktis, tetapi juga mendorong terciptanya pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, dan memberdayakan siswa. Potensi ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung pencapaian kompetensi siswa dalam topik-topik kimia lainnya yang bersifat abstrak dan konseptual.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa e-modul berbasis STEM yang terintegrasi dengan model Project Based Learning (PjBL) dinilai sangat praktis oleh peserta didik dalam pembelajaran kesetimbangan kimia. Respon positif ini menunjukkan bahwa media pembelajaran digital yang dirancang secara kontekstual dan interaktif mampu meningkatkan keterlibatan, kemandirian belajar, serta persepsi positif siswa terhadap materi kimia yang bersifat abstrak. Implikasi pedagogis dari temuan ini adalah bahwa penggunaan e-modul berbasis STEM-PjBL berpotensi mendukung pembelajaran bermakna, mendorong kolaborasi, serta memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Modul ini dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran kimia yang selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka dan karakteristik peserta didik abad ke-21.

4.2 Saran

Penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk mengembangkan lebih lanjut media pembelajaran digital berbasis STEM yang terintegrasi dengan pendekatan konstruktivis seperti PjBL. Pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada evaluasi dampak e-modul terhadap hasil belajar siswa, pengintegrasian fitur multimedia yang lebih adaptif, serta penerapan pada materi kimia lain yang kompleks, seperti termokimia atau elektrokimia. Keterbatasan penelitian ini terletak pada fokus yang hanya mengukur respon siswa, tanpa disertai pengukuran langsung terhadap hasil belajar kognitif. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengombinasikan data persepsi dengan data kuantitatif hasil belajar, agar diperoleh gambaran lebih komprehensif mengenai efektivitas e-modul.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, F., Walid, A., Ansyah, E., Ikhsan, A., & Islam Negeri Fatmawati Soekarno Bengkulu Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Negeri Fatmawati Soekarno Bengkulu, U. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Berbasis STEM untuk Menumbuhkan HOTS di SMP. *Jurnal Muara Pendidikan*, 7(1), 33–40.
- Bedir, H. (2019). Pre-service ELT teachers' beliefs and perceptions on 21st century learning and innovation skills (4Cs). *Journal of Language and Linguistic Studies*, 15(1), 231–246. <https://doi.org/10.17263/jlls.547718>
- Gurusinga, D. N. B., & Eddiyanto. (2025). Pengembangan dan Implementasi E-Modul Stemberbasis PJBL Pada Materi Keseimbangan Kimia Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 10(1), 44–58.
- Jawa, A. N., Bela, M. E., Bhoke, W., Studi, P., Matematika, P., & Bakti, S. C. (2022). Pengembangan Bahan Ajar pada Materi Relasi dan Fungsi Berbasis Pendekatan Penemuan Terbimbing untuk Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 06(02), 1568–1583.
- Linda, R., Zulfarina, Z., Mas'ud, M., & Putra, T. P. (2021). Peningkatan Kemandirian dan Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Implementasi E-Modul Interaktif IPA Terpadu Tipe Connected Pada Materi Energi SMP/MTs. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 191–200. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i2.19012>
- Made, A. M., Ambiyar, A., Riyanda, A. R., Sagala, M. K., & Adi, N. H. (2022). Implementasi Model Project Based Learning (PjBL) dalam Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Teknik Mesin. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5162–5169. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3128>
- Nurfaijah, S., Sumarni, W., Sumarti, S., & Kurniawan, C. (2021). Pengaruh Project Based Learning Terintegrasi STEM pada Pembelajaran Hidrolisis Garam terhadap Keaktifan Siswa. *CiE (Chemistry in Education)*, 10(2), 33–41.
- OECD. (2018). PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. *OECD Publishing*, 84–85. https://doi.org/10.1787/eag_highlights-2011-35-en
- Pohan. L. A, Suyanti. R, Nugraha. A. W, Pebrianti D, Panjaitan R.. Hasibuan. S. H (2024). Implementation Of Stem-Based Inquiry In Learning Fundamental Laws Of Chemistry : Students' Perception. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPI)*: 13(3), 447–458.
- Silvanny, & Yermadesi. (2023). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM pada Materi Reaksi Kimia untuk Fase E SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 11720–11730.
- Triprapa, A., Amir, H., Rohiat, S., & Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP, P. (2020). Pengembangan Modul larutan Penyangga Berbasis Pendekatan Terpadu STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 4(1), 16–24.