

**PENGEMBANGAN E-MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA DENGAN
PENDEKATAN STEM UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN SPASIAL SISWA**

Dian Fatma Diva¹, Nur Rahmi Rizqi², Jihan Hidayah Putri³
^{1,2,3}Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Al Washliyah Medan
[1dianfatmadiva06@gmail.com](mailto:dianfatmadiva06@gmail.com), [2nurrahmi.rizqi@gmail.com](mailto:nurrahmi.rizqi@gmail.com),
[3jihanhp90@gmail.com](mailto:jihanhp90@gmail.com)

ABSTRACT

This research was motivated by students' low spatial ability in learning geometry, especially on polyhedra topics, and the continued use of conventional modules that lack interactive and engaging features. To address these issues, this study aims to develop a STEM-based (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) mathematics e-module to improve students' spatial ability. The research employed the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) with a descriptive approach. The subjects were tenth-grade students at SMAS Al Washliyah Pasar Senen Medan in the 2024/2025 academic year. Expert validation results showed that the developed e-module was highly valid, with an average score of 84.25%. The practicality level was high, as rated by teachers and students, with a score of 77.3% (practical category). Regarding effectiveness, classical mastery reached 88.1%, and students' average spatial ability scores increased from 90.5 (small group trial) to 91.25 (field trial). The e-module effectively supported students' understanding of spatial concepts through interactive and contextual digital learning. This study concludes that the STEM-based mathematics e-module developed is valid, practical, and effective for enhancing students' spatial abilities. The product serves as a promising digital learning resource for 21st-century mathematics education.

Keywords: E-module, STEM, spatial ability, ADDIE, media development

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan spasial siswa dalam pembelajaran geometri, khususnya pada materi bangun ruang sisi datar, serta masih dominannya penggunaan modul konvensional yang kurang menarik dan interaktif. Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul pembelajaran matematika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dengan pendekatan deskriptif.

Subjek penelitian adalah siswa kelas X SMAS Al Washliyah Pasar Senen Medan tahun ajaran 2024/2025. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sangat valid dengan rata-rata skor 84,25%. Kepraktisan e-modul dinilai tinggi oleh guru dan siswa dengan persentase 77,3% (kategori praktis). Dalam aspek efektivitas, ketuntasan klasikal siswa mencapai 88,1%, serta terjadi peningkatan rata-rata skor kemampuan spasial dari 90,5 (uji kelompok kecil) menjadi 91,25 (uji lapangan). E-modul ini berhasil membantu siswa memahami konsep spasial secara lebih interaktif, kontekstual, dan terintegrasi dengan teknologi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa e-modul pembelajaran matematika berbasis STEM yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan spasial siswa. Produk ini dapat menjadi alternatif bahan ajar digital yang mendukung pembelajaran matematika abad ke-21.

Kata Kunci: E-modul, STEM, kemampuan spasial, ADDIE, pengembangan media

A. Pendahuluan

Pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk sumber daya manusia yang unggul, adaptif, dan kompetitif di era global. Dalam konteks abad ke-21, pendidikan tidak hanya bertujuan untuk mentransfer pengetahuan, tetapi juga untuk membekali peserta didik dengan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan kemampuan berkolaborasi (Eshaq, 2023). Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang sangat pesat menuntut dunia pendidikan untuk bertransformasi dalam proses, media, dan strategi pembelajarannya agar dapat menyiapkan peserta didik menghadapi tantangan kehidupan modern yang semakin kompleks.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang berkembang pesat dan relevan untuk menjawab tantangan tersebut adalah pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Pendekatan ini mendorong pembelajaran yang integratif dan kontekstual, menghubungkan konsep akademik dengan kehidupan nyata, serta menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif pada peserta didik (Kandil, 2021). Dalam pembelajaran matematika, penerapan pendekatan STEM tidak hanya fokus pada penguasaan konsep dan prosedur, tetapi juga menekankan aplikasi matematika dalam pemecahan masalah nyata, misalnya dalam perhitungan struktur bangunan,

desain arsitektur, hingga analisis data dalam kehidupan sehari-hari.

Sayangnya, kondisi pembelajaran matematika di berbagai sekolah, termasuk di SMAS Al Washliyah Pasar Senen Medan, masih didominasi oleh metode konvensional. Berdasarkan hasil wawancara pra-penelitian, guru matematika masih banyak menggunakan modul cetak standar dari buku paket dan sumber internet tanpa integrasi teknologi digital yang interaktif. Modul-modul tersebut sering kali memiliki tampilan yang monoton, minim fitur interaktif, dan tidak mengakomodasi kebutuhan belajar siswa generasi digital. Hal ini mengakibatkan motivasi belajar siswa rendah dan proses pembelajaran kurang menarik (Harahap et al., 2020).

Selain itu, hasil observasi dan tes awal menunjukkan bahwa kemampuan spasial siswa pada materi bangun ruang sisi datar masih tergolong rendah. Banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami representasi tiga dimensi, seperti membayangkan bentuk jaring-jaring kubus, melakukan rotasi mental terhadap bangun ruang, maupun menentukan orientasi objek dari

berbagai sudut pandang (Daulay et al., 2021). Kemampuan spasial sangat penting dalam pembelajaran geometri, karena berkaitan dengan kemampuan visualisasi, manipulasi, dan pemahaman objek tiga dimensi dalam ruang (Siswanto & Kusumah, 2017; Sudirman & Alghadari, 2020; Cholilah, 2023). Lemahnya kemampuan ini berdampak langsung terhadap kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep geometri yang lebih kompleks.

Kesenjangan antara karakteristik pembelajaran yang masih konvensional dengan kebutuhan siswa generasi digital mendorong pentingnya pengembangan media pembelajaran yang inovatif dan interaktif, salah satunya dalam bentuk e-modul digital. E-modul sebagai bentuk pengembangan dari modul cetak memiliki keunggulan berupa fleksibilitas akses, interaktivitas, serta kemudahan integrasi multimedia (Tegar, 2024; Utomo, 2023). Melalui e-modul, siswa dapat belajar kapan saja dan di mana saja sesuai kecepatan mereka sendiri, sehingga mendukung pembelajaran yang lebih mandiri dan personal.

Pengembangan e-modul semacam ini dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih kaya melalui visualisasi interaktif 3D, aktivitas rekayasa sederhana, dan penerapan konsep matematika dalam konteks kehidupan nyata (Barokah et al., 2024; Muttaqin, 2023). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran matematika digital yang inovatif, relevan dengan karakteristik peserta didik, dan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran geometri secara bermakna.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahapan utama, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Model ini dipilih karena bersifat sistematis, terstruktur, dan banyak digunakan dalam penelitian pengembangan media pembelajaran untuk menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah deskriptif, karena penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan proses dan hasil pengembangan e-modul pembelajaran matematika

berbasis STEM secara sistematis dan mendalam.

Penelitian ini dilaksanakan di SMAS Al Washliyah Pasar Senen Medan, Sumatera Utara. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa proses pembelajaran matematika di sekolah tersebut masih bersifat konvensional dan kemampuan spasial siswa tergolong rendah. Subjek penelitian adalah siswa kelas X pada tahun ajaran 2024/2025 serta melibatkan guru matematika dan validator ahli sebagai responden dalam proses validasi dan uji kepraktisan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian ini disajikan berdasarkan tahapan pengembangan model ADDIE, yang meliputi tahap validasi produk, uji kepraktisan, dan uji efektivitas penggunaan e-modul pembelajaran matematika berbasis STEM.

1. Hasil Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis difokuskan pada identifikasi permasalahan dan kebutuhan pembelajaran. Berdasarkan observasi awal dan wawancara dengan guru matematika, ditemukan bahwa proses pembelajaran masih menggunakan

modul konvensional dari buku paket dan internet. Modul tersebut memiliki tampilan monoton, kurang interaktif, dan tidak terintegrasi dengan teknologi digital. Selain itu, hasil tes diagnostik menunjukkan bahwa kemampuan spasial siswa pada materi kubus dan balok masih rendah, terutama dalam aspek visualisasi, orientasi, dan rotasi mental.

Analisis kurikulum dilakukan dengan menelaah Kompetensi Dasar (KD) dan indikator pembelajaran yang relevan. Hasilnya menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk menghadirkan media pembelajaran yang inovatif dan kontekstual, sehingga siswa dapat mengembangkan keterampilan spasial melalui pengalaman belajar yang interaktif.

2. Hasil Rancangan (*Design*)

Pada tahap ini, dirancang struktur konten, tampilan visual, dan aktivitas pembelajaran yang akan dimuat dalam e-modul. Perancangan mengikuti prinsip integrasi pendekatan STEM dengan menggabungkan aspek sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam setiap kegiatan belajar.

Rancangan modul mencakup:

a. Cover



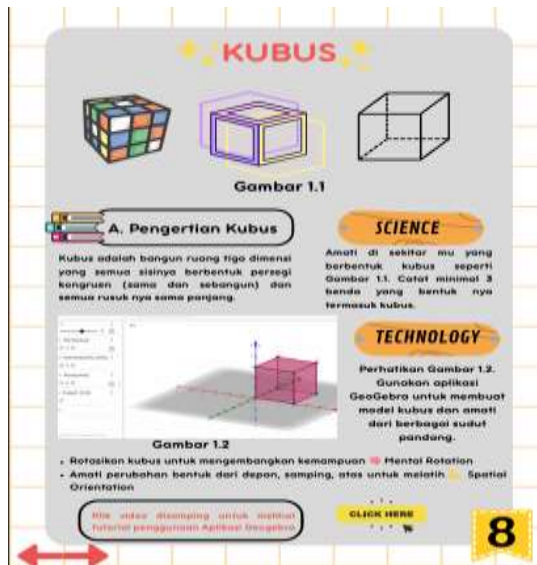
Gambar 1 Cover E-Modul

Selanjutnya, didalam E-Modul terdapat pembelajaran dasar mengenai kemampuan spasial.



Gambar 2 Spasial didalam E-Modul

Selain itu, konten aspek STEM juga disajikan didalam E-Modul ini.



Gambar 3 Integrasi STEM didalam E-Modul

Tampilan modul dirancang menggunakan Canva dan Heyzine Flipbook dengan memperhatikan kejelasan, navigasi sederhana, serta estetika visual agar menarik bagi siswa SMA.

3. Hasil Pengembangan (Development)

Tahap pengembangan menghasilkan produk awal e-modul sesuai desain yang telah disusun. Validasi dilakukan oleh dua ahli materi dan dua ahli media. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan e-modul dari segi isi, penyajian, bahasa, dan tampilan. Penilaian dilakukan menggunakan skala 1–4, kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase.

Tabel 1 Hasil Validasi E-Modul

Komponen Validasi	Validator 1	Validator 2	Rata-rata (%)	Kategori
Ahli Materi	83,0	84,0	83,5	Sangat Valid
Ahli Media	85,0	85,0	85,0	Sangat Valid
Rata-rata Total	—	—	84,25	Sangat Valid

Validasi ahli menunjukkan bahwa e-modul memperoleh skor rata-rata 84,25%, yang masuk kategori “Sangat Valid”. Dari segi isi, materi dinilai sesuai dengan kurikulum dan indikator kemampuan spasial. Dari segi media, e-modul memiliki tampilan yang menarik, navigasi yang mudah, dan fitur interaktif yang

Setelah proses validasi, dilakukan revisi terhadap beberapa bagian, seperti penyusunan ulang beberapa instruksi kegiatan agar lebih jelas, penambahan ilustrasi pendukung, dan penyempurnaan tombol navigasi pada e-modul.

4. Hasil Penerapan (Implementation)

Tahap Penerapan yaitu menguji coba seluruh rancangan media yang telah dibuat

sebelumnya oleh peneliti. Sehingga produk yang telah dikembangkan dan telah tervalidasi oleh validator dapat diimplementasikan kepada siswa untuk melihat kepraktisan, keefektifan produk, dan peningkatan kemampuan spasial siswa. Akan dilakukan uji coba perorangan, uji coba kelompok kecil dan uji coba lapangan. Berikut merupakan hasil uji kepraktisan guru dan siswa yang telah dilakukan pada penelitian ini:

a. Hasil Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kemudahan penggunaan, kemenarikan, dan keterterapan e-modul dalam proses pembelajaran. Penilaian dilakukan melalui angket respon guru dan siswa setelah pembelajaran menggunakan e-modul.

Tabel 2 Hasil Kepraktisan E-Modul

Responden	Skor (%)	Kategori
Guru	78,0	Praktis
Siswa	76,5	Praktis
Rata-rata	77,3	Praktis

Berdasarkan Tabel 2, skor rata-rata kepraktisan mencapai 77,3%, yang termasuk kategori Praktis. Guru menilai e-modul mudah digunakan dalam proses pembelajaran, petunjuknya jelas, serta materi

terstruktur dengan baik. Siswa memberikan respon positif terhadap tampilan, interaktivitas, dan kemudahan navigasi e-modul.

Hasil ini memperkuat temuan Abdullah et al. (2024) bahwa tingkat kepraktisan media digital sangat dipengaruhi oleh kemudahan penggunaan, tampilan menarik, dan kesesuaian konten dengan kebutuhan belajar siswa.

b. Hasil Uji Efektivitas

Efektivitas e-modul dilihat dari hasil tes kemampuan spasial siswa, ketuntasan belajar klasikal, dan aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Tes kemampuan spasial mencakup lima indikator: *perception*, *visualization*, *relation*, *mental rotation*, dan *orientation*.

Tabel 3 Ketuntasan Belajar Siswa

Keterangan	Jumlah Siswa	Persentase (%)
Siswa Tuntas	37	88,1
Siswa Tidak Tuntas	5	11,9
Total	42	100

Dari Tabel 3, diketahui bahwa ketuntasan klasikal mencapai 88,1%,

yang telah melebihi kriteria ketuntasan minimal (KKM) sebesar 70% sesuai ketentuan Depdiknas. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu mencapai tujuan pembelajaran setelah menggunakan e-modul.

c. Peningkatan Kemampuan Spasial

Untuk mengetahui dampak penggunaan e-modul terhadap peningkatan kemampuan spasial, dilakukan uji pada kelompok kecil dan uji lapangan. Rata-rata skor kemampuan spasial siswa sebelum dan sesudah penggunaan e-modul dibandingkan secara deskriptif.

Tabel 4 Rata-rata Skor Kemampuan Spasial Siswa

Tahap Uji	Rata-rata Skor Kemampuan Spasial
Uji Kelompok Kecil	90,5
Uji Lapangan	91,25

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata skor kemampuan spasial siswa meningkat dari 90,5 pada uji kelompok kecil menjadi 91,25 pada uji lapangan. Peningkatan ini terjadi pada seluruh lima indikator kemampuan spasial.

Temuan ini mendukung hasil penelitian Barokah et al. (2024) dan Muttaqin (2023) yang menunjukkan bahwa pendekatan STEM melalui media digital mampu meningkatkan kemampuan visualisasi dan rotasi mental siswa dalam geometri.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi dapat didefinisikan sebagai sebuah proses yang dilakukan untuk memberikan nilai terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Tahap evaluasi ini dapat dilakukan sepanjang pelaksanaan kelima tahap model ADDIE. Tahap evaluasi ini dilakukan pengumpulan data yang diperoleh dari hasil, validasi ahli materi, validasi ahli media, angket respon guru dan angket respon siswa. Data tersebut yang akan digunakan untuk mengetahui apakah E-Modul dengan Pendekatan STEM untuk meningkatkan Kemampuan Spasial siswa yang dikembangkan perlu adanya perbaikan untuk menyempurnakan produk yang dikembangkan agar sesuai dengan spesifikasi.

E. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan e-modul pembelajaran matematika berbasis STEM yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan

kemampuan spasial siswa kelas X SMA. Proses pengembangan mengikuti model ADDIE secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi produk. Validasi ahli menunjukkan bahwa e-modul memiliki kualitas sangat baik dengan skor rata-rata 84,25%. Guru dan siswa memberikan respon positif terhadap kepraktisan e-modul dengan skor rata-rata 77,3%, yang menunjukkan kemudahan penggunaan, tampilan menarik, dan kesesuaian konten pembelajaran.

Penggunaan e-modul terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan spasial siswa, dengan ketuntasan klasikal mencapai 88,1% dan peningkatan skor rata-rata kemampuan spasial dari uji kelompok kecil ke uji lapangan. Peningkatan terjadi pada seluruh indikator spasial, seperti persepsi, visualisasi, relasi, rotasi mental, dan orientasi. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi pendekatan STEM dalam e-modul dapat menciptakan pembelajaran geometri yang lebih interaktif dan kontekstual, serta mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M., Rachmawati, T., & Nuraeni, E. (2024). Analisis

kepraktisan media pembelajaran digital interaktif pada pembelajaran matematika. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 16(2), 145–158.

<https://doi.org/10.21831/jtp.v16i2.49987>

Barokah, S., Prasetyo, Z. K., & Widodo, S. (2024). Pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan visualisasi spasial siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(1), 55–68. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i1.28567>

Bustanul Arifin, & Abdul Mu'id. (2024). Pendekatan STEM dalam pendidikan matematika modern. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 19(1), 22–35. <https://doi.org/10.26714/jpm.19.1.2024.22-35>

Cholilah. (2023). Peran kemampuan spasial dalam pembelajaran matematika dan kaitannya dengan geometri. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 3120–3132. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i3.2658>

Daulay, N., Sitompul, A., & Siregar, D. (2021). Analisis kemampuan spasial siswa dalam pembelajaran

- bangun ruang sisi datar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(2), 89–97.
<https://doi.org/10.24114/jpm.v15i2.27899>
- Eshaq, M. (2023). Pendidikan abad 21 dan tantangan global terhadap transformasi pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 12(1), 45–60. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v12i1.56123>
- Fitri, N., & Yefteson, D. (2021). Pengembangan modul pembelajaran berbasis karakter untuk pembelajaran matematika. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 7(2), 101–112.
<https://doi.org/10.22202/jip.2021.v7i2.4931>
- Harahap, Y. N., Nasution, D. R., & Rambe, A. Y. (2020). Pendekatan matematika realistik untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA*, 6(1), 11–23.
<https://doi.org/10.19109/jpmrafa.v6i1.5005>
- Kandil, R. (2021). STEM education in mathematics learning: Opportunities and challenges. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 24–38.
<https://doi.org/10.1186/s40594-021-00288-4>
- Mardhiyatirrahmah, A., Rahmawati, R., & Jatisunda, M. G. (2020). Pengaruh pembelajaran STEM terhadap hasil belajar dan motivasi siswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 21(1), 45–53.
<https://doi.org/10.23960/jpmipa.v21i1.18857>
- Muttaqiin, M. (2023). Implementasi pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir spasial siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika*, 13(2), 87–96.
<https://doi.org/10.21831/jppm.v13i2.29721>
- Purnamayanti, S. (2023). Pengembangan e-LKPD interaktif matematika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa SMP. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 4(2), 77–88.
<https://doi.org/10.36706/jipm.v4i2.32581>
- Rahmaningrum, T. (2023). Analisis kebutuhan pengembangan LKPD berbasis STEM di sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1), 25–34.
-

<https://doi.org/10.17977/jps.v11i1.34167>

Tegar, F. (2024). Pemanfaatan teknologi digital dalam pengembangan e-modul matematika interaktif. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 8(1), 33–41.
<https://doi.org/10.21831/jitp.v8i1.51845>

Utomo, D. (2023). Dampak penggunaan e-modul terhadap motivasi dan kemandirian belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 29(2), 121–130.
<https://doi.org/10.21831/jptk.v29i2.45678>

Zulfi Idayanti, & Suleman, M. A. (2024). Pengembangan e-book interaktif berbasis smartphone pada pembelajaran matematika SMA. *Jurnal Edutech*, 23(1), 1–12.
<https://doi.org/10.17509/edutech.v23i1.29565>