

PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK TERHADAP KEMAMPUAN *DISCIPLINARY CORE* *IDEAS* SISWA

Niswatul Khairiyah*¹, Prima Aswirna, Sylvina Tebriani

^{1,2}UIN Imam Bonjol Padang,

^{3P}Tadris Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan.

e-mail: *niswatulkh123@gmail.com

ABSTRAK

DCIs sebagai salah satu dimensi yang ada pada NGSS mencakup konsep-konsep fundamental dalam sains yang harus dikuasai siswa. E-modul pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini telah disesuaikan dengan indikator Disciplinary Core Ideas. Jenis penelitian ini merupakan research and development dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 tahap yaitu : Analyze (Analisis), Design (Perancangan), Development (Pengembangan), Implementation (Implementasi), dan Evaluate (Evaluasi). Kualitas produk dinilai dari segi validitas, praktisitas, dan efektivitas. E-Modul menunjukkan tingkat validitas yang tinggi, mencapai skor rata-rata sebesar 89,20% dalam aspek materi, bahasa, dan media. Uji kepraktisan produk juga memperoleh skor rata-rata sebesar 83,83%. Sementara itu, keefektifan produk dikategorikan sangat efektif dengan skor rata-rata hasil tes siswa mencapai 82,41%.

Kata kunci—E-modul, NGSS, DCIs

Abstract

DCIs as one of the dimensions in NGSS includes fundamental concepts in science that students must master. The learning e-module used in this study has been adjusted to the Disciplinary Core Ideas indicator. This type of research is research and development using the ADDIE development model which consists of 5 stages, namely: Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluate. Product quality is assessed in terms of validity, practicality, and effectiveness. The e-module shows a high level of validity, achieving an average score of 89.20% in terms of material, language, and media. The product practicality test also obtained an average score of 83.83%. Meanwhile, the effectiveness of the product is categorized as very effective with an average score of student test results reaching 82.41%.

Keywords— E-module, NGSS, DCIs

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mengubah lanskap pendidikan secara signifikan, termasuk dalam penyediaan bahan ajar (Christina Ismaniati & Baroroh Iskhamdhanah, 2023). E-modul, sebagai salah satu bentuk bahan ajar digital, menawarkan potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. E-modul dapat menyajikan materi pembelajaran secara interaktif, menarik, dan mudah diakses oleh siswa (Nurhasnah et al., 2020).

Dalam konteks ini, pengembangan e-modul yang berlandaskan pada standar ilmu pengetahuan terkini menjadi sangat penting. Next Generation Science Standards (NGSS) merupakan standar ilmu pengetahuan yang dirancang untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan abad ke-21 (Chen et al., 2020). NGSS menekankan pada pembelajaran berbasis inkuiri, kolaboratif, dan kontekstual. Salah satu dimensi penting dalam NGSS adalah *Disciplinary Core Ideas* (DCIs), yaitu ide-ide inti yang fundamental dalam setiap disiplin ilmu (Gale et al., 2018). DCI mencakup konsep-konsep kunci yang harus dipahami siswa agar memiliki pemahaman yang mendalam tentang sains.

DCIs sebagai konsep inti dalam pembelajaran sains yang sangat penting untuk dipahami siswa agar dapat mengaplikasikan pengetahuan sains dalam kehidupan sehari-hari (Schuster et al., 2018; Semilarski et al., 2022). Namun,

berdasarkan data yang diperoleh dari survei awal di kelas X MAN 1 Kota Padang, masih ditemukan banyak siswa MA yang mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan DCIs, yang tercermin dari rendahnya nilai ujian semester I siswa dan kurangnya keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran.

Masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan konsep fisika, terutama dalam konteks isu-isu lingkungan seperti pencemaran. Metode pengajaran yang kurang interaktif dan kurangnya sumber belajar yang relevan yang membuat kurangnya pemahaman siswa terhadap konsep-konsep sains (Tiantian et al., 2024).

Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain metode pembelajaran yang kurang menarik yang membuat pembelajaran fisika yang masih didominasi oleh metode ceramah dan buku teks seringkali membuat siswa merasa bosan dan kurang termotivasi, kurangnya keterkaitan antara materi fisika dengan kehidupan nyata sehingga siswa kesulitan melihat relevansi materi yang dipelajari dengan permasalahan lingkungan yang terjadi di sekitar mereka (Fitriani et al., 2021). Kurangnya penggunaan teknologi dan pendekatan pembelajaran yang inovatif dalam proses pembelajaran (Kurniawati et al., 2023)

Selain itu, kebiasaan mengajar guru, seperti ada beberapa guru masih menggunakan metode mengajar konvensional yang tidak efektif untuk siswa Generasi Z (Fitriani et al.,

2021). Adanya perbedaan gaya belajar siswa yang tentunya setiap siswa memiliki gaya belajar yang berbeda-beda, namun pembelajaran di kelas seringkali tidak mengakomodasi perbedaan tersebut (Aswirna et al., 2023). Siswa kelompok tinggi, yang umumnya memiliki kemampuan belajar mandiri (*self learning*) yang baik, diharapkan mampu memanfaatkan gaya belajar ini untuk memahami DCI secara mendalam. Namun, pada kenyataannya, capaian pembelajaran mereka belum optimal (Nurhasnah et al., 2020).

Rendahnya implementasi *Next Generation Science Standardt* (NGSS) dalam pembelajaran, yang berdampak pada pemahaman siswa tentang *Disciplinary Core Ideas* (DCI) (Rachmawati et al., 2019). Padahal, NGSS menekankan pembelajaran berbasis inkuiri dan kontekstual, yang krusial untuk pemahaman DCI yang mendalam (Kang et al., 2019). Akibatnya, siswa kesulitan mengaitkan konsep ilmiah dengan konteks dunia nyata. Pemahaman yang baik tentang konsep-konsep pencemaran lingkungan sangat penting bagi siswa agar mereka dapat berpartisipasi aktif dalam upaya pelestarian lingkungan (Narut & Supradi, 2019). E-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini akan fokus pada materi pencemaran lingkungan, mencakup berbagai aspek seperti jenis-jenis pencemaran, dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, serta upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan inovasi dalam pembelajaran fisika. Salah satu solusi yang potensial adalah pengembangan e-modul berbasis *Next Generation Science Standart* (NGSS) yang pada dimensi *Disciplinary Core Ideas* (DCIs). NGSS memiliki struktur inovatif yang menggabungkan aspek keterampilan, pemahaman, dan konten ke dalam tiga dimensi: praktik ilmiah dan teknik, konsep lintas sektoral, dan ide inti (Rachmawati et al., 2019).

E-modul fisika berbasis NGSS yang akan dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan dapat membantu guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran fisika yang efektif. E-modul ini akan menggunakan metode mengajar yang sesuai dengan gaya belajar siswa Generasi Z, seperti pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, dan pembelajaran berbasis teknologi (Aswirna, Kiswanda, et al., 2022). Selain itu, e-modul ini juga akan menyediakan berbagai sumber belajar yang menarik dan interaktif. Penggunaan e-modul interaktif dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap materi sains (Christina Ismaniati & Baroroh Iskhamdhanah, 2023). Penggunaan modul dalam pembelajaran bertujuan agar peserta didik dapat belajar mandiri tanpa atau dengan bimbingan dari pendidik, sehingga pendidik hanya sebagai fasilitator (Aswirna & Harahap, 2020).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang

signifikan dalam meningkatkan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) pada pembelajaran fisika. Penelitian ini akan mengembangkan dan menguji efektivitas e-modul menggunakan *Next Generation Science Standart* (NGSS) untuk meningkatkan pemahaman *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) Siswa.

II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (Research and Development/R&D). Penelitian pengembangan adalah penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada (Seleznev et al., 2022)

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE yang terdiri dari lima tahap yaitu analisis (Analyze), perancangan (Design), pengembangan (Development), implementasi (Implementation) dan evaluasi (Evaluate) (Muhammad & Akhsani, 2020).

Pada tahap analisis, peneliti melakukan analisis terhadap situasi dan kondisi yang ada, termasuk masalah yang ingin dipecahkan, tujuan penelitian, dan kebutuhan pengguna (Dwitiyanti et al., 2020). Melakukan analisis kebutuhan dan karakteristik siswa SMA/MA dalam pembelajaran fisika. Menganalisis kurikulum SMA untuk materi Pencemaran Lingkungan. Menganalisis standar sains NGSS

yang berkaitan dengan materi Pencemaran Lingkungan. Menganalisis hasil penelitian terdahulu tentang pembelajaran Pencemaran Lingkungan dan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) yang ingin dicapai. Menganalisis kebutuhan guru dan siswa dalam pembelajaran Pencemaran Lingkungan yang dilihat pada dimensi DCIs.

Selanjutnya, Tahap ini peneliti merancang produk yang akan dikembangkan, termasuk spesifikasi produk, kurikulum, dan bahan ajar (Spatioti & Kazanidis, 2022). Menyusun spesifikasi produk e-modul menggunakan NGSS untuk meningkatkan keterampilan *Disciplinary Core Ideas* (DCIs) pada pokok bahasan Pencemaran Lingkungan di kelas X SMA. Merancang kurikulum e-modul yang memuat materi ajar, kegiatan pembelajaran, dan penilaian.

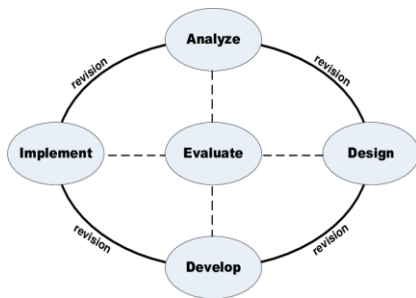
Pada tahap pengembangan, peneliti mengembangkan produk yang telah dirancang pada tahap sebelumnya (T Sriwahyuni, Kamaluddin, 2021). Tahap pengembangan dilakukan dengan mengembangkan modul ajar sesuai dengan desain yang telah dibuat. Melakukan validasi modul ajar oleh ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa. Merevisi modul ajar berdasarkan hasil validasi.

Selanjutnya, peneliti mengujicobakan produk yang dikembangkan di lapangan (Rusdi et al., 2022). Pada tahap implementasi diawali dengan melakukan uji coba modul ajar di sekolah yang telah ditentukan, yaitu di MAN 1 Padang.

Mengumpulkan data tentang kepraktisan dan keefektifan modul ajar melalui angket, dan tes.

Terakhir, peneliti mengevaluasi produk yang diuji untuk menentukan efektivitas dan efisiensinya (Sosial & Dergisi, 2020). Pada tahap ini, menganalisis data yang telah dikumpulkan. Menarik kesimpulan tentang efektivitas dan efisiensi modul ajar. Merekomendasikan revisi terhadap modul ajar berdasarkan hasil evaluasi.

Prosedur pengembangan model ADDIE dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1 Model ADDIE

Uji validitas produk dapat dilihat dari segi kelayakan isi, kelayakan bahasa dan kelayakan konstruksi. Proses uji validitas dilakukan oleh para ahli untuk memberikan pengakuan dan pengesahan terhadap produk yang akan diujicobakan. Tujuan dari uji validitas ini adalah untuk memperoleh penilaian, saran, dan komentar mengenai produk yang diujicobakan. Validator yang memvalidasi produk ini berjumlah 3 orang, yang terdiri dari 1 orang sebagai validator materi, 1 orang

sebagai validator bahasa dan 1 orang sebagai validator konstruksi. Dengan demikian, produk yang akan diujicobakan dianggap layak untuk diujicobakan setelah melalui proses uji validitas ini. E-modul pembelajaran dianggap valid jika skor validitas yang diperoleh berada pada rentang minimal 61-80, dan dapat dilanjutkan ke tahap kepraktisan (Aswirna et al., 2024)

Uji praktikalitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana implementasi produk dalam proses pembelajaran, yang dilihat dari segi kemudahan penggunaan dalam pembelajaran fisika bagi siswa MAN. Kepraktisan mencerminkan sejauh mana produk E-Modul Model TTI dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik pada Materi Pokok Ide-Ide Dasar ketika digunakan dalam pembelajaran. Tahap kepraktisan ini dilakukan setelah E-Modul diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Proses penilaian praktikalitas dilakukan melalui partisipasi guru fisika dan siswa kelas X.4 Robotika MAN 1 Kota Padang. E-Modul pembelajaran dikatakan praktis jika skor praktikalitas yang diperoleh berada pada rentang minimal 61-80, dan dapat dilanjutkan ke tahap keefektifan (Aswirna, Kiswanda, et al., 2022)

Uji efektivitas dilakukan untuk mengetahui apakah produk yang dikembangkan efektif atau tidak terhadap kemampuan Disciplinary Core Ideas (DCI) siswa. Keefektifan produk mencerminkan apakah E-Modul tersebut layak digunakan dalam pembelajaran. Penilaian

keefektifan produk dilakukan setelah mengimplementasikan E-Modul yang telah dikembangkan. Pengujian keefektifan produk ini khususnya pada materi Pencemaran Lingkungan dapat dilihat dari soal yang diberikan kepada siswa setelah produk digunakan. Uji efektifitas produk ini dilakukan di MAN 1 Kota Padang. Produk yang dikembangkan dikatakan efektif apabila hasil efektivitas berada pada rentang minimal 61 - 80 dengan kategori efektif (Aswirna, Aldila, et al., 2022).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memperoleh hasil berupa pengembangan yang menghasilkan e-modul untuk meningkatkan kemampuan DCIs siswa dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang meliputi Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluate, sebagai berikut:

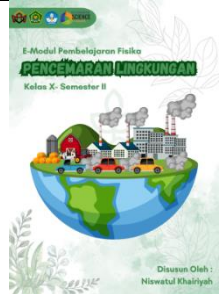
1. Analisis (Analyze)

Analisis ini dilakukan untuk melihat sejauh mana pemahaman siswa terhadap Disciplinary Core Ideas dalam pembelajaran fisika. Hal ini dilakukan agar pengembangan yang akan dilakukan sesuai dengan permasalahan yang ada pada siswa. Karakteristik tersebut juga dilihat dari hasil belajar fisika siswa pada semester sebelumnya terhadap gaya belajar untuk menentukan variasi pembelajaran yang akan diteliti nantinya..

2. Perancangan (Design)

Tahap ini meliputi perancangan instrumen penelitian serta penyusunan kerangka produk. Instrumen yang dirancang memiliki lembar validasi, kepraktisan, dan keefektifan. Pada penyusunan kerangka, akan dibuat e-modul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan materi. Tampilan dan informasi e-modul fisika dapat dilihat pada Tabel 1.

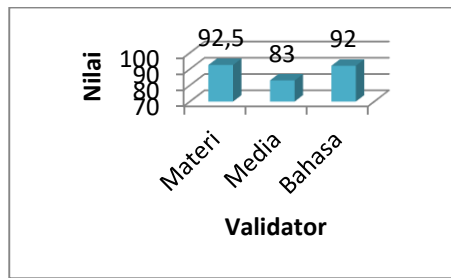
Tabel 1 Tampilan dan Keterangan E-Modul

Tampilan	Keterangan
	Sampul e-modul diberi judul 'E-modul Pembelajaran Fisika, Pencemaran Lingkungan' dengan menggunakan gambar fenomena bumi yang tercemar dan mencantumkan nama penulis dan identitas kelas.
	Pada tampilan yang menunjukkan letak indikator DCIs dalam E-Modul ditandai dengan label nama berwarna hijau yang bertuliskan indikator dari DCIs seperti disamping bertuliskan "Domain DCIs : ESS 2 yaitu Sistem Bumi" yang menandakan bahwa cakupan

	materi pada judul merujuk pada indikator DCIs tersebut. Pada tampilan yang menunjukkan letak indikator DCIs dalam E-Modul ditandai dengan label nama berwarna hijau yang bertuliskan indikator dari DCIs seperti disamping bertuliskan "Domain DCIs : LS 1 yaitu Dari Molekul hingga struktur dan proses organisme" yang menandakan bahwa cakupan materi pada judul merujuk pada indikator DCIs tersebut.
	Pada tampilan yang menunjukkan letak indikator DCIs dalam E-Modul ditandai dengan label nama berwarna hijau yang bertuliskan indikator dari DCIs seperti disamping bertuliskan "Domain DCIs : PS 1 yaitu Materi dan Interaksinya " yang menandakan bahwa cakupan materi pada judul merujuk pada indikator DCIs tersebut.
	Pada tampilan yang menunjukkan letak indikator DCIs dalam E-Modul ditandai dengan label nama berwarna hijau yang bertuliskan indikator dari DCIs seperti disamping bertuliskan "Domain DCIs : PS 3 yaitu Energi" yang menandakan bahwa cakupan materi pada judul merujuk pada indikator DCIs tersebut.

3. Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan e-modul yang valid pada materi pencemaran lingkungan. Proses ini melibatkan proses validasi dan revisi berdasarkan saran dari para ahli yang menjadi validator produk. Validasi e-modul pada materi pencemaran lingkungan dilakukan melalui analisis angket validasi dengan mempertimbangkan tiga indikator utama. Indikator tersebut seperti kelayakan materi/isi, tampilan media, dan komponen kebahasaan, yang selanjutnya dijelaskan sebagai berikut. Hasil uji validitas diperoleh dari angket yang diisi oleh tiga orang validator, yaitu satu orang ahli materi, satu orang ahli media, dan satu orang ahli bahasa. Hasil validitas materi, media, dan bahasa dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Hasil Validitas Produk

Berdasarkan Gambar 2, hasil rata-rata validitas e-modul adalah 89,20 yang tergolong sangat valid, sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya untuk uji kepraktisan dan keefektifan..

4. Implementasi (*Implementation*)

Setelah tahap pengembangan dengan melakukan validasi produk, selanjutnya produk ini diujicobakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan keefektifannya. Uji coba kepraktisan dilakukan terhadap implementasi e-modul untuk mengetahui pemahaman siswa dalam *Disciplinary Core Ideas* (DCI) pada materi pencemaran lingkungan. Tahap ini merupakan kegiatan menggunakan e-modul yang telah dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan uji coba terbatas dengan menggunakan satu kelas uji coba yaitu kelas X.4 Robotika MAN 1 Kota Padang.

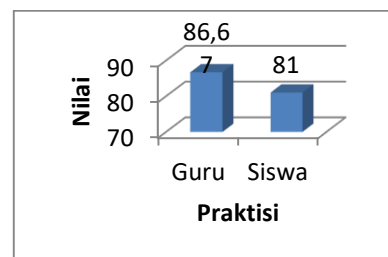
5. Evauasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi ini bertujuan untuk melihat dan menilai kepraktisan dan keefektifan pengembangan e-modul menggunakan *Next Generation Science Standart* (NGSS) untuk meningkatkan pemahaman siswa

pada materi *Disciplinary Core Ideas* (DCIs). Tingkat praktikalitas e-modul dapat dilihat dari hasil penilaian angket praktikalitas oleh 1 orang guru dan 36 orang siswa kelas X.4 Robotik MAN 1 Kota Padang. Untuk tingkat efektivitas dapat dilihat dari hasil soal tes pilihan ganda dan essay dengan penilaian uji efektivitas terhadap 36 orang siswa kelas X.4 Robotik MAN 1 Kota Padang setelah menggunakan e-modul dalam pembelajaran Fisika pada materi pencemaran lingkungan.

Uji praktikalitas e-modul diberikan kepada pendidik sebelum diujicobakan kepada peserta didik dengan memberikan angket penilaian praktikalitas. Lembar praktikalitas pendidik terdiri dari 12 indikator penilaian. Selanjutnya lembar praktikalitas juga diisi oleh peserta didik kelas X.4 Robotika MAN 1 Kota Padang sebanyak 36 orang peserta didik.

Hasil praktikalitas pendidik dan peserta didik dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Hasil Praktikalitas Produk

Berdasarkan Gambar 3, diperoleh hasil rata-rata praktikalitas e-modul sebesar

83,83 yang tergolong sangat praktis, sehingga layak untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya untuk uji efektivitas.

Uji efektivitas kemampuan Disiplin Ide Pokok, diberikan tes berupa soal essay dan soal uraian kepada siswa kelas X.4 Robotika MAN 1 Kota Padang.

Berdasarkan jawaban dari soal-soal yang ada pada e-modul, diperoleh hasil uji efektivitas. Hasil uji efektivitas dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Efektivitas Produk

Kelas	Rata-rata
X. 4 Robotik	82,41

Tabel 3 menunjukkan bahwa skor soal tes yang dijawab oleh siswa kelas X.4 Robotika adalah 82,41% dari total 25 soal. Jadi, keefektifan produk masuk dalam kategori sangat efektif.

Pembelajaran melibatkan interaksi antara pendidik dan peserta didik, dengan fokus utama pada pemahaman dan penguasaan konsep yang diajarkan. Setiap siswa memiliki cara yang berbeda dalam menerima dan memahami materi. Interaksi antara kemampuan siswa dan lingkungan belajar mereka berkontribusi pada pemahaman materi yang selaras. Hal ini menyoroti pentingnya peran siswa dalam mengembangkan keterampilan dan berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran mereka sendiri. Dengan demikian, keterlibatan siswa merupakan kunci dalam mencapai

hasil belajar yang optimal (Logan et al., 2021).

NGSS merupakan kerangka kerja sains atau standar pendidikan yang menekankan pada keterampilan dan kemampuan teknik siswa. Tujuan dari NGSS adalah untuk memberikan panduan dalam proses pembelajaran dan mengembangkan minat siswa terhadap sains dan praktik sains (Tiara Obrilian Cahyanti, Sukarmin, 2019). Selain itu, NGSS membutuhkan pengajaran yang mendukung siswa untuk mengambil tanggung jawab mental untuk belajar secara mandiri (Wingert et al., 2022).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh (Gale et al., 2018) bahwa Disciplinary Core Ideas (DCIs) dalam dimensi Next Generation Science Standards (NGSS) menjadi fondasi penting dalam pendidikan sains, yang meliputi empat domain utama yaitu ilmu pengetahuan fisika, ilmu pengetahuan hayati, ilmu pengetahuan bumi dan antariksa, serta teknik. Selain itu, integrasi DCIs dengan konsep lintas disiplin ilmu memungkinkan siswa untuk melihat relevansi sains dalam konteks kehidupan sehari-hari, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna (Lilly et al., 2022).

Disciplinary Core Ideas (DCIs) dalam Next Generation Science Standards (NGSS) adalah fondasi penting dalam pendidikan sains, terutama bagi siswa kelompok kemampuan tinggi (Yu & Jen, 2020). Siswa-siswa ini, dengan kemampuan kognitif yang tinggi, minat mendalam pada eksplorasi ilmiah, dan

kemampuan belajar mandiri, sangat diuntungkan oleh kerangka kerja yang disediakan oleh DCIs. Sehingga DCIs dapat membantu siswa kelompok tinggi dalam membangun pemahaman konseptual yang mendalam, mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis yang kuat, serta mengaplikasikan konsep-konsep sains dalam konteks yang kompleks (García-Carmona, 2020). Dengan demikian, DCIs tidak hanya menyediakan konten yang relevan, tetapi juga memfasilitasi pengembangan potensi penuh siswa-siswa berbakat ini dalam bidang sains. Dapat disimpulkan bahwa DCIs berpengaruh positif terhadap peningkatan dari hasil belajar mandiri siswa pada kelompok siswa kemampuan tinggi.

Pembelajaran mandiri merupakan salah satu pendekatan yang penting dalam pendidikan modern, terutama dalam konteks pembelajaran sains (Schuster et al., 2018; Semilarski et al., 2022). E-Modul Disciplinary Core Ideas (DCIs) yang telah dikembangkan dalam penelitian ini dirancang untuk mendukung siswa dalam proses pembelajaran mandiri. Dengan fitur interaktif dan konten yang terstruktur, e-modul ini memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dengan kecepatan dan cara yang sesuai dengan kebutuhan mereka. E-Modul ini tidak hanya menyediakan materi pembelajaran, tetapi juga dilengkapi dengan berbagai aktivitas dan evaluasi yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan menerapkan konsep-konsep sains dalam situasi

nyata. Dengan demikian, e-modul ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai alat yang efektif untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami dan menerapkan Disciplinary Core Ideas secara lebih mendalam.

Berdasarkan penelitian (Dari & Sudatha, 2022) menunjukkan bahwa e-modul sangat efektif untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Wahab et al., 2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan e-modul dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi suhu dan kalor. Berdasarkan penelitian yang relevan tersebut dapat disimpulkan bahwa e-modul dapat digunakan untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa.

IV. KESIMPULAN

Proses pengembangan dimulai dengan analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik untuk mengajarkan materi yang akan dikembangkan. Selanjutnya, perencanaan meliputi penyusunan instrumen dan pembuatan kerangka produk. Produk yang telah dirancang kemudian dikembangkan, dan tahap terakhir melakukan evaluasi terhadap produk yang telah dikembangkan. Produk yang berkualitas dinilai berdasarkan aspek kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan. E-modul menunjukkan tingkat validitas yang tinggi, dengan nilai rata-rata 89,2% pada aspek

materi, bahasa, dan media. Uji kepraktisan produk juga memperoleh skor rata-rata 83,8%. Sementara itu, keefektifan produk dikategorikan sangat efektif dengan skor rata-rata 82,4%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswirna, P., Aldila, E., Nurhasnah, N., & Fahmi, R. (2022). STEM-Based Global Warming E-Book in Sustainable Development Based on Gender View. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 169–181. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v5i2.11247>
- Aswirna, P., & Harahap, K. (2020). The Android-Based Learning Media Using the Trait Treatment Interaction Model as Implementation of Industrial Era 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1594(1), 0–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1594/1/012024>
- Aswirna, P., Kiswanda, V., Nurhasnah, N., & Fahmi, R. (2022). Implementation of STEM E-Module with SDGs Principle to Improve Science Literacy and Environment-friendly Attitudes in Terms of Gender. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 7(1), 64–77. <https://doi.org/10.15575/jtk.v7i1.16599>
- Aswirna, P., Roza, M., & Zainia, M. (2023). Integrated Science E-Module assisted by the Flip PDF Professional Application to Integrate Character Education Values in Science Learning for Junior High Schools. *Journal of Natural Science and Integration*, 6(1), 14. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v6i1.16262>
- Aswirna, P., Wardani, T., Asrar, A., Fahmi, R., & Fahmi, D. M. (2024). Designing a Thermochemistry E-Module Based on the Trait Treatment Interaction Educational Model for Madrasah Aliyah Students. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 9(1), 102–113. <https://doi.org/10.15575/jtk.v9i1.30924>
- Chen, J. K., Mulholland, M., & Gerard, L. F. (2020). *Identifying NGSS-Aligned Ideas in Student Science Explanations*. 1–12.
- Christina Ismaniati, & Baroroh Iskhamdhanah. (2023). Development of Interactive E-Modules to Increase Learning Motivation and Science Literacy in Elementary School Students. *Jurnal Iqra': Kajian Ilmu Pendidikan*, 8(1), 156–173. <https://doi.org/10.25217/ji.v8i1.2699>
- Dari, R. T. U., & Sudatha, I. G. W. (2022). Upaya Meningkatkan Semangat Belajar Siswa melalui E-Modul Berorientasi Discovery Learning. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(2), 205–214. <https://doi.org/10.23887/jeu.v10i1.43966>
- Dwitiyanti, N., Kumala, S. A., & Widiyatun, F. (2020). Using the ADDIE Model in the Development of Physics Unit Conversion Application Based on Android as Learning Media. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 10(148), 125–132.
- Fitriani, R., Maryani, S., Chen, D., Aldila, F. T., Br.Ginting, A. A., Sehab, N. H.,

- & Wulandari, M. (2021). Mendeskripsikan Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Kegiatan Praktikum Viskositas di SMAN 1 Muaro Jambi. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(2), 173–179. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.2.173-179>
- Gale, J., Koval, J., Ryan, M., Usselman, M., & Wind, S. (2018). Implementing NGSS engineering disciplinary core ideas in middle school science classrooms: Results from the field. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 9(1). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1185>
- García-Carmona, A. (2020). From Inquiry-Based Science Education to the Approach Based on Scientific Practices: A Critical Analysis and Suggestions for Science Teaching. *Science and Education*, 29(2), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>
- Kang, E. J. S., McCarthy, M. J., & Donovan, C. (2019). Elementary Teachers' Enactment of the NGSS Science and Engineering Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 30(7), 788–814. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1630794>
- Kurniawati, M. P., Mustakim, A., & Hudha, M. N. (2023). Peningkatan Motivasi dan Hasil Belajar Fisika Dengan Penggunaan Teknologi Dalam Pembelajaran dan Pendekatan Berdiferensiasi Pada Peserta Didik Kelas X – 1 SMA Negeri 6 Kediri Tahun Pelajaran 2022/2023. *Jurnal Pembelajaran, Bimbingan, Dan Pengelolaan Pendidikan*, 3(6), 484–499. <https://doi.org/10.17977/um065v3i62023p484-499>
- Lilly, S., McAlister, A. M., Fick, S. J., Chiu, J. L., & McElhaney, K. W. (2022). Elementary teachers' verbal supports of science and engineering practices in an NGSS-aligned science, engineering, and computational thinking unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(6), 1035–1064. <https://doi.org/10.1002/tea.21751>
- Logan, R. M., Johnson, C. E., & Worsham, J. W. (2021). Development of an e-learning module to facilitate student learning and outcomes. *Teaching and Learning in Nursing*, 000, 7–10. <https://doi.org/10.1016/j.teln.2020.10.007>
- Muhammad, M., & Akhsani, L. (2020). Development of Inferential Statistics Teaching Materials Using ADDIE Model. *AEC*. <https://doi.org/10.4108/eai.19-12-2020.2309193>
- Narut, Y. F., & Supradi, K. (2019). Literasi Sains Peserta Didik Dalam Pembelajaran IPA di Indonesia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 3(1), 61–69.

- Nurhasnah, N., Kasmita, W., Aswirna, P., & Abshary, F. I. (2020). Developing Physics E-Module Using “Construct 2” to Support Students’ Independent Learning Skills. *Thabiea : Journal of Natural Science Teaching*, 3(2), 79. <https://doi.org/10.21043/thabiea.v3i2.8048>
- Rachmawati, E., Prodjosantoso, A. K., & Wilujeng, I. (2019). Next Generation Science Standard in science learning to improve student’s practice skill. *International Journal of Instruction*, 12(1), 299–310. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12120a>
- Rusdi, M., Sirajuddin, H., & Alfah, R. (2022). Implementation of the addie model (analysis, design, development, implementation, evaluation) in php- based e-learning in the era of pandemic. *JTIULM*, 7(1), 49–56.
- Schuster, D., Cobern, W. W., Adams, B. A. J., Undreiu, A., & Pleasants, B. (2018). Learning of Core Disciplinary Ideas: Efficacy Comparison of Two Contrasting Modes of Science Instruction. In *Research in Science Education* (Vol. 48, Issue 2). Research in Science Education. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9573-3>
- Seleznev, P. S., Naumov, V. N., Zorin, V. Y., Zelenov, V. I., Tsyplenkov, D. S., & Vasiliev, V. G. (2022). *SS symmetry Research and Development of a Unified Methodology for Assessing the Resource Efficiency of International Digital Platform Promotion for E-Learning*. 14(497).
- Semilarski, H., Soobard, R., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2022). Expanding disciplinary and interdisciplinary core idea maps by students to promote perceived self-efficacy in learning science. *International Journal of STEM Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00374-8>
- Sosyal, E., & Dergisi, B. (2020). Design And Evaluation Of A Higher Education Distance EAP Course By Using THE ADDIE Model. *Electronic Journal of Social Sciences*, 19(73), 0–3. <https://doi.org/10.17755/esosder.526335>
- Spatioti, A. G., & Kazanidis, I. (2022). A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education. *Information Journal*, 402(13), 1–20.
- T Sriwahyuni, Kamaluddin, and S. S. (2021). Developing android-based teaching material on temperature and heat using ADDIE model. *Journal of Physics: Conference Series*, 21(26), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2126/1/012021>
- Tiantian, Y., Razali, A. B., Zulkifli, N. N., & Jeyaraj, J. J. (2024). The effects of collaborative mobile learning approach on academic performance: The

mediating role of social interaction, and learning motivation. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3), 209–229.
<https://doi.org/10.33902/JPR.202426264>

Tiara Obrilian Cahyanti, Sukarmin, A. (2019). Analysis Of The Ability In Constructing Explanations And Designing Solutions Of Students On Force And Motion. *EDUSAINS*, 11(2), 163–172.

Wahab, R., Saprudin, S., & Achmad, R. (2023). E-Modul Interaktif Materi Kalor untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 33–38.
<https://doi.org/10.31851/luminous.v4i1.10967>

Wingert, K., Jacobs, J., Lindsay, W., Lo, A. S., Herrmann-Abell, C. F., & Penuel, W. R. (2022). Understanding the Priorities and Practices of Rural Science Teachers: Implications for Designing Professional Learning. *Rural Educator*, 43(3), 26–40. <https://doi.org/10.55533/2643-9662.1338>

Yu, H. P., & Jen, E. (2020). Integrating Nanotechnology in the Science Curriculum for Elementary High-Ability Students in Taiwan: Evidenced-Based Lessons. *Roeper Review*, 42(1), 38–48.
<https://doi.org/10.1080/02783193.2019.1690078>