

## Pengembangan Modul Elektronik *Physics Measurement (Physure)* Berbasis STEM Dalam Perspektif Pencemaran Lingkungan

*Development of STEM-Based Physics Measurement (Physure) Electronic Module In The Perspective of Environmental Pollution*

Nooroin Siti Mardlyyah<sup>1</sup>, Hadi Nasbey<sup>2</sup>, Upik Rahma Fitri<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Jakarta

<sup>2</sup> Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Jakarta

<sup>3</sup> Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Jakarta

Corresponding author : [nooroinmardlyyah@gmail.com](mailto:nooroinmardlyyah@gmail.com)<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Dalam kegiatan pembelajaran fisika, tidak sedikit peserta didik yang terkendala dalam proses memahami materi pengukuran. Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya media pembelajaran yang kurang bervariasi, mengkaji materi tidak menggunakan aplikasi nyata yang berkaitan dengan lingkungan sekitar, dan waktu belajar yang terbatas di kelas. Menumbuhkan rasa tanggung jawab kepada anak muda untuk sadar, peduli, dan terlibat aktif dalam membantu, mengatasi, dan memperbaiki permasalahan lingkungan menjadi penting untuk dikaitkan dalam pembelajaran di sekolah. Penelitian bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa modul elektronik physics measurement berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam perspektif pencemaran lingkungan yang layak digunakan dalam pembelajaran fisika. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *research and development* (R&D). Penelitian dan pengembangan ini dilakukan di Lab Media Fisika FMIPA UNJ dan uji coba secara terbatas dilakukan di salah satu SMA yang berlokasi di Jakarta. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan skala likert. Instrumen yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data penelitian, yaitu instrument validasi ahli media, materi dan pembelajaran, serta instrument uji coba produk kepada peserta didik. Hasil penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D) ini adalah sebuah media pembelajaran berupa modul elektronik physure berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dalam perspektif pencemaran lingkungan yang layak digunakan dalam pembelajaran fisika. Penelitian dan pengembangan (R&D) ini menghasilkan sebuah modul elektronik fisika berbasis STEM yang dikaitkan dengan isu pencemaran lingkungan. Modul yang diberi nama Physure ini didesain menggunakan aplikasi Canva dan memuat materi fisika, yaitu pengukuran yang terdiri atas besaran, satuan, dimensi, angka penting, notasi ilmiah, dan alat pengukuran. Mengaitkan isu pencemaran lingkungan dalam pembelajaran fisika khususnya pada materi pengukuran dapat mendorong peserta didik dalam memecahkan masalah dengan menerapkan pengetahuan dan memanfaatkan teknologi sebagai bentuk kepedulian serta kontribusi dalam peningkatan mutu lingkungan secara bertanggung jawab.

**Kata Kunci:** Modul Elektronik, STEM, Pengukuran, Pencemaran Lingkungan

### Korespondensi:

Nooroin Siti Mardlyyah. Universitas Negeri Jakarta. Jl. Rawamangun Muka, Pulo Gadung, Jakarta Timur. Email: [nooroinmardlyyah@gmail.com](mailto:nooroinmardlyyah@gmail.com). Mobile: +6289528887638

### LATAR BELAKANG

Revolusi Industri 4.0 ditandai dengan dominannya penggunaan teknologi yang tidak dapat dihindari oleh manusia, termasuk dalam dunia Pendidikan. Berkembangnya pendidikan pada era ini memungkinkan peserta didik mendapatkan pengetahuan yang berlimpah ruah, cepat, dan mudah. Era ini dapat dimanfaatkan untuk mendukung pola belajar, pola berpikir, mengembangkan inovasi kreatif dan inovatif guna mencetak generasi penerus bangsa yang unggul dan mampu bersaing. Pendidik dituntut mampu memperoleh banyak referensi dalam pemanfaatan teknologi dan informasi guna menunjang proses belajar mengajar.

Dalam menunjang proses pembelajaran, pendidik dapat memanfaatkan teknologi dalam mengembangkan, menggunakan, serta memilih media pembelajaran guna mencapai pembelajaran yang lebih efektif. Salah satu inovasi media pembelajaran, yaitu modul elektronik. Modul elektronik dapat digunakan untuk memperoleh informasi yang bersifat fleksibel agar tercapai pembelajaran yang efektif, efisien, dan berdaya guna yang menarik. Modul menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan pembelajaran sebab penggunaan media yang sesuai akan membantu peserta didik dalam memahami materi selama proses pembelajaran.

Kurikulum menjadi komponen penting dalam menghidupkan system Pendidikan sebagaimana kurikulum merdeka yang dirancang oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Hakikat kurikulum

merdeka yaitu melahirkan lingkungan belajar yang fleksibel dan menyenangkan. Memberikan kebebasan peserta didik dalam mengeksplorasi pengetahuan yang ingin dipelajari, sehingga mereka merasa lebih termotivasi dan terinspirasi untuk terlibat aktif, mandiri, serta kreatif dalam menggali pengetahuan. Pelaksanaan kurikulum merdeka melatih softskill peserta didik melalui beragam aktivitas pembelajaran di sekolah.

Dalam mengoptimalisasi *softskill* yang dibutuhkan pada era 4.0 dapat didukung dengan menggunakan model pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Pendekatan keempat bidang ilmu tersebut merupakan kolaborasi bidang ilmu dengan lebih memfokuskan pada pemecahan masalah di dunia nyata. Memadukan STEM dalam proses pembelajaran mendorong peserta didik berkolaborasi, berpikir kritis, dan memecahkan masalah dalam menerapkan pengetahuan serta keterampilan secara bersamaan.

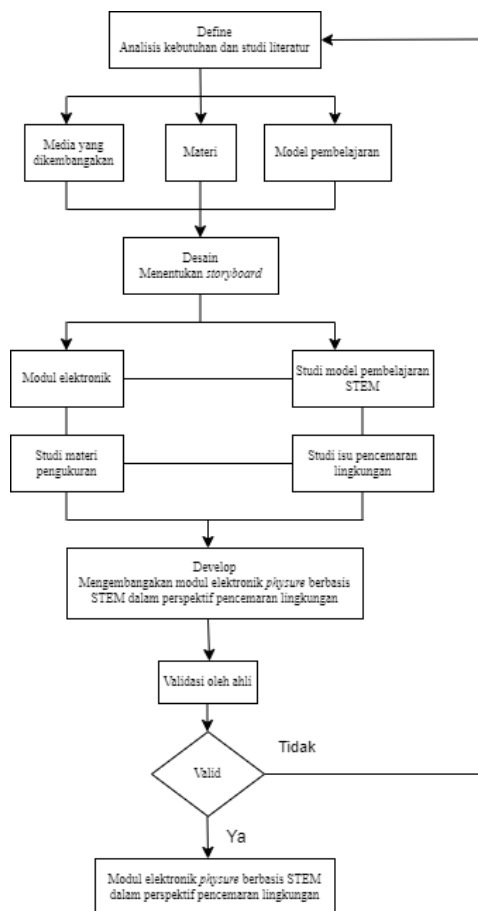
Pelajaran fisika menjadi salah satu ilmu yang memerlukan lebih banyak pemahaman dibandingkan menghafalan. Pelajaran yang memuat pengetahuan alam serta konsep melalui proses ilmiah dengan tujuan melatih pikiran dan nalar. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang disebarakan melalui kuesioner pada peserta didik SMA kelas 10 dengan jumlah 30 responden ditemukan sebanyak 72% peserta didik menganggap fisika sebagai pelajaran yang sulit dan membingungkan. Sebanyak 54% peserta didik menganggap materi pengukuran sulit dipahami.

Tujuan utama penelitian ini adalah pengembangan modul elektronik physics measurement (*physure*) berbasis STEM dalam perspektif pencemaran lingkungan yang layak digunakan dalam pembelajaran fisika.

## METODE PENELITIAN

### 1. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D). Model penelitian yang digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran adalah model 4D (*define, design, develop, and disseminate*) yang mengalami pembatasan menjadi 3D (*define, design, and develop*). Desain penelitian yang digunakan seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Desain Penelitian

**2. Sampel dan Populasi**

Media pembelajaran yang telah dikembangkan akan diuji kelayakan oleh validator ahli, yaitu ahli media, ahli materi, dan ahli pembelajaran. Media pembelajaran yang telah selesai dikembangkan berdasarkan saran ahli, selanjutnya dilakukan uji coba kepada peserta didik.

**2.1 Uji Coba Kelompok Kecil**

Uji coba ini dilaksanakan untuk mendapat respon dan masukan dari peserta didik serta memberikan penilaian terhadap kualitas perangkat pembelajaran yang sudah dikembangkan. Uji coba ini melibatkan sekitar 5-15 peserta didik SMA kelas 10 di Jakarta.

**2.2 Uji Coba Kelompok Besar**

Pada tahap ini, media pembelajaran yang dikembangkan mendekati sempurna. Uji coba ini melibatkan sekitar 20-30 peserta didik SMA kelas 10 di Jakarta.

**HASIL & PEMBAHASAN**

Hasil penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D) ini adalah sebuah media pembelajaran berupa modul elektronik physure berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dalam perspetif pencemaran lingkungan. Modul ini dinamakan “**Physure**”. Physure berasal dari kata *physics* dan *measurement* yang berarti pengukuran dalam pembelajaran fisika. Sesuai dengan namanya, modul elektronik ini digunakan dalam pembelajaran fisika dan berisi materi pengukuran untuk jenjang SMA. E-modul physure dikembangkan menggunakan aplikasi desain Canva yang tersusun seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komponen Modul Elektronik Physure

No.	Visual	Keterangan
1	Tampilan Awal (Cover)	Logo instansi, judul modul, nama penulis, tahun terbit, dan gambar yang mewakili isi
2	Kata Pengantar	Ucapan syukur, terima kasih, dan harapan yang ditunjukkan oleh penulis
3	Daftar Isi	Urutan bagian-bagian pada modul beserta nomor halaman
4	Glosarium	Daftar istilah penting beserta penjelasannya
5	Petunjuk penggunaan modul	Arahan tentang petunjuk penggunaan modul elektronik yang bertujuan untuk mempermudah peserta didik dalam penggunaannya
6	Peta Konsep	Ilustrasi grafis yang menggambarkan hubungan antara satu konsep dengan konsep lainnya pada materi pengukuran
7	Pendahuluan	Pada tampilan ini berisikan Capaian Pembelajaran (CP) dan deskripsi singkat tentang STEM
8	Kegiatan Pembelajaran 1	Berisikan tujuan pembelajaran, materi diskusi, proyek sains, dan evaluasi pada kegiatan 1
9	Kegiatan Pembelajaran 2	Berisikan tujuan pembelajaran, materi diskusi, proyek sains, dan evaluasi pada kegiatan 1
10	Lampiran	Berisi RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran)
11	Daftar Pustaka	Daftar sumber yang menjadi rujukan dalam pengembangan modul elektronik
12	Profil Penulis	Informasi mengenai latar belakang penulis

Setelah tahap pendesainan selesai, selanjutnya peneliti melakukan uji validasi oleh ahli media, ahli materi, ahli pembelajaran berdasarkan instrumen seperti pada Tabel 2, 3, dan 4.

**Tabel 2.** Instrumen Validasi oleh Ahli Media

Aspek	No.	Indikator
Karakteristik Modul	1	Bersifat self instructional
	2	Bersifat self contained
	3	Bersifat stand alone

Aspek	No.	Indikator
Komponen Modul	4	Bersifat adaptive
	5	Bersifat user friendly
	6	Kelengkapan komponen informasi umum pada modul
	7	Kelengkapan komponen inti pada modul
Desain Modul	8	Kelengkapan lampiran pada modul
	9	Pemilihan cover sesuai dengan isi modul
	10	Kombinasi warna dan tata letak sesuai
	11	Ukuran dan jenis font terbaca dengan jelas
Bahasa	12	Desain serasi, kreatif, dan menarik
	13	Bahasa yang digunakan mudah dipahami dan komunikatif
	14	Bahasa yang digunakan sesuai dengan PUEBI

**Tabel 3.** Instrumen Validasi oleh Ahli Materi

Aspek	No.	Indikator
Materi	1	Materi yang dimuat sesuai dengan capaian pembelajaran kurikulum merdeka
	2	Materi yang dimuat sesuai dengan tujuan pembelajaran
	3	Materi yang disajikan terstruktur dan sistematis
	4	Persamaan matematis yang disajikan sesuai dengan konsep fisika
	5	Mengaitkan pengaplikasian materi dengan isu pencemaran lingkungan
	6	Penyajian kegiatan pembelajaran dalam modul sudah terintegrasi STEM
Penyajian	7	Peta konsep yang disajikan menggambarkan pokok materi yang dipaparkan dalam modul
	8	Materi yang disajikan bersumber dari berbagai referensi terpercaya
	9	Gambar dan video yang disajikan sesuai dengan materi pembahasan
	10	Rangkuman yang disajikan menggambarkan garis besar pemaparan materi
	11	Penyajian diskusi kelompok dapat meningkatkan pemahaman peserta didik
Pendekatan STEM	12	Penyajian evaluasi dapat membantu mengetahui tingkat pemahaman peserta didik
	13	Kesesuaian penyajian modul dengan proses sains (Science)
	14	Kesesuaian penyajian modul dengan menggunakan teknologi ( <i>Technology</i> )
	15	Kesesuaian penyajian modul dengan aplikasi dari teknologi ( <i>Engineering</i> )
	16	Kesesuaian penyajian modul dengan menggunakan hitungan matematis ( <i>Mathematics</i> )
Bahasa	17	Bahasa yang digunakan mudah dipahami dan komunikatif

**Tabel 4.** Instrumen Validasi oleh Ahli Pembelajaran

Aspek	No.	Indikator
Penyajian Materi	1	Materi yang dimuat sesuai dengan capaian pembelajaran kurikulum merdeka
	2	Materi yang dimuat sesuai dengan tujuan pembelajaran
	3	Persamaan matematis yang disajikan sesuai dengan konsep fisika
Karakteristik STEM	4	Penyajian modul berfokus pada isu dan permasalahan dunia nyata
	5	Pembelajaran STEM pada modul dipandu oleh <i>engineering design process</i>
	6	Pembelajaran STEM pada modul melibatkan peserta didik pada <i>hands-on activity</i> dan <i>open ended exploration</i>
	7	Pembelajaran STEM pada modul melibatkan peserta didik pada kerja kelompok yang produktif
	8	Pembelajaran STEM pada modul menerapkan konten matematika dan sains yang tepat dalam pembelajaran
Penilaian Pembelajaran	9	Soal yang disajikan mendukung capaian dan tujuan pembelajaran
Bahasa	10	Bahasa yang digunakan mudah dipahami dan komunikatif

Aspek	No.	Indikator
	11	Bahasa yang digunakan sesuai dengan PUEBI

Setelah tahap uji validasi oleh para ahli selesai, modul elektronik yang telah selesai dikembangkan berdasarkan saran ahli selanjutnya peneliti melakukan uji coba kepada peserta didik berdasarkan instrumen seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Instrumen Uji Coba Produk

Aspek	No.	Indikator
Penyajian	1	Petunjuk penggunaan modul disampaikan dengan jelas
	2	Tampilan modul menarik
	3	Penggunaan font dan ukuran huruf dapat dibaca dengan jelas
	4	Bahasa yang digunakan mudah dipahami dan komunikatif
	5	Modul mudah dioperasikan dan praktis
Isi Modul	6	Materi yang disajikan mampu membantu dalam meningkatkan pemahaman
	7	Tampilan gambar dan video yang disajikan menarik dan mendukung pemahaman konsep
	8	Tampilan gambar dan video yang disajikan menarik dan mendukung pemahaman konsep
	9	Adanya evaluasi dapat mengukur penguasaan materi secara mandiri
Ketertarikan Penggunaan	10	Modul elektronik physure mampu memotivasi untuk belajar secara mandiri
	11	Ketertarikan menggunakan modul physure berbasis STEM

**KESIMPULAN**

Penelitian dan pengembangan (R&D) ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah modul elektronik fisika berbasis STEM yang dikaitkan dengan isu pencemaran lingkungan. Modul yang diberi nama *Physure* ini didesain menggunakan aplikasi Canva dan memuat materi fisika, yaitu pengukuran yang terdiri atas besaran, satuan, dimensi, angka penting, notasi ilmiah, dan alat pengukuran. Mengaitkan isu pencemaran lingkungan dalam pembelajaran fisika khususnya pada materi pengukuran dapat mendorong peserta didik dalam memecahkan masalah dengan menerapkan pengetahuan dan memanfaatkan teknologi sebagai bentuk kepedulian serta kontribusi dalam peningkatan mutu lingkungan secara bertanggung jawab.

**REFERENCES**

Astuti, K. R. (2019). Infrastruktur Dan Teknologi Dorong Kemajuan Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah. *Forum Mamajemen*, 17(2), 71–86.

Budhiawan, A., Susanti, A., & Hazizah, S. (2022). Analisis Dampak Pencemaran Lingkungan Terhadap Faktor Sosial dan Ekonomi pada Wilayah Pesisir di Desa Bagan Kuala Kecamatan Tanjung Beringin Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 240–249.

Cholilah, M., Tatuwo, A. G. P., Komariah, & Rosdiana, S. P. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Dalam Satuan Pendidikan Serta Implementasi Kurikulum Merdeka Pada Pembelajaran Abad 21. *Sanskara Pendidikan Dan Pengajaran*, 1(02), 56–67.

Dwipa, N. M. S. (2022). Meta-Analysis Optimalisasi Kualitas Pembelajaran Matematika Dengan Integrasi STEM. *Jurnal Dervat*, 9(2), 182–191.

Fitriani, R., Astalini, & Kurniawan, D. A. (2021). Studi Eksploratif: Pengembangan Modul Elektronik Pada Mata Kuliah Fisika Matematika I. *Al Ulum Sains Dan Teknologi*, 7(1), 44–51.

Herwina, R., Husnita, L., & Junaidi, J. K. (2023). Pengembangan E-Modul Berbantuan Sigil Software Pada Mata Pelajaran Sejarah di Tingkat SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 20292–20300.

Kahar, M. I., Cika, H., Afni, N., & Wahyuningsih, N. E. (2021). Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0 Menuju Era Society 5.0 Di Masa Pandemi Covid 19. *Jurnal Studi Ilmu Pengetahuan Sosial*, 2(1).

Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi Revolusi Industry 4.0. *Seminar Nasional Pascasarjana*, 454–460.

Parwati, G. A. P. U., Rapi, N. K., & Rachmawati, D. O. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Sikap Ilmiah Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 10(1), 49–60.

Zahwa, F. A., & Imam, S. (2022). Pemilihan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Ekonomi*, 19(1), 61–78.