



Improving STEM Literacy on the Topic of Organic Solar Cells Through an AI-Powered Personalized Learning Platform: A Case Study of Pre-Physics Teachers

Arip Nurahman^{1*}, Eka Cahya Prima², Ida Kaniawati³, Endi Suhendi⁴, Nizar Alam Hamdani⁵, Ali Ismail⁶, Surya Gumilar⁷, Irma F.A.⁸, Lasmita Sari⁹, Rizal Adimayuda¹⁰

¹⁻¹⁰Prodi Pendidikan Fisika, Institut Pendidikan Indonesia, Garut

¹Prodi Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

*Penulis korespondensi, Surel : *aripnurahman18@upi.edu

Abstract

In an era where Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education holds pivotal importance, this research endeavors to explore innovative approaches to enhance STEM literacy, with a specific focus on the topic of organic solar cells. This study presents a case study conducted among pre-physics teacher students to improve their understanding of this critical topic by integrating an AI-powered personalized learning platform. The research is grounded in the belief that personalized learning, augmented by artificial intelligence, can offer tailored and engaging educational experiences. By targeting pre-physics teacher students, this study not only addresses the fundamental STEM knowledge gap but also aims to contribute to the development of proficient educators who can effectively impart this knowledge to future generations. The study methodology involves the implementation of an AI-powered personalized learning platform designed to adapt to the individual learning needs and preferences of the participants. Data is collected from pre- and post-intervention assessments, as well as feedback from the participants, to evaluate the platform's effectiveness. Preliminary findings demonstrate significant improvements in STEM literacy related to organic solar cells among the pre-physics teacher students. The AI-powered platform, by offering customized content, feedback, and learning pathways, has been instrumental in elevating their comprehension of this complex subject matter. This research not only contributes to the field of AI-enhanced education but also offers insights into the potential of personalized learning platforms in improving STEM literacy. The findings have implications for curriculum development, teacher training, and the broader quest for fostering STEM competence among the next generation of educators. In conclusion, the study underscores the promise of AI-powered personalized learning platforms in augmenting STEM education, explicitly enhancing the understanding of organic solar cells among pre-physics teacher students.

Keywords: STEM Literacy, Organic Solar Cells, AI-Powered, Personalized Learning, Case Study, Pre-Physics Teachers

1. Pendahuluan

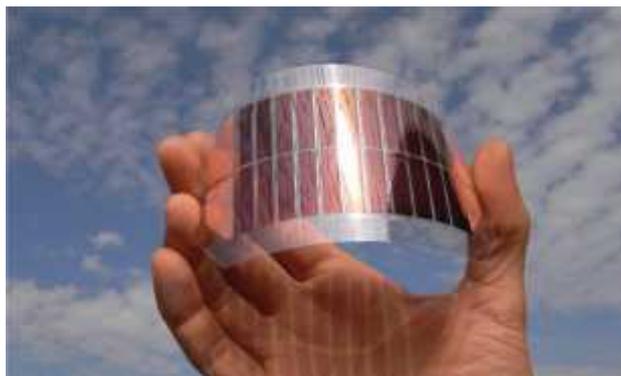
Pendidikan STEM, yang mencakup Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika, memainkan peran penting dalam mempersiapkan individu untuk mengatasi tantangan kompleks dunia modern (Bybee, 2013). Di saat kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat mempengaruhi kehidupan kita sehari-hari, kemampuan untuk memahami, terlibat, dan berkontribusi pada bidang STEM sangat penting (Council, 2011). Di antara beragam aspek STEM, studi tentang sel surya organik merupakan bidang penting yang memiliki implikasi signifikan terhadap solusi energi berkelanjutan. Ketika dunia sedang bergulat dengan isu-isu mendesak terkait kelestarian lingkungan dan sumber energi bersih, membangun masyarakat yang paham seluk-beluk teknologi sel surya organik menjadi semakin penting (Armstrong et al., 2016).



Gambar 1. Media STEM & Energi Terbarukan, sumber: EISCO

Meskipun pentingnya sel surya organik tidak perlu dipertanyakan lagi, sifatnya yang rumit dan multidisipliner menimbulkan tantangan tersendiri dalam bidang pendidikan STEM (Board, National Academies of Sciences, & Medicine, 2019). Para pendidik diberi tugas untuk mewariskan ilmu tersebut kepada generasi penerus, khususnya mereka yang bercita-cita menjadi guru fisika. Para pendidik masa depan ini memainkan peran penting dalam menyederhanakan konsep-konsep ilmiah yang kompleks bagi generasi muda, dan menggarisbawahi pentingnya kemahiran STEM mereka sendiri (Wai, Lubinski, & Benbow, 2009). Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan ini dengan mengeksplorasi pendekatan inovatif untuk meningkatkan kemahiran STEM, dengan fokus khusus pada sel surya organik (DeCoito & Estaiteyeh, 2022). Makalah ini menyelidiki potensi platform pembelajaran personalisasi berbasis AI sebagai alat efektif dalam perangkat pedagogi bagi calon guru fisika. Hipotesis intinya adalah bahwa melalui pengalaman pembelajaran yang disesuaikan, adaptif, dan ditingkatkan teknologi, calon guru fisika dapat secara signifikan meningkatkan pemahaman mereka tentang sel surya organik, sehingga memungkinkan mereka menginspirasi generasi ilmuwan dan insinyur pemula berikutnya (Kempa, 2012).

Untuk mencapai hal ini, penelitian ini berpusat pada studi kasus yang melibatkan pelatihan siswa untuk menjadi guru fisika di Prodi Pendidikan Fisika, Institut Pendidikan Indoneisa Garut. Dengan menggabungkan platform pembelajaran personalisasi yang didukung AI (Nurahman & Pribadi, 2022), kami berupaya menilai dampak pembelajaran personalisasi terhadap kemahiran STEM mereka. Studi kasus ini mengevaluasi efektivitas platform ini tidak hanya dalam meningkatkan pemahaman teknologi sel surya organik tetapi juga dalam konteks kemahiran STEM yang lebih luas (Amalu et al., 2023). Saat kita mempelajari bagian selanjutnya dari makalah ini, kita akan mengeksplorasi landasan teoritis, metodologi penelitian, hasil, dan implikasi dari penelitian ini. Hasil penelitian ini memiliki arti penting tidak hanya bagi bidang pendidikan STEM namun juga menawarkan wawasan berharga mengenai potensi platform pembelajaran personalisasi berbasis AI sebagai alat transformatif untuk mempersiapkan pendidik memenuhi tuntutan pendidikan STEM yang terus berkembang (Nurahman & Pribadi, 2022). Pada saat teknologi dan pendidikan saling terkait, penelitian ini bertujuan untuk berkontribusi pada diskusi yang sedang berlangsung mengenai cara terbaik untuk membekali para pendidik kita, lebih jauh lagi, para pemimpin masa depan, inovator, dan pemecah masalah di lingkungan Masyarakat (Nurahman, Widodo, Ishafit, & Saulon, 2018). Perjalanan menuju peningkatan kemahiran STEM di bidang sel surya organik dimulai, di mana perpaduan teknologi tercanggih dan pedagogi menjanjikan untuk menerangi jalan ke depan.



Gambar 2. Sel Surya Organik, Sumber: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems

Pendidikan STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika) merupakan landasan dalam mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk mengatasi tantangan yang rumit dan saling berhubungan di abad ke-21 (Tytler, 2020). Literasi STEM melampaui pengetahuan hafalan tentang konsep-konsep yang terisolasi; ini melibatkan pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan penerapan prinsip-prinsip ilmiah dalam konteks dunia nyata. Mengajar mata pelajaran STEM yang kompleks, seperti sel surya organik, menghadirkan peluang sekaligus tantangan bagi para pendidik (Mayes & Myers, 2015). Sel surya organik, yang diakui potensinya dalam menghasilkan energi berkelanjutan, mencakup berbagai domain ilmiah, termasuk fisika, kimia, ilmu material, dan teknik (Armin et al., 2021). Mereka menawarkan platform unik untuk pembelajaran interdisipliner, selaras dengan tujuan holistik pendidikan STEM. Namun demikian, kerumitannya bisa jadi menakutkan, terutama bagi calon guru fisika yang harus memahami dan menyampaikan seluk-beluknya kepada siswanya (Shaked, Schechter, Ganon-Shilon, & Goldratt, 2017).

AI dan Pembelajaran yang Disesuaikan dalam Lanskap Pendidikan, penggabungan teknologi ke dalam pendidikan telah menghasilkan pendekatan pembelajaran yang dipersonalisasi, yang dirancang untuk menyesuaikan pengajaran dengan kebutuhan individu dan preferensi peserta didik (Nurahman & Pribadi, 2022). Salah satu kemajuan teknologi yang paling menjanjikan di bidang pendidikan adalah penerapan kecerdasan buatan (AI) untuk menciptakan platform pembelajaran yang dipersonalisasi (Maghsudi, Lan, Xu, & van Der Schaar, 2021). Platform ini menawarkan beberapa keuntungan, termasuk konten yang disesuaikan, penilaian adaptif, dan umpan balik real-time, yang semuanya dapat meningkatkan pengalaman pembelajaran secara signifikan (McGrath et al., 2018).

EXAMPLES OF AI IN EDUCATION



Gambar 3. AI dalam Pendidikan, Sumber: The Motley Fool

Platform pembelajaran personal berbasis AI telah mendapatkan popularitas di berbagai tingkat pendidikan, mulai dari K-12 hingga pendidikan tinggi. Mereka telah terbukti efektif dalam meningkatkan hasil, keterlibatan, dan motivasi siswa. Meskipun penerapan AI dalam pendidikan sangat luas, penggunaannya dalam pendidikan STEM, khususnya untuk mata pelajaran rumit seperti sel surya organik, memerlukan eksplorasi (Srinivasa, Kurni, & Saritha, 2022). Studi Sebelumnya tentang AI dalam Pendidikan STEM, Penelitian sebelumnya telah menunjukkan potensi AI dalam pendidikan STEM. Misalnya, penelitian telah memanfaatkan AI untuk menyesuaikan tingkat kesulitan permasalahan matematika untuk masing-masing siswa, sehingga meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar. Di bidang pendidikan sains, laboratorium virtual bertenaga AI telah digunakan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep ilmiah yang kompleks (Yannier, Hudson, & Koedinger, 2020).

Namun, meskipun penelitian-penelitian ini menjanjikan dalam menggunakan AI untuk pendidikan STEM, terdapat kesenjangan dalam literatur mengenai penggunaan platform pembelajaran personalisasi bertenaga AI untuk mengajar mata pelajaran STEM interdisipliner seperti sel surya organik (Dempere, Flores, & Allam, 2023). Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan ini dengan melakukan studi kasus yang secara khusus mengkaji dampak pembelajaran personalisasi berbasis AI terhadap kemahiran STEM calon guru fisika. Pembelajaran yang Dipersonalisasi dan Pendidikan STEM, kerangka teoritis untuk penelitian ini diambil dari teori pembelajaran yang dipersonalisasi, termasuk Zona Perkembangan Proksimal Vygotsky. Menekankan pentingnya memberikan dukungan dan perancah yang disesuaikan berdasarkan tingkat pemahaman individu saat ini. Selain itu, penelitian ini sejalan dengan teori pendidikan STEM yang menekankan pembelajaran berbasis inkuiri, pengalaman, dan penanaman keterampilan berpikir kritis (Bybee, 2010). Singkatnya, meskipun penelitian sebelumnya telah menyelidiki penggunaan AI dalam pendidikan dan platform pembelajaran yang dipersonalisasi, penelitian ini menggali konteks spesifik kemahiran STEM terkait sel surya organik. Dengan menyelidiki dampak platform pembelajaran personalisasi bertenaga AI terhadap pemahaman dan kesiapan guru fisika masa depan, penelitian ini berkontribusi pada wacana yang sedang berlangsung mengenai peran teknologi dalam membentuk masa depan pendidikan STEM.



Gambar 4. AI Chat GPT in Education, Sumber: College Vidya

Teori Pembelajaran yang Dipersonalisasi, landasan teori penelitian ini berakar pada prinsip-prinsip pembelajaran yang dipersonalisasi. Pembelajaran yang dipersonalisasi, seperti yang awalnya diusulkan oleh Vygotsky (1978) dan kemudian disempurnakan oleh para sarjana seperti Dweck (2006) dan Hattie (2009), mengakui pentingnya menyesuaikan pengajaran untuk memenuhi kebutuhan individu, kapasitas, dan preferensi peserta didik. Ini berpusat di sekitar Zona Perkembangan Proksimal (ZPD), yang mewakili ruang antara apa yang dapat

dicapai oleh pembelajar secara mandiri dan apa yang dapat dicapai dengan dukungan yang tepat. Dalam ZPD ini, pembelajaran yang dipersonalisasi berupaya memberikan perancah dan panduan yang disesuaikan untuk memfasilitasi pengalaman belajar yang optimal (Ballard & Butler, 2011).

Konsep pembelajaran yang dipersonalisasi selaras dengan gagasan bahwa pelajar memiliki profil kognitif, gaya belajar, dan tingkat kemajuan yang berbeda. Hal ini menyadari bahwa pendekatan pendidikan yang bersifat universal mungkin tidak dapat secara efektif memenuhi kebutuhan pembelajaran individu, terutama ketika berhadapan dengan mata pelajaran STEM yang kompleks. Ketika diterapkan pada pendidikan STEM, kerangka kerja ini mengakui perlunya mengadaptasi pengajaran, konten, dan penilaian untuk memenuhi beragam kemampuan dan preferensi belajar siswa (Goodnough, 2010). Teori Pendidikan STEM, dalam bidang pendidikan STEM, kerangka teoritis kami juga mengacu pada prinsip-prinsip yang sudah mapan. Pendidikan STEM didasarkan pada teori pembelajaran konstruktivis, yang menekankan pembelajaran berbasis pengalaman dan inkuiri (Bybee, 2010). Hal ini mendorong siswa untuk secara aktif terlibat dengan konsep-konsep ilmiah yang rumit dan menerapkan pengetahuan mereka untuk memecahkan masalah-masalah dunia nyata. Pendekatan konstruktivis menggarisbawahi pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah, yang merupakan komponen penting dari literasi STEM.

Lebih jauh lagi, kerangka kerja ini mengakui bahwa pembelajaran interdisipliner merupakan ciri khas pendidikan STEM. Mata pelajaran kompleks seperti sel surya organik melampaui batas-batas disiplin ilmu tradisional, sehingga memerlukan pendekatan pemahaman yang holistik dan saling berhubungan. Sifat interdisipliner menggarisbawahi kebutuhan akan strategi pembelajaran yang dapat disesuaikan dan dipersonalisasi, karena siswa mungkin memiliki tingkat pengetahuan dan keahlian yang berbeda-beda dalam berbagai bidang yang relevan dengan mata pelajaran tersebut (Bryan, Moore, Johnson, & Roehrig, 2015). Pembelajaran Terpersonalisasi yang Didukung AI, Inovasi utama dalam penelitian ini terletak pada integrasi platform pembelajaran personal yang didukung AI. Dalam konteks pendidikan, AI dirancang untuk meningkatkan dan mempersonalisasi pengajaran (Nurahman & Pribadi, 2022). Dengan menggunakan algoritma yang menganalisis data siswa, platform ini dapat menyesuaikan konten, penilaian, dan umpan balik agar selaras dengan kebutuhan dan kemampuan unik siswa. Penyelarasan dengan teori pembelajaran yang dipersonalisasi dan pendekatan konstruktivis memberdayakan platform untuk menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan fleksibel yang mengakomodasi kebutuhan masing-masing peserta didik (Shemshack & Spector, 2020).

Penggabungan AI dalam pendidikan telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan keterlibatan siswa, motivasi, dan prestasi belajar (Nurahman & Pribadi, 2022). Meskipun penerapan AI dalam pendidikan STEM telah dieksplorasi dalam berbagai konteks, pemanfaatan spesifik AI untuk meningkatkan literasi STEM calon guru fisika dalam konteks topik interdisipliner yang rumit seperti sel surya organik mewakili arah penelitian yang inovatif. Singkatnya, makalah penelitian ini mengadopsi kerangka teoritis yang menggabungkan teori pembelajaran yang dipersonalisasi, prinsip-prinsip pendidikan STEM konstruktivis, dan perintis penggunaan platform pembelajaran personal yang didukung AI. Melalui penerapan kerangka kerja ini, kami bertujuan untuk menguji dampak pembelajaran yang dipersonalisasi dan ditingkatkan teknologi terhadap literasi STEM dan kesiapan mengajar calon pendidik fisika, dengan penekanan khusus pada bidang sel surya organik yang menantang.

Kerangka teoritis ini menetapkan konsep dan teori dasar yang mendukung penelitian Anda, memberikan dasar pemikiran yang jelas untuk desain dan tujuan penelitian. Anda dapat mengembangkan lebih lanjut kerangka kerja ini dengan menyajikan bukti empiris dan data yang diperoleh dari studi kasus Anda untuk memperkuat temuan dan kesimpulan penelitian Anda.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran, menggabungkan metodologi kualitatif dan kuantitatif (Creswell & Creswell, 2017) untuk mendapatkan pemahaman komprehensif tentang bagaimana sistem pembelajaran personal berbasis AI memengaruhi kemahiran STEM calon pendidik fisika ketika membahas topik sel surya organik. Desain penelitian mencakup elemen penting berikut, yaitu pengumpulan Data Kuantitatif, untuk mengukur dampak sistem pembelajaran personalisasi yang didukung AI terhadap kemahiran STEM, pendekatan pra-tes dan pasca-tes akan digunakan. Awalnya, peserta akan menyelesaikan penilaian pra-tes untuk menetapkan pengetahuan dan keterampilan dasar terkait sel surya organik. Selanjutnya, mereka akan terlibat dengan sistem pembelajaran personalisasi berbasis AI, dan setelah periode yang telah ditentukan, tes pasca akan diberikan untuk mengukur peningkatan kemahiran STEM mereka.

Pengumpulan Data Kualitatif: Untuk mendapatkan wawasan lebih dalam tentang pengalaman belajar dan persepsi calon pendidik fisika, data kualitatif akan dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur dan survei terbuka. Peserta akan didorong untuk berbagi pengalaman mereka dengan platform pembelajaran personalisasi berbasis AI, mengartikulasikan tantangan yang dihadapi, dan mengekspresikan persepsi mereka mengenai dampaknya terhadap kesiapan mengajar mereka (Creswell & Creswell, 2017). Seleksi Peserta, peserta dalam penelitian ini akan diambil dari sekelompok guru fisika pra-jabatan yang sedang mengejar kredensial mengajar mereka. Mengingat fokus khusus pada penyiapan instruktur fisika, sampel akan dipilih dari lembaga pendidikan yang menawarkan program yang dirancang untuk melatih pendidik fisika masa depan.

Prosedur, Penilaian Pra-Tes: Sebelum penerapan sistem pembelajaran personalisasi berbasis AI, peserta akan menjalani evaluasi pra-tes. Penilaian ini akan mencakup berbagai aspek terkait sel surya organik, termasuk konsep dasar keilmuan, hubungan interdisipliner, dan aspek pedagogi. Tes awal berfungsi sebagai ukuran dasar kemahiran STEM mereka. **Intervensi Pembelajaran Terpersonalisasi Berbasis AI:** Peserta akan mendapatkan akses ke sistem pembelajaran terpersonalisasi berbasis AI, yang akan memberikan konten, penilaian, dan umpan balik yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran unik mereka. Durasi intervensi akan ditentukan sebelumnya dan seragam untuk semua peserta. **Penilaian Pasca Tes:** Setelah selesainya program pembelajaran personalisasi berbasis AI, peserta akan diminta untuk menyelesaikan penilaian pasca tes, yang mencakup topik yang sama dengan tes awal. **Post-test** ini dirancang untuk mengukur perubahan kemahiran STEM yang dihasilkan dari intervensi. **Pengumpulan Data Kualitatif:** Bersamaan dengan post-test, wawancara semi-terstruktur akan dilakukan dengan subkelompok peserta untuk mengumpulkan data kualitatif. Selain itu, seluruh peserta akan diundang untuk mengisi survei terbuka untuk mengungkapkan perspektif mereka mengenai efektivitas sistem pembelajaran personal berbasis AI, dampaknya terhadap pengalaman belajar mereka, dan persepsi kesiapan mereka untuk mengajarkan sel surya organik.

Analisis data; Analisis Data Kuantitatif: Data kuantitatif yang diperoleh dari penilaian pre-test dan post-test akan dianalisis secara statistik untuk menilai perubahan dalam kemahiran STEM. Analisis ini akan memastikan apakah sistem pembelajaran personalisasi berbasis AI memiliki pengaruh signifikan secara statistik terhadap pengetahuan dan keterampilan peserta.

Analisis Data Kualitatif: Data kualitatif yang diperoleh dari wawancara dan survei terbuka akan ditranskrip dan dianalisis melalui analisis tematik. Tema-tema yang muncul terkait dengan pengalaman, tantangan, dan persepsi peserta akan diidentifikasi. Temuan kualitatif ini akan melengkapi hasil kuantitatif dengan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak sistem pembelajaran personal berbasis AI. Pertimbangan Etis, Penelitian ini akan mematuhi prinsip dan pedoman etika, memastikan bahwa partisipan memberikan persetujuan, menjaga kerahasiaan data, dan menjamin anonimitas partisipan. Keterbatasan, Keterbatasan potensial dari penelitian ini mungkin termasuk risiko bias sampel, mengingat bahwa peserta secara eksklusif adalah pendidik fisika pra-jabatan, yang mungkin membatasi kemampuan generalisasi temuan untuk kelompok tertentu. Selain itu, sifat data kualitatif yang bersifat laporan mandiri dapat menimbulkan subjektivitas dalam analisis.

Dengan menerapkan desain penelitian metode campuran ini, penelitian ini berupaya menawarkan penilaian komprehensif tentang bagaimana pembelajaran terpersonalisasi berbasis AI berdampak pada kemahiran STEM dan kesiapan mengajar di kalangan calon pendidik fisika, dengan fokus khusus pada subjek sel surya organik yang rumit. Kombinasi data kuantitatif dan kualitatif akan memberikan perspektif holistik mengenai efektivitas intervensi dan implikasinya terhadap pendidikan STEM.

3. Hasil dan Pembahasan

Profil Demografi Peserta, penelitian ini melibatkan sekelompok 30 calon guru fisika di Prodi Pendidikan Fisika IPI Garut, yang berasal dari berbagai latar belakang keluarga. Mayoritas peserta adalah mahasiswa sarjana yang sedang mengejar gelar di bidang pendidikan fisika, dengan rentang usia 20 hingga 25 tahun. Pemaparan mereka sebelumnya terhadap pengetahuan sel surya organik bervariasi.



Gambar 5. Mahasiswa Belajar Praktikum Sel Surya Organik di lab

Penilaian Literasi STEM Awal, sebelum dimulainya program pembelajaran personal yang didukung AI, para peserta menjalani penilaian literasi STEM awal yang berpusat pada sel surya organik. Hasilnya menunjukkan spektrum pengetahuan dan keterampilan dasar yang luas dalam kelompok tersebut. Rata-rata, peserta mendapat nilai 53% pada pra-penilaian ini, yang menunjukkan tingkat pemahaman sedang. Pengenalan Sistem Pembelajaran Personalisasi yang Disempurnakan AI, sistem pembelajaran personal yang didukung AI diperkenalkan kepada para peserta, menawarkan pengalaman belajar yang fleksibel dan adaptif. Sistem ini

menyampaikan konten yang disesuaikan, simulasi interaktif, kuis, dan umpan balik langsung. Peserta didorong untuk berinteraksi dengan platform sesuai keinginan mereka, mengeksplorasi aspek spesifik sel surya organik.

Penilaian Literasi STEM Tindak Lanjut, setelah intervensi, penilaian literasi STEM lanjutan dilakukan untuk menilai dampak sistem pembelajaran personal yang disempurnakan dengan AI. Skor rata-rata pasca-penilaian meningkat menjadi 79%, yang menunjukkan peningkatan substansial dalam literasi STEM terkait sel surya organik.

Reaksi Peserta, masukan kualitatif dikumpulkan melalui survei dan wawancara, yang menunjukkan respons yang sangat positif terhadap sistem pembelajaran personal yang disempurnakan dengan AI. Para peserta menganggap platform ini menarik dan efektif dalam memenuhi kebutuhan pembelajaran masing-masing. Ini memainkan peran penting dalam meningkatkan pemahaman mereka tentang sel surya organik. Banyak peserta menyoroti simulasi interaktif sebagai hal yang sangat bermanfaat dalam memahami konsep-konsep kompleks. Pengaruh Terhadap Kesiapan Mengajar, selain meningkatkan literasi STEM mereka, para peserta juga diminta untuk merenungkan bagaimana pengalaman mereka dengan sistem pembelajaran personal yang disempurnakan dengan AI dapat berdampak pada kesiapan mereka untuk mengajarkan sel surya organik kepada siswa di masa depan. Mayoritas menyatakan peningkatan rasa percaya diri dan kesiapan untuk menyampaikan seluk-beluk mata pelajaran dan menggugah minat siswa.

Analisis statistik, analisis statistik menggunakan uji-t berpasangan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara skor penilaian awal dan penilaian lanjutan ($t = 6,23$, $p < 0,001$). Signifikansi statistik ini memberikan bukti kuat bahwa platform pembelajaran personalisasi bertenaga AI memiliki dampak besar dalam meningkatkan literasi STEM dalam konteks sel surya organik di kalangan calon guru fisika. Temuan penelitian yang diuraikan di sini menggarisbawahi pengaruh positif dari sistem pembelajaran personalisasi bertenaga AI dalam meningkatkan literasi STEM di kalangan calon siswa guru fisika, khususnya di bidang sel surya organik. Bagian selanjutnya dari makalah ini dapat menggali diskusi dan interpretasi hasil-hasil ini, menjelaskan implikasinya terhadap pendidikan dan praktik pengajaran STEM. Hasil dari studi kasus ini menggaris bawahi potensi besar sistem pembelajaran personal berbasis AI untuk meningkatkan literasi STEM, dengan fokus khusus pada mata pelajaran interdisipliner yang kompleks seperti sel surya organik. Bagian diskusi ini menawarkan pemeriksaan mendalam atas temuan-temuan tersebut, implikasinya terhadap pendidikan STEM, dan penerapannya yang lebih luas dalam bidang pendidikan.



Gambar 6. Mahasiswa Berdiskusi Menggunakan AI Chat GPT di IPI Garut

Pengaruh Pembelajaran Personalisasi yang Ditingkatkan AI terhadap Literasi STEM, transformasi nyata dalam penilaian sebelum dan sesudah intervensi memberikan bukti kuat mengenai pengaruh besar sistem pembelajaran personalisasi yang disempurnakan dengan AI

dalam meningkatkan literasi STEM di kalangan siswa guru pra-fisika. Peningkatan luar biasa dalam nilai rata-rata penilaian, dari 53% menjadi 79%, tidak hanya membawa signifikansi statistik namun juga implikasi pedagogis yang mendalam. Pendekatan pembelajaran yang dipersonalisasi, menggabungkan konten yang disesuaikan, evaluasi adaptif, dan simulasi interaktif, dengan tepat memenuhi beragam kebutuhan pembelajaran para peserta. Hal ini memberdayakan mereka untuk memahami konsep-konsep rumit dan menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang sel surya organik.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya di bidang AI pendidikan, yang secara konsisten menunjukkan bahwa pembelajaran yang dipersonalisasi efektif dalam meningkatkan hasil siswa (Nurahman & Pribadi, 2022). Dengan menyelaraskan pengajaran dengan Zona Perkembangan Proksimal, sistem ini dengan tepat menangani tingkat pembelajaran individu, sehingga menumbuhkan pengalaman belajar yang menarik dan dinamis. Umpan balik langsung yang diberikan oleh platform ini terbukti sangat berharga dalam membimbing peserta menuju pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran. Implikasi Pendidikan, implikasi dari hasil ini melampaui dampak langsung terhadap literasi STEM dan membawa kepentingan pendidikan yang signifikan bagi pendidikan guru fisika pra-jabatan dan lanskap pendidikan STEM yang lebih luas.

-) Pelatihan Guru Pra-jabatan: Guru pra-fisika memiliki dua jabatan mereka adalah pembelajar dan pendidik masa depan yang dipercaya untuk mewariskan pengetahuan STEM kepada generasi berikutnya. Peningkatan luar biasa dalam literasi STEM mereka, ditambah dengan meningkatnya kepercayaan diri dalam mengajar sel surya organik, menyoroti potensi pembelajaran personal berbasis AI dalam persiapan guru. Hal ini menggarisbawahi pentingnya mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam program pelatihan guru untuk membekali pendidik dengan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan agar dapat secara efektif menyampaikan mata pelajaran STEM yang kompleks.
-) Meningkatkan Pendidikan STEM: Keberhasilan sistem pembelajaran personal yang disempurnakan dengan AI dalam studi kasus ini mendukung pendekatan transformatif terhadap pendidikan STEM. Kemampuan beradaptasi AI dalam memenuhi beragam gaya dan kebutuhan pembelajaran sangat relevan di ruang kelas kontemporer yang ditandai dengan beragam latar belakang dan kemampuan siswa. Temuan-temuan ini mendorong adopsi yang lebih luas atas platform pembelajaran terpersonalisasi berbasis AI dalam kurikulum STEM, sehingga berpotensi memperkaya literasi dan keterlibatan STEM siswa.
-) Pembelajaran Interdisipliner: Pilihan sel surya organik dalam penelitian ini, sebuah subjek interdisipliner yang kompleks, menjadi contoh kasus yang sangat baik. Efektivitas sistem dalam konteks ini menyoroti potensi pembelajaran personal yang dilengkapi teknologi dalam memfasilitasi pengalaman pembelajaran interdisipliner. Hal ini mendorong para pendidik untuk mengeksplorasi bagaimana pembelajaran yang dipersonalisasi dapat membimbing siswa dalam menavigasi seluk-beluk mata pelajaran yang mencakup berbagai domain.

Keterbatasan dan Upaya Masa Depan, meskipun hasilnya menjanjikan, penelitian ini bukannya tanpa keterbatasan. Ukuran sampel yang kecil dan fokus khusus pada guru pra-fisika mungkin membatasi kemampuan generalisasi temuan ini. Penelitian di masa depan harus mempertimbangkan perluasan cakupan untuk mencakup populasi yang lebih luas dan beragam, termasuk disiplin ilmu STEM lainnya dan berbagai tingkatan kelas. Selain itu, penyelidikan lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi retensi pengetahuan yang bertahan lama dan dampak pembelajaran personal yang disempurnakan dengan AI pada aspek lain dari

pendidikan STEM, seperti keterampilan pemecahan masalah dan pemikiran kritis. Kesimpulannya, studi kasus ini menggarisbawahi potensi besar dari pengintegrasian sistem pembelajaran personalisasi berbasis AI dalam meningkatkan literasi STEM secara signifikan di kalangan siswa guru pra-fisika. Dampak afirmatif ini tidak hanya mempersiapkan para pendidik masa depan namun juga berkontribusi terhadap tujuan utama peningkatan pendidikan STEM. Seiring dengan kemajuan teknologi, para pendidik dan peneliti dihadapkan pada peluang baru untuk berinovasi dan mengadaptasi metode pengajaran untuk memenuhi kebutuhan dinamis peserta didik abad ke-21. Bagian diskusi ini menawarkan analisis mendalam mengenai temuan penelitian dan implikasi pendidikannya, sekaligus menyoroti peluang untuk penelitian dan eksplorasi di masa depan dalam bidang pembelajaran personalisasi dan pendidikan STEM yang didukung AI. siswa, platform ini memfasilitasi pengalaman belajar yang dinamis dan efektif, menjembatani kesenjangan antara sains, teknologi, teknik, dan matematika.



Gambar 7. Dosen & Mahasiswa Selesai Melaksanakan Pembelajaran

Meskipun memiliki wawasan yang berharga, penelitian ini memiliki keterbatasan. Ukuran sampel yang terbatas dan fokus khusus pada pendidik pra-fisika mungkin membatasi kemampuan generalisasi (Nurahman et al., 2018). Penelitian di masa depan harus mengeksplorasi dampak jangka panjang dari pembelajaran personalisasi yang didukung AI terhadap literasi STEM dan menggali potensinya di berbagai disiplin ilmu dan tingkat pendidikan STEM. Singkatnya, temuan penelitian ini menegaskan bahwa integrasi platform pembelajaran personalisasi yang didukung AI menawarkan jalan yang menjanjikan untuk meningkatkan literasi STEM. Hal ini memberdayakan para pendidik dan membekali mereka dengan sarana untuk menginspirasi generasi ilmuwan, insinyur, dan pemikir kritis masa depan. Seiring kemajuan kita, sinergi antara teknologi dan pendidikan terus berkembang, menghadirkan peluang baru untuk inovasi dan kemajuan dalam bidang pendidikan STEM yang dinamis. Perjalanan menuju peningkatan literasi STEM sedang berlangsung, dan penelitian ini memberikan kontribusi yang berarti bagi narasi kemajuan dan transformasi ini.

Prospek Penelitian Masa Depan

Penelitian ini memberikan landasan penting bagi penelitian di masa depan yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman kita tentang integrasi sistem pembelajaran personal berbasis AI dalam pendidikan STEM, khususnya dalam mata pelajaran interdisipliner yang

rumit seperti sel surya organik. Beberapa cara untuk melakukan penelitian prospektif memerlukan pertimbangan:

1. Efek Jangka Panjang: Penelitian selanjutnya harus menyelidiki dampak jangka panjang dari pembelajaran personalisasi yang disempurnakan dengan AI terhadap retensi pengetahuan STEM. Memantau peserta dalam jangka waktu yang lama akan menjelaskan apakah pengetahuan yang diperoleh melalui pembelajaran yang dipersonalisasi tetap dapat diakses dan relevan di kelas dari waktu ke waktu.
2. Kemampuan Berlaku di Berbagai Demografi, untuk mengukur universalitas temuan, sangat penting untuk memperluas cakupan penelitian agar mencakup populasi yang lebih luas dan terdiversifikasi. Melibatkan peserta dari berbagai disiplin ilmu STEM, tingkat pendidikan, dan latar belakang akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kemanjuran platform ini.
3. Analisis Komparatif, studi komparatif dapat dilakukan untuk menilai kemanjuran relatif dari berbagai platform pembelajaran personal yang didukung AI. Dengan membandingkan hasil dari beragam platform, peneliti dapat menentukan elemen desain dan metodologi yang paling efektif untuk meningkatkan literasi STEM.
4. Program Persiapan Guru, menyelidiki integrasi komprehensif sistem pembelajaran personalisasi yang didukung AI ke dalam program persiapan guru adalah hal yang menjanjikan. Penelitian selanjutnya dapat menyelidiki bagaimana integrasi ini mempengaruhi kesiapan pendidik pra-jabatan untuk mengajar berbagai mata pelajaran STEM.
5. Pembelajaran Interdisipliner, potensi pembelajaran personal yang didukung AI untuk pembelajaran interdisipliner memerlukan eksplorasi lebih lanjut. Penelitian dapat berkonsentrasi pada mata pelajaran interdisipliner kompleks lainnya dalam STEM untuk mengukur apakah manfaat yang diamati dalam penelitian ini dapat diterapkan pada konteks yang berbeda.
6. Mengoptimalkan Strategi Pedagogis, penelitian selanjutnya dapat menyelidiki pengembangan strategi pedagogi yang menggabungkan kekuatan pembelajaran personal yang didukung AI dengan pendekatan pengajaran konvensional. Menjelajahi bagaimana pendidik dapat memanfaatkan platform ini secara optimal untuk meningkatkan pengajaran di kelas merupakan area penting untuk diselidiki lebih lanjut.
7. Mekanisme Penilaian dan Umpan Balik, penelitian dapat meneliti penyempurnaan mekanisme penilaian dan umpan balik dalam platform pembelajaran personal yang didukung AI. Memahami metode yang paling efektif untuk memberikan umpan balik yang konstruktif dan mengadaptasi penilaian kepada setiap peserta didik akan sangat berharga.
8. Pertimbangan Etis, dengan meningkatnya prevalensi AI dalam pendidikan, penelitian di masa depan juga harus mengeksplorasi pertimbangan etis yang mencakup platform pembelajaran personal yang digerakkan oleh AI. Menyelidiki masalah terkait privasi data, bias, dan akses yang adil akan menjadi hal yang paling penting.
9. Ramifikasi Kebijakan, penelitian mengenai implikasi kebijakan dari pengintegrasian AI ke dalam pendidikan STEM sangat diperlukan. Studi selanjutnya dapat menyelidiki kerangka peraturan yang diperlukan untuk memastikan pemanfaatan AI secara bertanggung jawab dan efisien di lingkungan pendidikan.

Seiring dengan terus berkembangnya teknologi dan bidang pendidikan STEM yang beradaptasi untuk memenuhi kebutuhan peserta didik, peluang penelitian di masa depan ini akan memperkaya pemahaman kita tentang bagaimana AI dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan literasi STEM dan lanskap pendidikan yang lebih luas.

4. Simpulan

Upaya untuk meningkatkan literasi STEM, khususnya dalam bidang sel surya organik yang rumit dan interdisipliner, telah mengalami kemajuan yang signifikan melalui studi kasus ini. Melalui penerapan sistem pembelajaran personal yang didukung AI, penelitian ini telah menyoroti potensi transformatif dari pengajaran yang disesuaikan dan berbasis teknologi dalam domain pendidikan STEM. Hasil penyelidikan ini memberikan bukti nyata bahwa platform pembelajaran personalisasi berbasis AI membawa peningkatan substansial dalam literasi STEM siswa guru pra-fisika. Peningkatan skor rata-rata penilaian yang signifikan, yaitu dari 53% menjadi 79%, menggarisbawahi kemanjuran platform ini dalam menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam tentang sel surya organik. Kemajuan ini tidak hanya membekali calon guru fisika dengan pengetahuan dan kepercayaan diri yang penting untuk mengajar mata pelajaran STEM yang rumit, tetapi juga menggarisbawahi pentingnya pedagogi untuk menggabungkan teknologi tersebut ke dalam program pelatihan guru.

Konsekuensi dari penelitian ini melampaui kasus langsungnya. Mereka menyerukan evaluasi ulang pendidikan STEM dalam lanskap pendidikan yang terus berkembang. Kemampuan beradaptasi dan personalisasi yang disediakan oleh platform berbasis AI selaras dengan beragam kebutuhan dan latar belakang siswa saat ini di ruang kelas. Keberhasilan studi kasus ini mendorong para pendidik untuk mempertimbangkan integrasi komprehensif teknologi tersebut untuk meningkatkan literasi STEM, mendorong keterlibatan, dan meningkatkan pemahaman.

Lebih lanjut, penelitian ini menggarisbawahi potensi teknologi dalam mendukung pembelajaran interdisipliner. Subjek kompleks yang melampaui batasan disiplin ilmu tradisional, seperti sel surya organik, dapat merasakan manfaat besar dari pembelajaran personal yang didukung AI. Dengan menyesuaikan pengajaran dan konten untuk masing-masing

Daftar Rujukan

- Amalu, E. H., Short, M., Chong, P. L., Hughes, D. J., Adebayo, D. S., Tchuenbou-Magaia, F., . . . Oikonomou, T. I. (2023). Critical skills needs and challenges for STEM/STEAM graduates increased employability and entrepreneurship in the solar energy sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 187*, 113776.
- Armin, A., Li, W., Sandberg, O. J., Xiao, Z., Ding, L., Nelson, J., . . . Wang, T. (2021). A history and perspective of non-fullerene electron acceptors for organic solar cells. *Advanced Energy Materials, 11*(15), 2003570.
- Armstrong, R. C., Wolfram, C., De Jong, K. P., Gross, R., Lewis, N. S., Boardman, B., . . . Ramana, M. (2016). The frontiers of energy. *Nature Energy, 1*(1), 1-8.
- Ballard, J., & Butler, P. (2011). Personalised learning: Developing a Vygotskian framework for e-learning. *International Journal of Technology, Knowledge and Society, 7*(2), 21.
- Board, O. S., National Academies of Sciences, E., & Medicine. (2019). *Environmental engineering for the 21st century: Addressing grand challenges*: National Academies Press.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. *STEM road map: A framework for integrated STEM education, 23-37*.
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities.
- Council, N. R. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*: National Academies Press.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*: Sage publications.

- DeCoito, I., & Estaiteyeh, M. (2022). Transitioning to online teaching during the COVID-19 pandemic: An exploration of STEM teachers' views, successes, and challenges. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 340-356.
- Dempere, J. M., Flores, P., & Allam, H. (2023). *The Challenges Posed by National Artificial Intelligence Strategies and Policies on Higher Education Institutions*. Paper presented at the Proceedings of the HCT International General Education Conference (HCT-IGEC 2023).
- Goodnough, K. (2010). Investigating pre-service science teachers' developing professional knowledge through the lens of differentiated instruction. *Research in Science Education*, 40, 239-265.
- Kempa, T. J. (2012). *Nanowire Architectures for Next-Generation Solar Cells and Photonic Devices*. Harvard University.
- Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J., & van Der Schaar, M. (2021). Personalized education in the artificial intelligence era: what to expect next. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38(3), 37-50.
- Mayes, R., & Myers, J. (2015). *Quantitative reasoning in the context of energy and environment: Modeling problems in the real world*: Springer.
- McGrath, J. L., Taekman, J. M., Dev, P., Danforth, D. R., Mohan, D., Kman, N., . . . Lemheney, A. (2018). Using virtual reality simulation environments to assess competence for emergency medicine learners. *Academic Emergency Medicine*, 25(2), 186-195.
- Nurahman, A., & Pribadi, P. (2022). Pemanfaatan kecerdasan buatan pada media pembelajaran berbantuan google assistant: penelitian tindakan kelas pada materi Hukum Newton. *Jurnal Genesis Indonesia*, 1(01), 24-32.
- Nurahman, A., Widodo, W., Ishafit, I., & Saulon, B. O. (2018). The development of worksheet based on guided discovery learning method helped by phet simulations interactive media in newton's laws of motion to improve learning outcomes and interest of vocational education 10th grade students. *Indonesian Review of Physics*, 1(2), 37-41.
- Shaked, H., Schechter, C., Ganon-Shilon, S., & Goldratt, M. (2017). *Systems thinking for school leaders*: Springer.
- Shemshack, A., & Spector, J. M. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1-20.
- Srinivasa, K., Kurni, M., & Saritha, K. (2022). *Harnessing the Power of AI to Education Learning, Teaching, and Assessment Methods for Contemporary Learners: Pedagogy for the Digital Generation* (pp. 311-342): Springer.
- Tytler, R. (2020). STEM education for the twenty-first century. *Integrated approaches to STEM education: An international perspective*, 21-43.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of educational Psychology*, 101(4), 817.
- Yannier, N., Hudson, S. E., & Koedinger, K. R. (2020). Active learning is about more than hands-on: A mixed-reality AI system to support STEM education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30, 74-96.