

Perancangan Media Pembelajaran *Augmented Reality* Menggunakan Metode *User Centered Design* pada Topik Energi

Daniel Rinaldi¹, Wisnu Juli Wiono², B. Anggit Wicaksono³, Anggreini⁴

¹Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Lampung, Indonesia

²Pendidikan Biologi, Universitas Lampung, Indonesia

^{3,4}Pendidikan Fisika, Universitas Lampung, Indonesia

e-mail: *¹daniel.rinaldi@fkip.unila.ac.id, ²wisnu.juli@fkip.unila.ac.id,

³anggit.wicaksono@fkip.unila.ac.id, ⁴anggreini@fkip.unila.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) berupa *EcoTurbine* dengan menggunakan metode *User-Centered Design* (UCD), serta mengevaluasi tingkat *usability* melalui *System Usability Scale* (SUS). Subjek penelitian adalah 77 peserta didik jenjang SMA yang telah mempelajari materi energi dan memiliki kemampuan menggunakan *smartphone*. Proses pengembangan dilakukan melalui tahapan UCD yang menempatkan guru dan peserta didik sebagai pusat desain, sehingga media yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pengguna. Hasil evaluasi menunjukkan skor rata-rata SUS sebesar 78,34, yang berada pada kategori *acceptable* dengan *adjective rating good* dan *grade C*. Temuan ini menunjukkan bahwa *EcoTurbine* layak digunakan sebagai media pendukung pembelajaran biologi pada topik energi terbarukan, meskipun masih terdapat keterbatasan berupa kompatibilitas perangkat dan adaptasi awal peserta didik terhadap teknologi baru. Penelitian ini memberikan kontribusi empiris mengenai efektivitas penerapan UCD dalam pengembangan media pembelajaran berbasis AR, serta bukti kuantitatif *usability* melalui evaluasi SUS yang mendukung peningkatan keterlibatan dan motivasi belajar peserta didik.

Kata kunci: *augmented reality*, media pembelajaran, *system usability scale*, *user-centered design*

ABSTRACT

This study aims to develop an Augmented Reality (AR)-based learning media called EcoTurbine using the User-Centered Design (UCD) method and to evaluate its usability through the System Usability Scale (SUS). The research subjects were 77 senior high school students who had studied energy-related material and possessed basic smartphone skills. The development process followed the UCD stages, placing teachers and students at the center of the design to ensure that the resulting media aligned with user needs and characteristics. The evaluation yielded an average SUS score of 78.34, which falls within the acceptable category, with an adjective rating of good and grade C. These findings indicate that EcoTurbine is suitable as a supporting medium for biology learning on renewable energy topics, although limitations remain in terms of device compatibility and students' initial adaptation to AR technology. This study provides empirical contributions by demonstrating the effectiveness of UCD in developing AR-based learning media and offering quantitative evidence of usability through SUS evaluation, which supports the enhancement of student engagement and motivation in learning.

Keywords: *augmented reality*, learning media, *system usability scale*, *user-centered design*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi memberikan perubahan besar dalam dunia pendidikan terutama dalam media pembelajaran yang digunakan. Salah satu teknologi yang semakin banyak dimanfaatkan adalah *Augmented Reality* (AR), yang mampu menggabungkan objek virtual ke dalam dunia nyata secara real-time. AR terbukti efektif dalam membantu peserta didik memahami pelajaran-pelajaran dengan konsep yang abstrak, meningkatkan motivasi serta mendorong keaktifan belajar peserta didik.

Energi merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia dalam memenuhi kebutuhan pokok dan kenyamanan hidup. Sebagian besar Negara di dunia saat ini memanfaatkan sumber energi menggunakan bahan bakar yang berasal dari fosil (Kabeyi & Olanrewaju, 2022).

Persediaan bahan bakar yang terbatas akan menyebabkan terjadinya krisis energi di masa depan jika tidak ditemukan energi alternatif, sehingga kesadaran peserta didik terhadap krisis energi perlu ditingkatkan (Rohim, Retnoningsih, Marianti, & Hardianto, 2023). Materi yang abstrak terkait energi, sulit untuk dipahami oleh peserta didik dengan baik, sehingga dibutuhkan media yang bisa membantu peserta didik untuk lebih mudah memahami materi energi terbarukan yang perlu dipahami oleh peserta didik sebagai penerus bangsa.

Beberapa penelitian sudah menunjukkan bahwa AR dapat meningkatkan minat dan partisipasi peserta didik dalam pembelajaran (Rachim, Salim, & Qomario, 2024); aplikasi AR dinilai valid, praktis, efektif untuk digunakan dalam mendukung kegiatan pembelajaran

(Menrisal & Wijaya, 2022); dan aplikasi AR juga dapat digunakan untuk membantu peserta didik memahami konsep spasial dengan lebih baik serta meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Mursyidah & Saputra, 2022).

Penggunaan media pembelajaran AR terbukti dapat mendukung kegiatan pembelajaran di sekolah, tetapi guru dan peserta didik sebagian besar masih belum memiliki akses terhadap teknologi AR (Fadhurrohmana, Ningrum, & Fikriati, 2025). Keterbatasan ini menjadi celah yang perlu ditindaklanjuti agar guru dan peserta didik dapat memanfaatkan teknologi AR dengan optimal. Salah satu metode untuk mengembangkan media pembelajaran adalah metode *User-Centered Design* (UCD). Metode UCD dipilih dikarenakan keberhasilan sebuah media pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh konten dan efektivitas pedagogis, tetapi juga oleh kualitas *usability* (Shivers-McNair, et al., 2018). Penerapan UCD terbukti mampu meningkatkan kualitas *UI/UX* pada berbagai sistem dan platform, seperti dalam Academic Information System (B, Lumingkewas, & Rofi'i, 2023), sistem berbasis Android (Priyatna, 2019), Website (R & Irsan, 2024) serta aplikasi AR (Kešelj, et al., 2021). UCD berhasil meningkatkan kualitas *UI/UX* secara signifikan dengan menempatkan kebutuhan pengguna sebagai pusat desain, dan diharapkan mampu mempermudah dalam mengintegrasikan teknologi AR di sekolah.

Media pembelajaran AR yang sulit digunakan dapat mengurangi penerimaan peserta didik meskipun konten edukasinya sudah baik. Oleh karena itu, diperlukan instrumen evaluasi yang mampu memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat *usability* media pembelajaran yang dikembangkan untuk memastikan media pembelajaran benar dapat digunakan dan diterima oleh pengguna (Volioti, et al., 2023). *System Usability Scale* (SUS) telah terbukti sebagai alat evaluasi yang sederhana, cepat, dan murah, namun tetap reliabel untuk digunakan (Brooke, 2013). SUS memberikan skor tunggal (0–100) yang dapat dibandingkan dengan benchmark global, sehingga memudahkan peneliti menilai tingkat suatu media pembelajaran dapat diterima peserta didik (Suria, 2024).

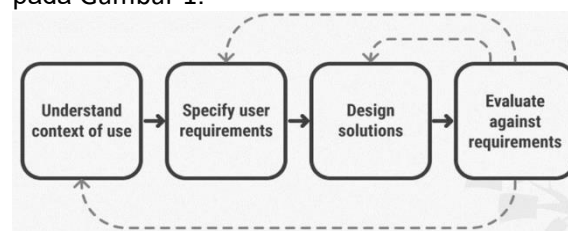
Penelitian yang dilakukan oleh Khan et al. (Khan, et al., 2025), memperkuat validitas SUS yang menunjukkan reliabilitas tinggi serta sensitivitas terhadap konteks budaya dan bahasa dalam evaluasi lintas negara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SUS memiliki reliabilitas tinggi dan struktur multidimensional (*usability* dan *learnability*). Hal ini menegaskan bahwa SUS dapat digunakan secara fleksibel

untuk menilai *usability* aplikasi mobile pendidikan di berbagai latar belakang pengguna. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Bunga & Nugroho, 2025) menunjukkan bahwa SUS konsisten dalam mengukur persepsi *usability* sistem secara efektif.

Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan UCD untuk mengembangkan beberapa jenis media pembelajaran (B, Lumingkewas, & Rofi'i, 2023); (Priyatna, 2019); (R & Irsan, 2024); (Kešelj, et al., 2021) dan menggunakan SUS mengetahui tingkat *usability* dari media pembelajaran (Volioti, et al., 2023); (Khan, et al., 2025); (Suria, 2024), tetapi masih sedikit yang meneliti mengenai pengembangan media pembelajaran AR menggunakan UCD, yang pada penelitian ini merupakan media pembelajaran AR untuk pembelajaran biologi energi terbarukan yang diberikan nama "EcoTurbine". Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur tingkat *usability* pada media pembelajaran AR yang dikembangkan. Penelitian ini tidak hanya menghasilkan media pembelajaran AR yang dapat digunakan tetapi penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi berupa bukti empiris tentang tingkat *usability* aplikasi berbasis AR dalam meningkatkan pengalaman belajar.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan fokus pada evaluasi *usability* media pembelajaran berbasis AR yang dikembangkan untuk pembelajaran biologi topik energi. Metode yang digunakan dalam pengembangan media pembelajaran AR ini adalah UCD, dengan alur yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses UCD

Tahapan pada proses UCD seperti disajikan pada Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Understand context of use*

Pada tahap pemahaman awal, peneliti mencari tahu dan menetapkan tujuan dari media pembelajaran yang akan dikembangkan. Pemahaman ini diperlukan agar media pembelajaran yang dikembangkan benar sesuai dengan konteks yang dituju. Peneliti melakukan penyebaran angket terhadap guru

sains yang merupakan pengguna utama media pembelajaran yang dikembangkan.

2. *Specify user requirements*

Pada tahap spesifikasi kebutuhan pengguna, dilakukan pencocokan antara desain media pembelajaran yang akan dikembangkan dengan kebutuhan peserta didik. Media pembelajaran akan digunakan oleh peserta didik, sehingga penting untuk mengetahui spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna yang dalam penelitian ini adalah peserta didik terutama untuk jenjang SMA sesuai dengan materi energi. Tampilan desain perancangan akan digambarkan dengan *storyboard*.

3. *Design solutions*

Pada tahap desain solusi, dilakukan pendesainan media pembelajaran yang menjadi solusi dari kebutuhan peserta didik yang sudah ditentukan. Pada penelitian ini, desain solusi akan berupa *prototype* media pembelajaran berbasis AR untuk materi pada topik energi. Pengembangan *prototype* dilakukan menggunakan *platform* Unity sebagai salah satu *platform* pengembangan media digital, dan memanfaatkan *plug-in* Vuforia sebagai salah satu *plug-in* untuk mengimplementasikan teknologi AR.

4. *Evaluate against requirements*

Pada tahap evaluasi terhadap kebutuhan, dilakukan evaluasi dari media pembelajaran yang sudah dikembangkan, pada penelitian ini digunakan SUS untuk mengevaluasi tingkat *usability* dari media pembelajaran yang dikembangkan.

Pengujian SUS dilakukan dengan menggunakan kuesioner SUS menggunakan *Google Form*. Terdapat 10 pernyataan dalam kuesioner SUS dengan skala likert, yaitu 1 hingga 5, pernyataan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil dari modifikasi instrumen (Bunga & Nugroho, 2025) seperti yang disajikan pada Tabel 1. Instrumen SUS *Tabel 1*.

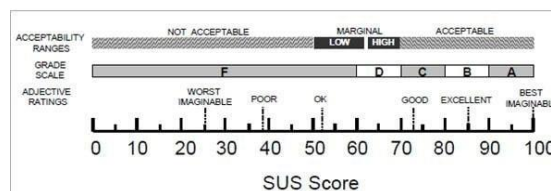
Tabel 1. Instrumen SUS

No	Pernyataan	Skala
1	Saya berpikir akan sering menggunakan aplikasi EcoTurbine	1-5
2	Saya merasa aplikasi EcoTurbine rumit untuk digunakan	1-5
3	Saya merasa aplikasi EcoTurbine mudah digunakan	1-5
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan aplikasi EcoTurbine	1-5
5	Saya merasa fitur-fitur aplikasi EcoTurbine berjalan dengan semestinya	1-5

No	Pernyataan	Skala
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada aplikasi EcoTurbine	1-5
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan aplikasi EcoTurbine dengan cepat	1-5
8	Saya merasa aplikasi EcoTurbin membingungkan	1-5
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan aplikasi EcoTurbine	1-5
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan aplikasi EcoTurbine	1-5

Kuesioner pada *Tabel 1* dipilih dikarenakan SUS merupakan kuesioner yang reliabel dan memiliki kemampuan untuk mengukur tingkat efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna pada sistem yang dikembangkan (Suria, 2024). Data hasil kuesioner diolah menggunakan excel dan akan dilakukan analisis statistic deskriptif sesuai dari hasil kuesioner yang didapatkan. Dalam perhitungan SUS, skor jawaban pada pertanyaan ganjil dikurangi satu, sedangkan skor pada pertanyaan genap dihitung dari 5 dikurangi skor jawaban responden. Skor akhir SUS adalah jumlah keseluruhan skor responden yang dikalikan 2,5. Setelah itu, rata-rata SUS diperoleh dengan menjumlahkan skor semua responden dan membaginya dengan jumlah responden (Brooke, 2013).

Skor SUS akan bernilai dalam rentang 0 hingga 100, dan pengukuran evaluasinya sesuai dengan Gambar 2.



Gambar 2. Evaluasi Hasil Skor SUS (Brooke, 2013)

Evaluasi skor SUS dapat diinterpretasikan sesuai yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Skor SUS

Rentang skor SUS	Adjective Rating	Grade Scale	Acceptability Ranges
> 85.58	Best Imaginable	B – A	Acceptable
72.75-85.57	Excellent	C – B	Acceptable
52.01-72.74	Good	F – C	Not Acceptable / Acceptable
39.17-52.00	OK	F	Not Acceptable
25.00-51.99	Poor	F	Not Acceptable
< 25.00	Worst Imaginable	F	Not Acceptable

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengikuti alur metode UCD seperti berikut:

1. Understand context of use

Berdasarkan hasil angket dan interview yang dilakukan dengan 39 guru sains, didapatkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan untuk memahami materi pada pembelajaran terkait topik energi, guru juga menyampaikan hal ini dapat terjadi karena topik energi bersifat abstrak dan cukup kompleks untuk disampaikan, sehingga diperlukan media pembelajaran yang dapat mendukung kegiatan belajar mengajar sehingga peserta didik dapat lebih termotivasi untuk memahami materi energi. Selain itu, diapatkan informasi bahwa sebagian besar peserta didik di sekolah setiap guru sudah mahir menggunakan *smartphone* (87.2%) dan *e-mail* (89.7%), dan penggunaan AR dalam pembelajaran masih belum optimal (30.8%), ini menandakan bahwa penelitian ini dapat memberikan media interaktif tambahan berupa AR yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran, meskipun penggunaan masih minim tetapi untuk perangkat sudah tersedia, yang berupa *smartphone*.

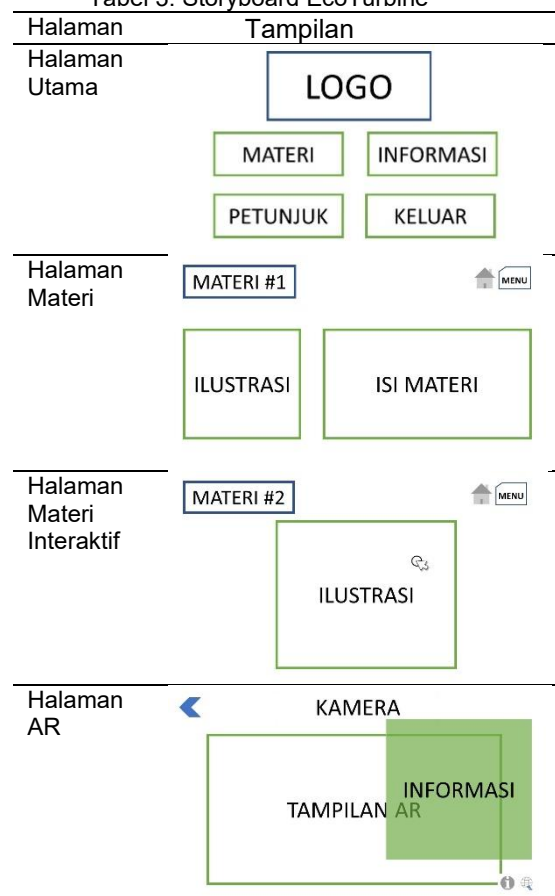
Pada tahap ini, peneliti menentukan penggunaan teknologi AR sebagai strategi untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran khususnya untuk materi energi. Sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang sudah dilakukan oleh (Mursyidah & Saputra, 2022), (Menrisal & Wijaya, 2022), dan (Fadhlorrohmana, Ningrum, & Fikriati, 2025), yang mendapatkan bahwa penerapan teknologi AR dapat meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar peserta didik dalam pembelajaran.

2. Specify user requirements

Untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terkait media pembelajaran yang perlu dikembangkan, dilakukan proses identifikasi kebutuhan peserta didik secara lebih spesifik. Pada tahap ini, peneliti melakukan wawancara terhadap guru dan peserta didik, AR masih dipandang hal baru terutama oleh guru, meski peserta didik dan guru sebagian besar sudah memahami teknologi AR tetapi pemanfaatannya masih jarang dilakukan. Pengalaman siswa yang pernah menggunakan AR menyatakan bahwa teknologi ini cukup membantu dalam meningkatkan motivasi serta mempermudah pemahaman materi melalui visualisasi yang nyata dan interaktif. Diskusi dengan guru juga dilakukan terutama untuk konten edukasi

dalam media pembelajaran yang dikembangkan. Storyboard dari desain media pembelajaran disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Storyboard EcoTurbine







Halaman AR didesain terpisah pada satu waktu tertentu dalam media pembelajaran ini, strategi pemisahan ini dikarenakan peserta didik dan guru yang masih relatif baru dalam penggunaan teknologi AR. Pemisahan fitur AR dari konten utama diharapkan agar proses interaksi peserta didik menjadi lebih terarah dan tidak membebani pengalaman belajar. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan, dan mempermudah adaptasi terhadap teknologi AR. Seperti pada penelitian oleh (Sangsuwan, Saithong, & Polpinij, 2026), meningkatnya kenyamanan dan adaptasi akan mendukung meningkatnya keterlibatan dan keberhasilan akademik.

3. Design solutions

Solusi yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah EcoTurbine, yaitu media pembelajaran interaktif berbasis AR yang menyajikan materi dalam topik energi. Tampilan dari EcoTurbine dapat terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tampilan EcoTurbine

Halaman	Tampilan
Halaman Utama	
Halaman Materi	
Halaman Materi Interaktif	
Halaman AR	

Halaman utama merupakan tampilan awal yang terlihat ketika peserta didik menggunakan media pembelajaran. Pada halaman utama, peserta didik dapat menavigasi ke beberapa pilihan *menu* yang disediakan, dengan navigasi utama adalah menuju materi.

Halaman materi menyajikan tampilan materi pada topik energi. Penyajian materi dilakukan secara sistematis dengan navigasi menuju materi-materi berikutnya tersedia dalam bentuk *hamburger menu* yang diposisikan di atas kanan pada layar perangkat peserta didik.

Halaman materi interaktif menyajikan pengalaman belajar yang lebih menarik bagi peserta didik. Pada halaman ini, peserta didik dapat melakukan eksplorasi terhadap materi yang sudah dipersiapkan.

Halaman AR dirancang untuk memungkinkan peserta didik berinteraksi dengan benda digital yang tampil pada dunia nyata. Terdapatnya beberapa peserta didik yang belum terbiasa dengan penggunaan teknologi AR, maka teknologi AR yang digunakan pada EcoTurbine adalah berbasis penanda (*marker-based*), pada tahap ini, media pembelajaran EcoTurbine menggunakan empat penanda.

4. Evaluate against requirements

Pada tahap evaluasi, dilakukan pengujian terhadap tingkat *usability* media pembelajaran EcoTurbine dengan menggunakan instrumen SUS. Instrumen SUS dipilih karena telah terbukti sebagai metode yang sederhana, reliabel, dan efektif dalam mengukur persepsi pengguna terhadap kegunaan suatu sistem. Evaluasi ini bertujuan untuk memperoleh gambaran yang objektif mengenai sejauh mana EcoTurbine dapat mendukung proses pembelajaran peserta didik, khususnya dalam memahami materi topik energi.

Responden pada penelitian ini berjumlah 77 peserta didik yang didapatkan dari *purposive sampling*, yang ditujukan untuk peserta didik yang sudah mengikuti pelajaran terkait energi dan dapat mengoperasikan *smartphone*. Setiap responden diminta untuk mengisi kuesioner SUS yang terdiri dari 10 pernyataan dengan skala likert 5 poin. Rekapitulasi hasil kuesioner 77 peserta didik disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Kuesioner

Skala	Pernyataan Kuesioner									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	40	0	29	0	30	0	38	1	17
2	2	19	1	20	1	27	3	27	3	21
3	9	11	10	15	7	15	6	7	13	15
4	30	3	17	9	23	3	26	1	20	13
5	36	4	49	4	46	2	42	4	40	11

Rekapitulasi hasil kuesioner menunjukkan adanya keunggulan terutama pada pernyataan 1 dan 5, dengan jumlah responden menyatakan setuju sebanyak 66 untuk pernyataan 1 dan 69 untuk pernyataan 5, yang menunjukkan bahwa peserta didik memiliki antusias yang tinggi dikarenakan adanya fitur AR yang terdapat dalam media EcoTurbine. Tetapi terdapat pernyataan yang bermasalah, khususnya untuk pernyataan 10, terkait membiasakan diri sebelum menggunakan media EcoTurbine, terlihat terdapat responden sebanyak 24 Setuju, 15 Netral, dan 38 Tidak Setuju, skor ini berarti sebagian besar peserta didik masih belum terbiasa dalam penggunaan teknologi AR.

Hasil kuesioner kemudian dihitung menggunakan ketentuan perhitungan skor SUS, sehingga didapatkan hasil perhitungan SUS seperti pada Tabel 6. P merupakan pernyataan dan R merupakan responden.

Tabel 6. Perhitungan skor SUS

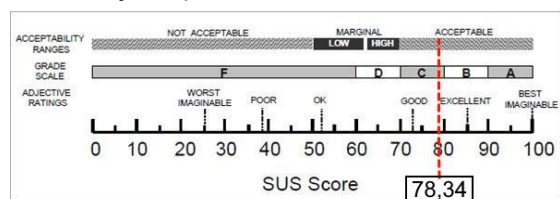
	P1	P2	...	P9	P 10	Jumlah	SUS
R1	4	4	...	4	1	37	92.5
R2	3	4	...	4	4	32	80
R3	2	2	...	4	3	30	75
...							
R75	4	3	...	2	1	29	72.5
R76	3	4	...	4	3	38	95

	P1	P2	...	P9	P 10	Jumlah	SUS
R77	3	4	...	3	3	32	80
Skor Akhir SUS							78.34

Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner SUS, didapatkan hasil akhir skor SUS sebesar 78,34. Skor ini menunjukkan bahwa media pembelajaran EcoTurbine berada pada kategori *Acceptable* dalam *acceptability range*, yang berarti media pembelajaran EcoTurbine dapat dinyatakan layak digunakan oleh peserta didik sebagai media pendukung dalam kegiatan pembelajaran.

Ditinjau dari perspektif *grade scale*, skor 78,34 berada pada kategori C, yang merepresentasikan tingkat *usability* yang cukup baik. Hal ini berarti peserta didik dapat menggunakan sistem dengan relatif lancar, tetapi masih terdapat beberapa kendala minor yang mengurangi kenyamanan yang dimungkinkan karena belum terbiasa menggunakan teknologi AR.

Sementara itu, berdasarkan *adjective rating*, skor 78,34 termasuk dalam rentang *Good*, yang merepresentasikan pengalaman peserta didik terhadap media pembelajaran berbasis AR dinilai positif. Hasil evaluasi skor SUS disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Evaluasi SUS

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa EcoTurbine merupakan media pembelajaran yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran dengan tingkat *usability* pada kategori *acceptable*. Meskipun demikian, skor SUS yang diperoleh masih berada pada tingkat C, yang mengindikasikan bahwa media pembelajaran EcoTurbine masih memiliki ruang untuk dioptimalkan agar lebih mudah digunakan dan diterima secara luas oleh peserta didik. Skor SUS 78,34 masih berada di bawah 80 yang berarti masih terdapat ruang untuk melakukan perbaikan minor agar pengalaman peserta didik lebih menyenangkan dan efisien dalam penggunaan media pembelajaran untuk mencapai *rating Excellent* dan *grade B*.

Peserta didik antusias dan menyatakan bahwa penggunaan media EcoTurbine relatif mudah dilakukan, Penyebab utama didapatkan tingkat C pada skor SUS dikarenakan kendala teknis, yaitu media pembelajaran EcoTurbine yang tidak kompatibel untuk beberapa jenis perangkat, hal ini terjadi karena terdapat

peserta didik yang perangkatnya tidak mendukung penggunaan teknologi AR. Keterbatasan teknis tersebut berdampak pada pengalaman sebagian peserta didik, sehingga menurunkan skor keseluruhan meskipun mayoritas pengguna merasa terbantu dengan adanya media EcoTurbine. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kompatibilitas lintas *platform* dan memperluas dukungan perangkat. Dengan langkah tersebut, EcoTurbine berpotensi mencapai tingkat *usability* yang lebih tinggi, sehingga dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih optimal bagi seluruh peserta didik.

Pengembangan media pembelajaran menggunakan UCD menghasilkan media EcoTurbine yang merupakan media pembelajaran berbasis AR yang dihasilkan dengan mengutamakan kebutuhan dari pengguna dalam penelitian ini menyesuaikan dengan kebutuhan dari guru dan peserta didik, perangkat utama adalah android, materinya terkait energi, pemanfaatan *smartphone* dan penggunaan penanda untuk AR, dan tampilan yang interaktif agar mudah digunakan untuk pembelajaran. Dengan skor SUS 78,34 berarti metode UCD efektif untuk menghasilkan media pembelajaran yang layak untuk digunakan. Sejalan dengan penelitian (Al-Sa'di & McPhee, 2021) yang menyatakan bahwa pengembangan media pembelajaran menggunakan UCD dapat memberikan peningkatan dalam keterlibata dan motivasi peserta didik dalam kegiatan pembelajaran, serta terdapat peningkatan kinerja pada aplikasi yang dikembangkan.

Teknologi AR disambut dengan antusias oleh peserta didik, terlihat dengan keaktifan peserta didik dalam penggunaan media EcoTurbine, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Hernanda & Aji, 2024) yang menyatakan bahwa teknologi AR dalam bidang pendidikan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, informatif dan interaktif. Tetapi penerapan teknologi AR perlu memperhatikan hal teknis yang krusial, yaitu perangkat yang digunakan oleh peserta didik, yang pada saat ini belum semuanya dapat memanfaatkan teknologi AR secara optimal seperti pada penelitian oleh (Rachim, Salim, & Qomario, 2024) yang menyatakan bahwa masih adanya kendala untuk penerapan teknologi AR di lingkungan sekolah, yaitu kurangnya pengetahuan dan pengalaman guru dan peserta didik dalam penggunaan teknologi AR, dan kurangnya kesiapan infrastruktur teknologi pada institusi pendidikan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran berbasis AR yang berupa EcoTurbine dengan menggunakan metode UCD. Penerapan metode UCD menempatkan guru dan peserta didik sebagai pusat perhatian dalam proses perancangan, sehingga media pembelajaran yang dikembangkan mampu menyesuaikan dengan kebutuhan, karakteristik, serta kemampuan pengguna. Evaluasi menggunakan SUS dilakukan terhadap 77 responden dengan skor SUS sebesar 78,34. Skor ini menunjukkan bahwa EcoTurbine diterima dengan baik oleh pengguna dan dapat menjadi media pendukung pembelajaran biologi pada topik energi terbarukan. Meskipun demikian, skor yang diperoleh masih berada di bawah ambang batas *excellent*, sehingga menunjukkan masih adanya ruang perbaikan. Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa penerapan UCD dalam pengembangan media pembelajaran AR dapat menghasilkan media pembelajaran dengan *usability* yang layak untuk mendukung peningkatan keterlibatan, motivasi, serta pengalaman belajar peserta didik.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, seperti keterbatasan dukungan perangkat dan adaptasi awal peserta didik terhadap teknologi baru. Pelatihan bagi guru dan peserta didik mengenai penggunaan AR akan membantu mempercepat adaptasi dan meningkatkan kenyamanan dalam pembelajaran. Pengembangan konten pembelajaran yang lebih beragam di luar topik energi terbarukan juga akan memperluas manfaat media dalam kurikulum sains.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sa'di, A., & McPhee, C. (2021). User-Centred Design in Educational Applications: A systematic literature review. *2021 International Conference Engineering Technologies and Computer Science (EnT)* (hal. 105-111). Moscow, Russian Federation: IEEE. <https://doi.org/10.1109/EnT52731.2021.00025>
- B, A. M., Lumingkewas, C. S., & Rofi'i, A. (2023). The Implementation of User Centered Design Method in Developing UI/UX. *JISTE (Journal of Information System, Technology and Engineering)*, 1(2), 26-31. <https://doi.org/10.61487/jiste.v1i2.13>
- Brooke, J. (2013). SUS: a retrospective. *Journal of Usability Studies*, 8(2), 29-40.
- Bunga, H. B., & Nugroho, A. (2025). Analisis Usability Testing pada Sistem SIMATRA UKI Toraja Menggunakan Heuristic Evaluation dan System Usability Scale. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 8(2), 138-149. <https://doi.org/10.37792/jukanti.v8i2.1566>
- Fadhlorrohmana, M., Ningrum, G. D., & Fikriati, H. A. (2025). Hubungan Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Peningkatan Motivasi Belajar Siswa: Studi Ex Post Facto. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 8(2), 124-130. <https://doi.org/10.37792/jukanti.v8i2.1553>
- Hernanda, A., & Aji, A. S. (2024). Pemanfaatan Aplikasi Augmented Reality Untuk Pembelajaran Organ Tubuh Manusia Di Sekolah Dasar. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), 245-251. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i1.1166>
- Kabeyi, M. J., & Olanrewaju, O. A. (2022). Sustainable Energy Transition for Renewable and Low Carbon Grid Electricity Generation and Supply. *Frontiers in Energy Research*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.743114>
- Kešelj, A., Topolovac, I., Kačić-Barišić, M., Burum, M., & Car, Ž. (2021). Design and Evaluation of an Accessible Mobile AR Application for Learning About Geometry. *2021 16th International Conference on Telecommunications (ConTEL)* (hal. 49-53). Zagreb, Croatia: IEEE. <https://doi.org/10.23919/ConTEL52528.2021.9495975>
- Khan, Q., Hickie, I. B., Loblay, V., Ekambareshwar, M., Zahed, I. U., Naderbagi, A., . . . LaMonica, H. M. (2025). Psychometric evaluation of the System Usability Scale in the context of a childrearing app co-designed for low- and middle-income countries. *Digital Health*, 11, 1-12. <https://doi.org/10.1177/20552076251335413>
- Menrisal, M., & Wijaya, I. (2022). Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Perangkat Komputer Berbasis Augmented Reality (AR). *Jurnal Konseling dan Pendidikan*, 10(1), 119-127. <https://doi.org/10.29210/177400>
- Mursyidah, D., & Saputra, E. R. (2022). Aplikasi Berbasis Augmented Reality sebagai Upaya Pengenalan Bangun Ruang bagi

- Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar : Jurnal Tunas Nusantara*, 4(1), 427-433.
doi:<https://doi.org/10.34001/jtn.v4i1.2941>
- Priyatna, B. (2019). Penerapan Metode User Centered Design (UCD) pada Sistem Pemesanan Menu Kuliner Nusantara Berbasis Mobile Android. *Jurnal Accounting Information System*, 2(1), 17-30.
<https://doi.org/10.32627/aims.v2i1.348>
- R, P. W., & Irsan, M. (2024). UI/UX Redesign Using User-Centered Design (UCD) Method on Fatsecret Website. *Journal on Computing*, 9(3), 208-219.
doi:10.34818/indojc.2024.9.3.977
- Rachim, M. R., Salim, A., & Qomario. (2024). Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran terhadap Keaktifan Belajar Siswa dalam Pendidikan Modern. *Jurnal Riset dan Inovasi Pembelajaran*, 4(1), 594-605.
<https://doi.org/10.51574/jrip.v4i1.1407>
- Rohim, A. M., Retnoningsih, A., Marianti, A., & Hardianto, F. (2023). Analisis Kesadaran Peserta Didik Terhadap Krisis Energi dan Tantangan Pembelajarannya pada Abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES 2023*, (hal. 38-49). Semarang.
- Sangsuwan, W., Saithong, P., & Polpinij, J. (2026). Transforming Higher Education with Digital Solutions: A User-Centered Design Framework for Developing Student Handbook Applications. *European Journal of Educational Research*, 15(1), 79-99.
<https://doi.org/10.12973/eu-jer.15.1.79>
- Shivers-McNair, A., Phillips, J., Campbell, A., Mai, H. H., Yan, A., Macy, J. F., . . . Guan, Y. (2018). User-Centered Design In and Beyond the Classroom: Toward an Accountable Practice. *Computers and Composition*, 49, 36-47.
<https://doi.org/10.1016/j.compcom.2018.05.003>
- Suria, O. (2024). A Statistical Analysis of System Usability Scale (SUS) Evaluations in Online Learning Platform. *Journal of Information Systems and Informatics*, 6(2), 992-1007.
<https://doi.org/10.51519/journalisi.v6i2.750>
- Volioti, C., Orovas, C., Sapounidis, T., Trachanas, G., & Keramopoulos, E. (2023). Augmented Reality in Primary Education: An Active Learning Approach in Mathematics. *Computers*, 12(10).