

VILBAR (*Virtual Laboratory Based Augmented Reality*) sebagai Media Praktikum Kimia di Universitas Muslim Maros

Hikmah Rusdi¹, Rika Riyanti², Putri Utari³

^{1,2,3}Universitas Muslim Maros, Indonesia

¹hyrusme07@umma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang berfokus pada pengkajian konten *Virtual Laboratory berbasis Augmented Reality* (Vilbar) untuk mendukung pelaksanaan praktikum. Metode pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa hasil validator menunjukkan bahwa nilai validasinya yakni 3,85 interval ($3,5 < X < 4$) ini menandakan bahwa keseluruhan perangkat yang divalidasi berada pada kategori "sangat valid". Vilbar yang dikembangkan ini dapat memudahkan proses pelaksanaan praktikum sehingga dapat dikatakan memiliki nilai kepraktisan dengan total nilai kepraktisan yang diperoleh 3,6, dan dapat meningkatkan keterampilan praktikum mahasiswa sehingga dapat dikatakan memiliki nilai keefektifan yang dapat dilihat dari hasil portofolio (laporan) belajar mahasiswa diperoleh nilai rata-rata portofolio hasil praktikum mahasiswa sangat tinggi yaitu sebesar 90. Vilbar telah terbukti efektif dalam mengatasi tantangan dalam praktikum kimia di Universitas Muslim Maros, termasuk keterbatasan ruang, alat, dan bahan praktikum. Vilbar tidak hanya memungkinkan simulasi praktikum kimia yang realistis, tetapi juga meningkatkan antusiasme dan keterampilan praktikum mahasiswa. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pendidikan, seperti penggunaan Vilbar, dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan membantu mahasiswa memahami materi dengan lebih baik. Kesimpulannya, Vilbar merupakan inovasi penting dalam pendidikan kimia yang mendukung pembelajaran interaktif dan mandiri, serta mempersiapkan mahasiswa untuk menghadapi dunia kerja secara profesional dengan keterampilan yang relevan.

Kata Kunci: *Virtual Laboratory, Augmented Reality, Praktikum Kimia*

Pendahuluan

Ilmu kimia merupakan cabang dari ilmu alam yang mempelajari komposisi, struktur, sifat dan perubahan materi. Konsep-konsep dalam ilmu kimia membutuhkan percobaan atau praktikum yang dilakukan di laboratorium. Praktikum memegang peranan penting karena dapat menggabungkan antara teori dan aplikasi. Dengan praktikum, mahasiswa dapat memahami konsep materi yang didapatkan pada saat pembelajaran di kelas, dengan cara mengamati langsung gejala-gejala proses kimia yang terjadi.

Pelaksanaan praktikum harus didukung dengan tersedianya alat, bahan dan penuntun praktikum sehingga dapat memperlancar kegiatan praktikum. Namun, Universitas Muslim Maros belum memiliki laboratorium untuk menunjang pembelajaran praktikum khususnya pada mata pelajaran kimia. Hal ini disebabkan terdapat permasalahan pada pelaksanaan praktikum seperti adanya keterbatasan ruang, alat-alat dan bahan-bahan praktikum, ketidakterediaan tenaga laboran serta ketidakmampuan dosen mengelola pembelajaran sesuai dengan ketersediaan waktu efektif.

Masalah lain adalah kurangnya minat mahasiswa terhadap kegiatan praktikum karena membutuhkan waktu yang lama serta ketakutan mahasiswa dalam melakukan praktikum yang disebabkan karena bahan-bahan kimia yang berbahaya dan adanya alat-alat yang terbuat dari kaca mudah rusak. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu adanya media pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa untuk melaksanakan praktikum. Dengan media pembelajaran yang tepat, mahasiswa dapat memahami materi dengan baik khususnya pada pelajaran kimia serta ketakutan mahasiswa dalam melakukan praktikum dapat dihindarkan.

Perkembangan teknologi yang meningkat secara eksponensial memotivasi banyak para pakar dan peneliti untuk mengambil tindakan khususnya dalam aspek pendidikan. Konsep digitalisasi merupakan bagian dari strategi peningkatan kualitas pendidikan, di mana teknologi komputer dapat dimanfaatkan sebagai media dalam proses pembelajaran (Muhson, 2010; Rusdi et al., 2016).

Salah satu media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi komputer adalah Laboratorium Digital atau Virtual laboratory (Billah & Widiyatmoko, 2018). Virtual laboratory merupakan alternatif media pembelajaran interaktif yang dapat digunakan untuk mengatasi kendala dalam pembelajaran kimia (Lestari & Rahmawati, 2019; Riyanti & Rusdi, 2018). Laboratorium virtual dapat menyimulasikan kegiatan praktikum kimia yang dilaksanakan di laboratorium nyata, menyalahi jumlah pertemuan tatap muka di kelas yang terbatas, dan dapat dijadikan sebagai sumber belajar mandiri. Dengan demikian, siswa dapat mengeksplor pengetahuan dan mengatasi keterbatasan sarana maupun prasarana di laboratorium nyata serta meminimalkan resiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi saat kegiatan praktikum nyata.

Virtual Laboratory merupakan salah satu teknologi pendidikan yang mampu mereduksi paradigma mengenai kompleksitas ilmu kimia yang banyak di masyarakat dan melatih keterampilan chemistry prospective teacher sebagai modal dalam menghadapi dunia kerja secara profesional. Selain virtual laboratory, media yang mulai berkembang saat ini adalah Augmented Reality (AR). AR dijadikan sebagai konsep aplikasi yang menggabungkan objek sesungguhnya dengan dunia digital, tanpa mengubah bentuk objek fisik tersebut. Pengenalan objek yang digunakan untuk menampilkan berbagai informasi mengenai objek tersebut. AR sebagai sebuah sistem kognitif dan mampu memahami secara utuh persepsi dari pengguna (Abbas et al., 2020; O'Meara & Szita, 2021).

Simulasi yang menambahkan objek digital ke dunia nyata yang dapat dibuat dengan komputer dan pengguna dapat berinteraksi langsung dengan hasil yang seolah-olah tampak seperti lingkungan sebenarnya dalam komputer Augmented. Teknologi Augmented Reality (AR) dapat meningkatkan pengalaman atas kolaborasi ruang nyata dan semu sebagai kontribusi untuk pendidikan. Selain itu, AR dapat meningkatkan proses pembelajaran dan memfasilitasi pemahaman konsep belajar kimia. Kebutuhan akan visualisasi dan interaksi yang biasa dilakukan di berbagai disiplin ilmu dapat dioptimalkan dengan menerapkan teknologi Augmented Reality (AR) yang sedang trend tersebut (Nugraha, 2014; Radzi et al., 2021). Dengan demikian, Laboratorium virtual menggunakan teknologi augmented reality (VILBAR) dapat membantu mengatasi berbagai masalah dalam melakukan praktikum kimia.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang akan mengkaji konten Virtual Laboratory berbasis Augmented Reality sesuai kebutuhan sistem pelaksanaan praktikum. Selanjutnya data dari instrumen penelitian dianalisis untuk memberikan gambaran kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan Virtual Laboratory berbasis Augmented Reality sebagai media (Sugiyono, 2010).

Skema desain pengembangan Virtual Laboratory terintegrasi dengan Teknologi Augmented Reality model ADDIE membentuk siklus yang terdiri dari 5 tahapan yakni: (1) Tahap analisis: melakukan needs assessment (analisis kebutuhan), mengidentifikasi masalah (kebutuhan), dan melakukan analisis tugas (task analysis), (2) Tahap desain: perumusan tujuan pembelajaran, menyusun tes, menentukan strategi dan media pembelajaran, rancangan yang dihasilkan divalidasi oleh validator ahli yang terdiri dari ahli konten dan ahli design (IT), masing-masing 3 orang, sebelum uji coba terbatas dan uji coba lebih luas. (3) Tahap pengembangan: multimedia pembelajaran yang dikembangkan adalah Virtual Laboratory terintegrasi dengan Teknologi Augmented Reality pada materi kimia, (4) Tahap implementasi: diimplementasikan sesuai skenario atau desain awal penelitian. (5) Tahap evaluasi: tahapan evaluasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu evaluasi formatif, karena tujuannya untuk kebutuhan revisi (Branch, R. M., 2009). Instrument penelitian yang digunakan adalah instrument lembar untuk ahli media, instrument lembar untuk ahli materi, lembar angket dan lembar validasi yang kesemuanya telah divalidasi oleh tim validator.

Hasil

Hasil Tahapan Analisis (Analysist)

Kegiatan utama dalam tahap ini yakni menganalisis pengembangan Vilbar yang digunakan dalam kegiatan praktikum, adapun langkah-langkah yang telah dilakukan terkait tahap analisis ini, yaitu: 1) Analisis kinerja; pada tahapan ini kinerja pendidik sudah maksimal, namun dalam memberikan pengalaman pelaksanaan praktikum dengan memanfaatkan teknologi masih kurang. Pendidik harus menggunakan Virtual Lab agar dapat memaksimalkan peserta didik melakukan praktikum, pelaksanaan praktikum tidak lagi terkendala dengan sarana dan prasarana yang harus dimiliki oleh Perguruan Tinggi. 2) Analisis Peserta Didik; Berdasarkan hasil pengamatan peneliti, ketika peserta didik melakukan praktikum mereka terlihat tidak antusias dikarenakan adanya rasa takut untuk menggunakan alat-alat lab serta terbatasnya alat-alat yang akan digunakan. 3) Analisis Materi; Adapun garis besar materi pada penelitian Vilbar ini adalah pemahaman peserta didik mengenai praktikum senyawa Asam-Basa. 4) Analisis Tujuan Pembelajaran; pada tahapan analisis ini yang di fokuskan adalah hasil pengamatan peneliti, berdasarkan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) serta capaian pembelajaran matakuliah (CPMK) yang telah dipaparkan sebelumnya, maka disusunlah tujuan pembelajaran sebagai berikut:

1. Mampu mengidentifikasi Senyawa Asam-Basa
2. Mengidentifikasi Senyawa Asam-Basa dengan pH Mater
3. Mereaksikan Senyawa Asa-Basa

Hasil Tahapan Desain (Design)

Pada tahapan ini, pembuatan desain Vilbar merupakan tindak lanjut dari proses analisis yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti yakni dengan mengobservasi proses pelaksanaan praktikum peserta didik. Ditahap ini adalah mendesain prototype pengembangan Vilbar, melalui tahap-tahap berikut: 1) Merancang penyusunan Vilbar untuk penentuan materi pembelajaran sesuai fakta, konsep, prinsip, indikator, penilaian dan tujuan pembelajaran dengan mengkaji CPL dan CPMK. Dalam tahapan ini peneliti melakukan komunikasi dengan pendidik dan mengumpulkan data-data autentik yang terkait dengan materi yang akan dikembangkan peneliti, diantaranya terkait alat-alat yang akan digunakan saat pembelajaran praktikum. 2) Menyusun konsep pembelajaran melalui pendekatan pembelajaran. Dalam tahap ini peneliti bekerjasama dengan pendidik dengan menggunakan pendekatan pembelajaran

praktikum. 3) Merancang Vilbar sebagai media praktikum kimia. Vilbar ini memuat aktifitas-aktifitas kegiatan yang akan dikerjakan peserta didik dalam pembelajaran praktikumnya mulai dari praktikum penentuan senyawa asam-basa (Uji pH), identifikasi asam-basa dengan menggunakan pH meter, dan yang terakhir mereaksikan senyawa asam-basa

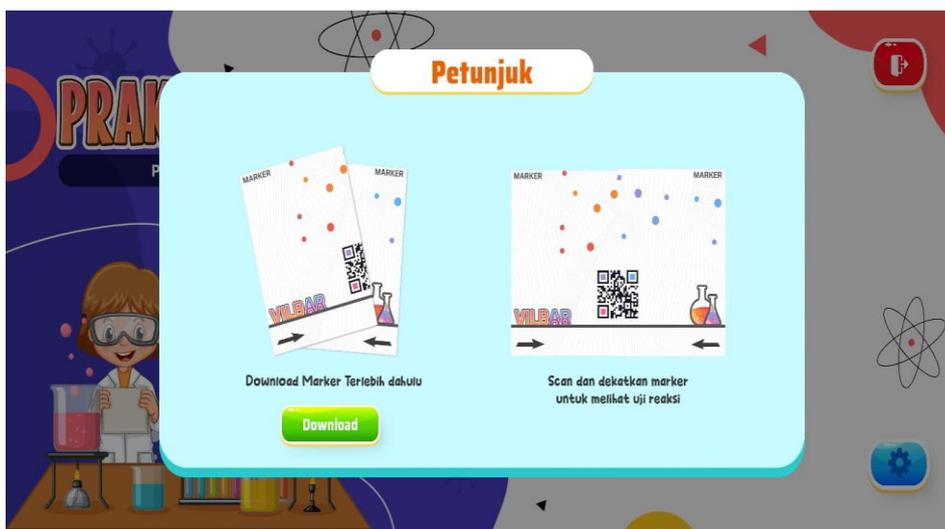
Selanjutnya, tahapan desain dan pengembangan Vilbar baru dilakukan berdasarkan hasil analisis ini. Vilbar yang dikembangkan didesain sesuai dengan prinsip dan karakteristik mahasiswa, dengan materi asam basa, serta tampilan aplikasi yang menarik dan mudah digunakan.



Gambar 1. Tampilan Menu Vilbar



Gambar 2. Tampilan Tentang Aplikasi Vilbar



Gambar 3. Tampilan Petunjuk Penggunaan Aplikasi Vilbar



Gambar 4. Tampilan Menu Praktikum Aplikasi Vilbar

Hasil Tahapan Pengembangan (Development)

Adapun ditahap ini, kegiatan yang terlaksana yakni: uji kevalidan dan uji coba terbatas. Hasil dari tahapan ini menjadi pedoman guna menilai apakah Vilbar yang telah dikembangkan peneliti memenuhi kriteria kevalidan, praktis dan efektif. Adapun kegiatan pengembangannya meliputi:

1. Uji Kevalidan

Dalam penelitian ini validasi dilaksanakan oleh 2 ahli yang merupakan praktisi pendidikan. Hasil validasi tim validator ini digunakan untuk mengukur layak atau tidaknya instrumen dan Vilbar ini dipergunakan pada Mahasiswa di Universitas Muslim Maros. Langkah pertama yang dilakukan oleh peneliti terkait validasi ini adalah peneliti meminta kesediaan validator untuk memvalidasi beberapa instrumen yang digunakan oleh peneliti, Adapun hasil validasi dari tim validator terkait instrument peneliti, yaitu:

a. Hasil Validasi Angket Respon Peserta Didik

Adapun hasil validasi Angket Respon Peserta Didik dari kedua validator dapat diketahui pada tabel berikut:

Tabel 1.1 Rangkuman Hasil Analisis Validasi Angket Respon Peserta Didik

No	Aspek Penilaian	Ai	Kategori
1	Aspek Kejelasan	3,75	Sangat Valid
2	Aspek Ketepatan Isi	4,00	Sangat Valid
3	Aspek Relevansi	3,80	Sangat Valid
4	Aspek Ketepatan Bahasa	3,85	Sangat Valid
	Xi	3,85	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 1.1 tersebut diatas juga menunjukkan keseluruhan aspek dinilai valid dan terpenuhi kriteria kevalidan. Ditunjukkan dengan Aspek yang dinilai semunya dalam kategori Valid, mulai dari aspek Kejelasan 3,75, Aspek Ketepatan isi 4,00 Aspek relevansi 3,80, dan Aspek ketepatan menggunakan bahasa 3,85, sehingga kesimpulan validator bahwa Angket Respon Peserta Didik tersebut dapat digunakan dengan revisi kecil.

b. Hasil validasi Vilbar (produk) oleh Tim Validator

Komponen yang perlu dinilai untuk memvalidasi Vilbar yakni: kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, kegrafisan. Hasil analisis validasi Vilbar untuk setiap aspek dari tim validator ahli pendidikan sebagaimana pada lampiran Tabel 1.2 sebagai berikut:

Tabel 1.2 Rangkuman Hasil Validasi Vilbar

No	Aspek Penilaian	Ai	Kategori
1	Aspek Kelayakan Isi	3.85	Sangat Valid
2	Aspek Kebahasaan	3.80	Sangat Valid
3	Aspek Penyajian	3.85	Sangat Valid
4	Aspek Kegrifisan	3.90	Sangat Valid
	Xi	3,85	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 1.2 rangkuman hasil analisis validasi Vilbar menunjukkan bahwa keseluruhan aspek Vilbar dinilai valid, dengan kategori nilai Xi 3,85 (sangat valid) yang ditunjukkan dengan setiap aspek penilaian berkategori sangat valid mulai dari aspek kelayakan isi 3,85, aspek kebahasaan 3,80, aspek penyajian 3,85, dan aspek kegrafisan 3,90 sehingga validator menyimpulkan bahwa Vilbar dapat digunakan dengan revisi kecil.

2. Uji coba Vilbar

Uji coba Vilbar ini dilaksanakan di Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan yang telah memprogramkan mata Kuliah Kimia Dasar yang berjumlah 15 Mahasiswa

a. Tahapan Implementasi (Implementation)

Ditahap ini, adalah merupakan tahap pengimplementasian rancangan Vilbar yang telah dibuat oleh peneliti yang akan digunakan pada pembelajaran praktikum. Kemudian melakukan evaluasi sebagai umpan balik pada penerapan pengembangan Vilbar selanjutnya yang bertujuan untuk: 1) Menjamin terjadinya penyelesaian masalah yang telah diangkat oleh peneliti, 2) Tercapainya tujuan pembelajaran praktikum, 3) Kemampuan praktikum peserta didik semakin meningkat

b. Tahapan Evaluasi (Evaluation)

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Angket Respon Peserta Didik:

Angket respon peserta didik untuk mengetahui tingkat kepraktisan dari hasil penggunaan Vilbar yang dikembangkan oleh peneliti dengan melihat kemudahan Vilbar

ketika digunakan, kemenarikan sajian, dan manfaat produk tersebut. Berdasarkan hasil analisis data respon peserta didik terhadap Vilbar ini menunjukkan bahwa rata-rata sebesar 90% merasa setuju terhadap vilbar yang dikembangkan.

2) Angket Keefektifan Vilbar

Angket ini digunakan oleh peneliti untuk melihat peningkatan hasil belajar praktikum peserta didik dengan menggunakan portofolio (Laporan Praktikum).

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Virtual Lab (Vilbar) dapat membantu dalam pelaksanaan praktikum, terutama dalam mengatasi keterbatasan sarana dan prasarana di perguruan tinggi. Analisis menunjukkan bahwa kinerja pendidik sudah maksimal, namun pengalaman praktikum dengan teknologi masih kurang. Peserta didik juga tampak kurang antusias dalam praktikum karena rasa takut menggunakan alat lab dan keterbatasan alat. Materi penelitian ini berfokus pada praktikum senyawa Asam-Basa, dengan tujuan pembelajaran seperti mengidentifikasi senyawa Asam-Basa dan mereaksikan senyawa Asam-Basa.

Pada tahap desain, Vilbar dirancang berdasarkan hasil analisis sebelumnya, dengan fokus pada materi Asam-Basa dan tampilan aplikasi yang menarik dan mudah digunakan. Tahap pengembangan melibatkan uji kevalidan dan uji coba terbatas. Hasil validasi menunjukkan bahwa Vilbar memenuhi kriteria kevalidan, praktis, dan efektif. Uji coba dilakukan di Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, dan hasilnya menunjukkan bahwa 90% peserta didik setuju dengan Vilbar yang dikembangkan. Selanjutnya, tahap implementasi dan evaluasi menunjukkan bahwa penggunaan Vilbar dapat meningkatkan kemampuan praktikum peserta didik.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Virtual Lab (Vilbar) dalam praktikum dapat membantu meningkatkan kinerja pendidik dan antusiasme peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Alberth Manurung, yang menunjukkan bahwa pengembangan desain pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa (Manurung & Marini, 2023). Dalam konteks ini, Vilbar dirancang untuk memfasilitasi praktikum senyawa Asam-Basa, yang memungkinkan peserta didik untuk melakukan praktikum tanpa terkendala oleh ketersediaan alat lab.

Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa Vilbar yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kevalidan, praktis, dan efektif berdasarkan uji kevalidan dan uji coba terbatas. Hal ini mendukung penelitian Wiwit Indah Rahayu yang menunjukkan bahwa media pembelajaran yang menerapkan teknologi, seperti Augmented Reality, dapat menjadi alat yang efektif dalam proses pembelajaran (Rahayu et al., 2022). Dalam hal ini, Vilbar berfungsi sebagai media praktikum kimia yang memungkinkan peserta didik untuk melakukan berbagai aktivitas praktikum secara virtual.

Temuan yang menunjukkan efektivitas penggunaan Virtual Lab (Vilbar) dalam praktikum kimia mendukung teori dan hasil penelitian serupa yang menekankan pentingnya integrasi teknologi dalam pendidikan. Misalnya, penelitian Wiwit Indah Rahayu yang membahas penggunaan teknologi augmented reality (AR) dalam media pembelajaran rangkaian listrik dasar menunjukkan bahwa teknologi ini dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa sebelum melakukan praktikum di laboratorium (Rahayu et al., 2022). Ini paralel dengan temuan yang menunjukkan bahwa Vilbar dapat meningkatkan antusiasme dan kemampuan praktikum peserta didik.

Selanjutnya, penelitian Puji Hartati yang bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa melalui pengembangan desain pembelajaran menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar setelah penerapan desain pembelajaran yang baru (Hartati, 2019). Hal ini mendukung temuan bahwa desain dan implementasi Vilbar yang baik dapat meningkatkan hasil belajar praktikum kimia. Kedua penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang inovatif dan berbasis teknologi, seperti Vilbar, dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan hasil belajar mahasiswa.

Refleksi dari penelitian ini menunjukkan pentingnya penggunaan teknologi dalam pendidikan, khususnya dalam konteks praktikum. Penggunaan Virtual Lab (Vilbar) dapat membantu mengatasi keterbatasan sarana dan prasarana yang sering menjadi hambatan dalam pelaksanaan praktikum. Selain itu, Vilbar juga dapat membantu mengurangi rasa takut mahasiswa dalam menggunakan alat-alat lab yang sebenarnya. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa pengembangan desain pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa (Arifin et al., 2020).

Dari segi implikasi, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi seperti Vilbar dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kualitas pendidikan, khususnya dalam konteks praktikum. Vilbar dapat dijadikan sebagai media pembelajaran yang efektif untuk membantu mahasiswa memahami materi praktikum, seperti dalam hal ini, senyawa Asam-Basa. Selain itu, penggunaan Vilbar juga dapat membantu pendidik dalam menyusun tujuan pembelajaran yang lebih efektif dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam bidang teknologi pendidikan, khususnya dalam penggunaan teknologi untuk mendukung kegiatan praktikum

Kesimpulan

Penggunaan Virtual Laboratory berbasis Augmented Reality (Vilbar) telah terbukti efektif dalam mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi dalam praktikum kimia di Universitas Muslim Maros. Vilbar tidak hanya memungkinkan simulasi praktikum kimia yang realistis, tetapi juga mengatasi keterbatasan ruang, alat, dan bahan praktikum yang sering menjadi kendala dalam pembelajaran praktis. Dengan desain yang menarik dan mudah digunakan, Vilbar meningkatkan antusiasme dan keterampilan praktikum mahasiswa, sebagaimana dibuktikan oleh tingkat kepuasan yang tinggi dalam uji coba terbatas. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pendidikan, seperti penggunaan Vilbar, dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan membantu mahasiswa memahami materi dengan lebih baik, sekaligus mengurangi rasa takut dan meningkatkan keamanan selama praktikum. Kesimpulannya, Vilbar merupakan inovasi penting dalam pendidikan kimia yang mendukung pembelajaran interaktif dan mandiri, serta mempersiapkan mahasiswa untuk menghadapi dunia kerja secara profesional dengan keterampilan yang relevan.

Pengakuan

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (DRTPM) atas pendanaan penelitian ini. Terima kasih pula penulis ucapkan kepada Universitas Muslim Maros melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang banyak memberikan informasi, bimbingan dan masukan berharga dalam penyelesaian tulisan ini. Serta, ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Tim validator yang banyak memberikan masukan dan ilmu yang berharga. Semoga para pihak yang telah membantu penulis mendapat limpahan rahmat dari Allah Swt, Amin.

References

- Abbas, A., Seo, J., & Kim, M. (2020). Impact of Mobile Augmented Reality System on Cognitive Behavior and Performance during Rebar Inspection Tasks. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(6), 04020050. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000931](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000931)
- Arifin, Z., Destiansari, E., & Amizera, S. (2020). Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium pada Pembelajaran Praktikum Materi Pencemaran Air. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2). <https://doi.org/10.37058/bioed.v5i2.2216>
- Billah, A., & Widiyatmoko, A. (2018). The Development of Virtual Laboratory Learning Media for The Physical Optics Subject. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2803>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design-The ADDIE Approach*. Springer.
- Hartati, P. (2019). Peningkatan Hasil Belajar Matematika Siswa Sma Melalui Pembelajaran Guided Inquiry. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 3(2). <https://doi.org/10.33369/jp2ms.3.2.269-274>
- Lestari, P. I., & Rahmawati, R. (2019). Pengaruh Media Laboratorium Virtual Berbasis Android Mobile terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Biologi FKIP Universitas Muslim Maros pada Mata Kuliah Teknik Laboratorium. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 19(2), Article 2. <https://doi.org/10.35580/chemica.v19i2.12768>
- Manurung, A., & Marini, A. (2023). Penerapan Problem Based Learning dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.38048/jipcb.v10i1.967>
- Muhson, A. (2010). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.21831/jpai.v8i2.949>
- Nugraha, Y. (2014). Aplikasi Teknologi Virtual Realty Bagi Pelestarian Bangunan Arsitektur. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 13, 34–45.
- O'Meara, J., & Szita, K. (2021). AR Cinema: Visual Storytelling and Embodied Experiences with Augmented Reality Filters and Backgrounds. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality*, 30, 99–123. https://doi.org/10.1162/pres_a_00376
- Radzi, M. Q. A.-N. bin A., Shah, D. S. M., Othman, M. F., Nor, M. N. R. M., & Masaat, M. F. F. bin. (2021). Review on Application of Augmented Reality (AR) in The Eco-Tourism Sector. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(11). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v11-i11/11377>
- Rahayu, W. I., Bibi, S., & Arief, M. S. (2022). Perancangan media pembelajaran rangkaian listrik dasar menggunakan teknologi augmented reality melalui virtual laboratory. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.31571/saintek.v11i2.4714>
- Riyanti, R., & Rusdi, H. (2018). Efektivitas Penggunaan Game Edukasi Smartphone terhadap Hasil Belajar dan Motivasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Biologi STKIP YAPIM MAROS. *Jurnal Ilmiah Pena: Sains Dan Ilmu Pendidikan*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.51336/jip.v10i2.148>
- Rusdi, H., Sudding -, & Yunus, M. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android "CHEMBIRD" pada Materi Kimia Kelas XI DI SMAN 17 MAKASSAR. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 16(2), Article 2.
- Sugiyono. (2010). *Metode penelitian kuantitatif dan R&D*. Alfabeta.

---Halaman ini sengaja dikosongkan---