

Pengembangan Media Mobile Augmented Reality (AR) untuk Siswa Kelas XII SMA pada Materi Senyawa Turunan Alkana

Santri Angelia Damanik¹, Ramlan Silaban², Nurfajriani³

^{1,2,3} Universitas Negeri Medan, Indonesia

¹santriangelia@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dan mengembangkan media belajar yang dapat meningkatkan keterampilan belajar abad 21 siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan model ADDIE, namun pada penelitian ini hanya dilaksanakan sampai pada tahap pengembangan (*development*). Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang diperoleh melalui wawancara dan pengisian angket oleh guru kimia juga siswa kelas XII di SMA Negeri 18 Medan, sebanyak 66% siswa membutuhkan pengembangan sebuah media belajar berbantuan augmented reality (AR) yang dapat diakses melalui mobile siswa. Media belajar *mobile Augmented Reality* (AR) ini mampu menggabungkan dunia maya dengan dunia nyata, sehingga dapat memberikan pengalaman belajar yang nyata melalui interaksi langsung dengan objek yang sedang dipelajari. Penelitian ini menghasilkan sebuah produk media belajar berbantuan *Augmented Reality* (AR) yang *markerless* dipadukan dengan e-modul yang dilengkapi video pembelajaran yang menarik, lembar kerja peserta didik, penilaian kuantitatif dan juga rangkuman materi pelajaran. Melalui menu AR Camera siswa dapat berinteraksi langsung dengan beberapa contoh dari senyawa turunan alkana, yang dilengkapi dengan *icon zoom in* dan *zoom out*, serta siswa dapat merotasi molekul tersebut sehingga dapat melihat dengan jelas seluruh bentuk molekulnya. Keseluruhan menu tersebut digabungkan dalam satu media belajar yang dapat diakses siswa melalui *mobile device* mereka. Adanya pembelajaran nyata, dapat meningkatkan keterampilan abad 21 siswa.

Kata kunci: *Augmented Reality* (AR), media belajar

Pendahuluan

Society 5.0 merujuk pada gambaran masa depan masyarakat yang menyelaraskan perkembangan teknologi canggih seperti kecerdasan buatan (AI), Internet of Things (IoT), big data, dan teknologi baru lainnya, dengan upaya mengutamakan solusi yang berpusat pada manusia (Özdemir & Hekim, 2018). Society 5.0 ini menunjukkan masyarakat baru yang diciptakan oleh transformasi yang dipimpin oleh inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi, (Domínguez Alfaro et al., 2022). Menggabungkan dunia maya dengan dunia nyata, menyeimbangkan kemajuan ekonomi, mengatasi berbagai kebutuhan masyarakat banyak tanpa dibatasi oleh lokasi, usia, jenis kelamin, juga bahasa (Atsushi et al., 2020). Tentunya pendidikan sangat berperan penting dalam pembentukan sumber daya manusia yang berkualitas, karena itu pendidik harus kreatif dan inovatif (Simaremare et al., 2022). Oleh karena itu pendidik harus mampu membekali siswa dengan keterampilan abad 21.

Keterampilan abad 21 akan menjadi acuan untuk membentuk siswa yang memiliki daya saing tinggi, berkualitas dan mampu bersaing dalam skala internasional yang sangat kompetitif (Angga et al., 2022). Keterampilan abad 21 sudah kita kenal dengan istilah 4C, yaitu keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking*), berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), berkomunikasi (*communication*), dan berkolaborasi (*collaboration*) (Pgmi et

al., n.d.). Terdapat tiga jenis kompetensi dalam keterampilan abad 21 : (1) keterampilan belajar (kreativitas dan inovasi, berpikir kritis, dan pemecahan masalah; komunikasi dan kolaborasi); (2) keterampilan literasi (literasi informasi; literasi media; literasi TIK), dan (3) keterampilan hidup (fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi; inisiatif dan pengarahan diri sendiri; keterampilan sosial dan antar budaya; produktivitas dan akuntabilitas; kepemimpinan dan tanggung jawab) (Icela, 2022).

The Partnership for 21st Century Learning mengembangkan cara belajar yang dikenal dengan nama *The Framework for 21st Century Learning*. Kerangka ini menuntut siswa untuk memiliki keterampilan, pengetahuan dan kemampuan dibidang teknologi, media dan informasi, keterampilan pembelajaran dan inovasi serta keterampilan hidup dan karir. Lembaga pendidikan harus mengembangkan kerangka pendidikan dengan menggabungkan seluruh kerangka kerja dengan sistem pendukung yang dibutuhkan seperti yang terlihat pada gambar 1.1 (Redhana, 2023)



Gambar 1 *The Framework for 21st Century Learning*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/xMerjmyg8Wh4zc17A>

Berdasarkan gambar tersebut dapat kita lihat adanya hubungan yang bersinergi diantara keempat sistem pendukung standar dan penilaian; kurikulum dan pengajaran; pengembangan profesional, dan lingkungan pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan abad 21 siswa. Pada elemen kurikulum dan pengajaran, dapat kita lihat salah satu kegiatan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keterampilan abad 21 siswa adalah menghadirkan metode pembelajaran inovatif, mengintegrasikan penggunaan teknologi yang mendukung sebagai media pembelajaran. Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan dalam proses belajar mengajar, yang bertujuan untuk menyampaikan pesan (informasi) pembelajaran dari sumber (guru maupun sumber lain) kepada penerima agar tertarik dan berminat terhadap materi pelajaran (Mayer, 2022). Media pembelajaran terintegrasi teknologi adalah media belajar yang dibuat dengan memanfaatkan teknologi. Media pembelajaran berbasis teknologi memungkinkan guru untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik, serta memudahkan guru dalam memperjelas pesan atau informasi yang ingin disampaikan, serta meningkatkan kemampuan literasi digital siswa (Khairi et al., 2022).

Proses pembelajaran yang baik dapat terwujud apabila didukung oleh sumber belajar dan media pembelajaran yang berkualitas (Rahman et al., 2021). Multimedia interaktif kimia berbasis android/mobile praktis dan efektif serta dapat diimplementasikan untuk proses pembelajaran (Yudha et al., 2022), serta mampu meningkatkan hasil belajar siswa melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang berlaku (Donasari & Silaban, 2021). Integrasi teknologi dalam proses pembelajaran dengan menggunakan perangkat lunak, aplikasi, dan perangkat keras modern akan memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan terkoneksi dari mana saja dan kapan saja (Khairi et al., 2022). Meningkatkan kreativitas dan inovasi siswa, serta mendukung dalam membangun hubungan sosial yang lebih luas dan inklusif (Industri, 2023).

Beberapa contoh media belajar kimia berbasis digital yang dapat digunakan adalah multimedia interaktif, digital video dan animasi, *podcast*, *augmented reality* dan *virtual laboratory* (Dr. Syarifuddin & Eka Dewi Utari, 2022). Namun media pembelajaran kimia berbasis digital masih belum maksimal digunakan dalam proses pembelajaran. Kendalanya adalah pembuatan, penggunaan dan pengembangan media yang tergolong sulit sehingga guru merasa kurang tertarik untuk membuat media dan kurangnya ide media apa yang baik untuk pembelajaran kimia (Yudha et al., 2023).

Penentuan jenis media belajar yang akan dikembangkan diperoleh dari hasil analisis yang dilakukan di terhadap 15 orang siswa perwakilan dari SMA Negeri 18 Medan. Seluruh siswa memiliki *mobile* untuk mendukung pembelajaran, namun 66,7% dari mereka lebih banyak menggunakan *mobile* mereka untuk media sosial dibandingkan untuk kepentingan pelajaran, dan hanya 33% siswa yang memiliki aplikasi di *mobile* mereka yang berkaitan dengan pelajaran. Tidak heran jika hanya 13% dari mereka yang mengetahui informasi tentang teknologi *Augmented Reality* (AR), namun setelah dijelaskan dan diberikan contoh media *mobile Augmented Reality* (AR), seluruh siswa merasa media belajar interaktif *mobile Augmented Reality* (AR) memiliki nilai lebih dibandingkan media belajar yang sudah digunakan sebelumnya.

Pendidikan abad ke-21 bertujuan untuk mempersiapkan siswa agar dapat beradaptasi dan berhasil dalam masyarakat yang terus berubah sesuai dengan perkembangan *Society 5.0*. *Society 5.0* merujuk pada gambaran masa depan masyarakat yang menyelaraskan perkembangan teknologi canggih seperti kecerdasan buatan salah satunya dengan cara menggabungkan dunia maya dengan dunia nyata. Penggabungan dunia maya dengan dunia nyata ini dapat diperoleh melalui pengembangan media belajar *mobile Augmented Reality*. Media belajar *mobile Augmented Reality* dalam pembelajaran kimia dapat memudahkan siswa memahami konsep abstrak dengan memvisualisasikan atom, molekul, ikatan, dan interaksi antarmolekul yang terlihat seperti nyata. Atom maupun molekul yang bersifat mikroskopis, dapat ditampilkan dalam dunia nyata, sehingga siswa dapat berinteraksi dan mengamati bentuk dari molekul secara keseluruhan.

Penelitian pengembangan mengenai media belajar berbantuan *Augmented Reality* (AR) ini sudah banyak dilakukan, contohnya *ARchemistry* membantu siswa untuk menggambarkan konsep 3D yang rumit secara visual (Abdinejad et al., 2021). Namun langkah lebih baik jika media *ARchemistry* digabungkan dengan pengukuran kuantitatif dan penilaian tes untuk menciptakan materi pembelajaran yang lebih efektif serta mengikutsertakan siswa dalam memahami konsep-konsep kimia yang menantang. Pengembangan *Mobile Augmented Reality* yang dilakukan oleh (Domínguez Alfaro et al., 2022), pada materi titrasi asam basa. Mereka mengembangkan *Mobile Augmented Reality* dengan mengintegrasikan beberapa fitur seperti buku catatan, grafik, petunjuk berorientasi praktis dan juga soal pilihan ganda. Meskipun demikian, aplikasi ini hendaknya memberikan instruksi yang lebih eksplisit untuk subtugas, dan memodifikasi fitur tertentu.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut, maka peneliti bertujuan mengembangkan media belajar berbantuan *Augmented Reality* (AR) yang *markerless* dipadukan dengan e-modul yang dilengkapi video pembelajaran yang menarik, lembar kerja peserta didik, penilaian kuantitatif dan juga rangkuman materi pelajaran. Keseluruhan menu tersebut digabungkan dalam satu media belajar yang dapat diakses siswa melalui *mobile device* mereka.

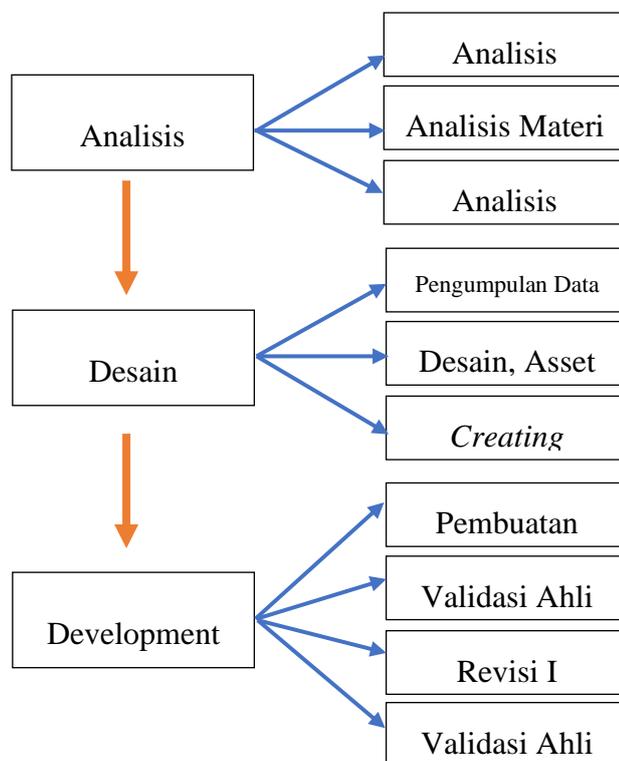
Metode

Sampel dan Populasi

Penelitian ini dilakukan di SMA negeri 18 Medan di kelas XII IPA. Sebanyak 15 (lima belas) orang siswa kelas XII dijadikan sampel dengan menggunakan teknik *purposive sampling*.

Prosedur Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *research and development* (R&D). jenis penelitian *research and development* adalah tahap awal dan tahap eksplorasi, di mana produk dan layanan diuji untuk mengetahui seberapa efektif kegunaannya bagi pengguna. Penelitian juga merupakan proses pembuatan produk baru atau penyempurnaan produk yang sudah ada (Zakariah, M. A., Afriani, V., & Zakariah, K. M, 2020). Model pengembangan yang dilakukan adalah model pengembangan ADDIE. Model pengembangan ADDIE adalah singkatan dari *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Model ini merupakan suatu metode yang menekankan analisis bagaimana setiap bagian yang dimiliki berinteraksi satu sama lain dan diatur sesuai dengan fase yang ada (Rayanto, Y. H, 2020). Namun penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap *development* (pengembangan). Secara garis besar prosedur penelitian disajikan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Model Pengembangan Penelitian (dokumen pribadi)

Dasar dari penelitian pengembangan ini adalah berdasarkan hasil analisis kebutuhan awal di lapangan yang diperoleh melalui hasil wawancara kepada guru dan pengisian angket oleh siswa kelas XII SMA Negeri 18 Medan. Setelah analisis kebutuhan selesai, langkah berikutnya adalah merancang (*design*) materi dan media pembelajaran. Ini mencakup merancang tujuan pembelajaran yang spesifik, merancang konten dan aktivitas pembelajaran, serta memilih metode pengajaran yang sesuai dan juga mendesain media belajar mobile augmented reality. Pengembangan (*development*) produk yang akan dihasilkan dari penelitian ini adalah media belajar interaktif *mobile augmented reality*, yaitu sebuah aplikasi belajar yang dilengkapi materi

pelajaran, video pembelajaran, quis dan juga referensi sumber belajar yang dapat menambah pengetahuan siswa. Media *mobile augmented reality* dikembangkan untuk mendukung pembelajaran kimia kelas XII SMA semester genap pada materi Senyawa Turunan Alkana disesuaikan dengan kebutuhan Kurikulum 2013.

Hasil

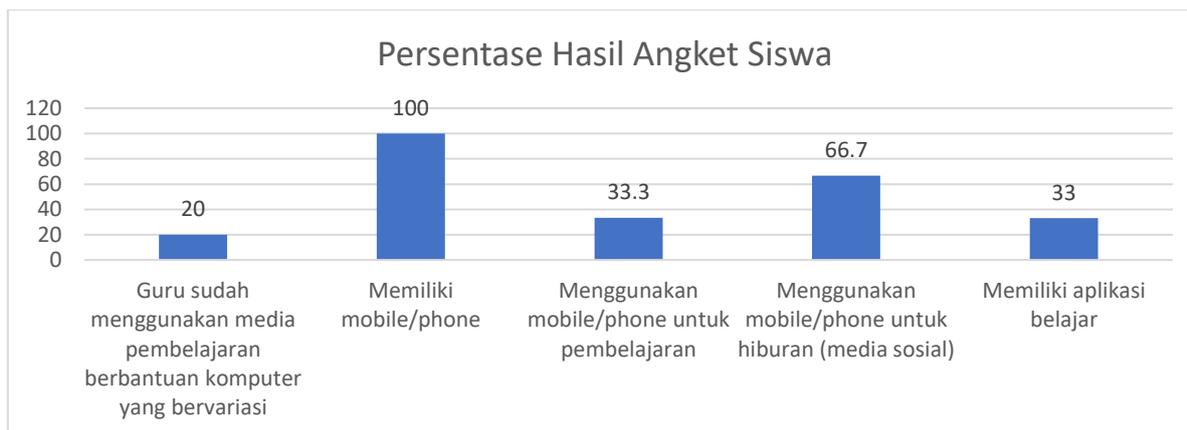
Analisis (analysis)

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis awal yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan media pembelajaran digital. Analisis kebutuhan ini diperoleh melalui angket analisis kebutuhan dan wawancara dengan tiga (3) orang guru kimia di SMA Negeri 18 Medan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran kimia pada materi Senyawa Turunan Alkana membutuhkan media belajar *Mobile Augmented Reality* yang dapat memberikan pengalaman nyata sehingga guru dapat menuntaskan penyampaian materi kimia yang banyak dalam waktu yang terbatas. Selain itu media ini sangat cocok dikembangkan untuk memancing rasa ingin tahu siswa sekaligus memenuhi tuntutan perkembangan teknologi pendidikan pada era *society 5.0* saat ini. Berikut beberapa hal yang perlu menjadi bahan pertimbangan dalam mengembangkan media *Mobile Augmented Reality* untuk siswa kelas XII SMA pada materi Senyawa Turunan Alkana, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Komponen Pengembangan Media

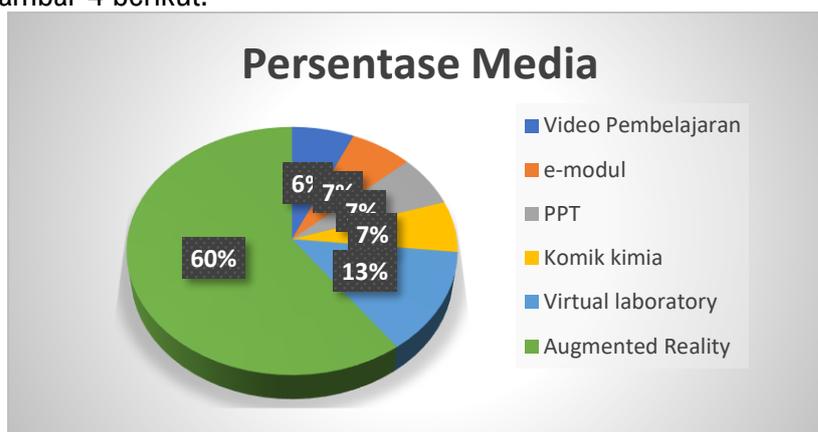
Komponen	Saran dan masukan
Menu/komponen dalam media <i>Augmented Reality</i> (AR)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bentuk 3D molekul (AR) ✓ Modul ✓ Video pembelajaran ✓ LKPD ✓ Soal dan latihan
Materi	Berisi konsep-konsep penting dan terbaru yang berbasis masalah
Pengoperasian media	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Praktis ✓ Dapat digunakan kapan saja dan di mana saja ✓ Tampilan yang menarik ✓ Tidak berbayar

Tabel 1 merupakan saran dan masukan yang dijadikan sebagai pertimbangan awal untuk pengembangan media. Media *Augmented Reality* (AR) harus dilengkapi dengan adanya modul (bahan ajar), video pembelajaran, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), soal dan Latihan. Media yang dikembangkan ini juga harus memperhatikan efisiensi dan kepraktisan penggunaan. Angket analisis kebutuhan awal juga dibagikan kepada limabelas (15) orang siswa perwakilan kelas XII SMA Negeri 18 Medan dengan hasil yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Persentase Hasil Angket Siswa

Hasil angket pada gambar 3 menunjukkan bahwa pemanfaatan mobile/phone siswa belum digunakan secara maksimal, padahal ini merupakan salah satu sumber daya yang sangat memungkinkan digunakan untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Selanjutnya siswa diberi kesempatan untuk memilih media belajar yang sesuai dengan materi senyawa turunan Alkana. Mereka memilih salah satu dari beberapa media belajar yang dapat meningkatkan hasil dan motivasi belajar melalui link *google form* <https://forms.gle/dm8pT4dn8yh6Sn1B6>, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4 berikut.



Gambar 4 Persentase Media untuk materi Senyawa Turunan Alkana

Berdasarkan hasil persentase dari gambar 4, maka tahap selanjutnya yang dilakukan adalah membuat desain media *mobile Augmented Reality* (AR).

Desain (design)

Tahap ini diawali dengan mengumpulkan referensi dari berbagai sumber yang berhubungan dengan penggunaan *Augmented Reality* (AR) pada materi kimia dan ternyata teknologi ini sudah digunakan pada materi senyawa hidrokarbon, namun belum ada untuk senyawa turunan alkana. Materi yang disajikan pada media disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan indikator pencapaian kompetensi yang ditentukan dari standar kompetensi dan kompetensi dasar kimia kelas XII pada kurikulum 2013.

Komponen pendukung lainnya juga dipersiapkan dengan baik, seperti gambar-gambar yang diperlukan, animasi, situs web, video pembelajaran dan juga aplikasi *chemdraw professional* untuk membuat struktur molekul dari senyawa turunan alkana yang akan digunakan pada e-modul. Tahap selanjutnya adalah merancang desain media *Augmented Reality* (AR) yang akan dikembangkan dalam bentuk *historyboard* dan *storyboard*. Pembuatan *historyboard* bertujuan agar produk yang dikembangkan memiliki alur yang jelas sehingga memudahkan dalam proses

pengembangan. *Storyboard* digunakan sebagai gambaran pembuatan media. Desain dari media belajar ini juga berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari media sejenis yang sudah ada sebelumnya dan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan sehingga diperoleh media yang praktis, namun sesuai dengan standar yang berlaku.

Pengembangan (development)

Pengembangan aplikasi adalah bagian dari proses mengubah apa yang telah dibuat dalam tahap desain menjadi sebuah produk. Pada tahap ini dilakukan pembuatan produk yang akan dikembangkan, yaitu media belajar mobile *Augmented Reality* (AR). Kegiatan yang dilakukan yaitu membuat e-modul, menyiapkan video pembelajaran, menyiapkan asset untuk molekul yang akan ditampilkan pada kamera *Augmented Reality* (AR), dan soal latihan interaktif. Setelah semua bahan sudah lengkap, maka media belajar *mobile Augmented Reality* (AR) disiapkan dengan bantuan *software unity*. Adapun menu yang ada pada media *mobile Augmented Reality* (AR) antara lain: menu informasi dan petunjuk, profil, kompetensi, kegiatan pembelajaran, bahan ajar, evaluasi dan juga menu AR camera.

Tampilan Awal Media

Seperti yang sudah dijelaskan di atas bahwa menu yang ada pada media *mobile Augmented Reality* (AR) antara lain: menu informasi dan petunjuk, profil, kompetensi, kegiatan pembelajaran, bahan ajar, evaluasi dan juga menu AR camera. Semua menu ini dapat dilihat pada tampilan awal media seperti yang ditunjukkan gambar 5 berikut.

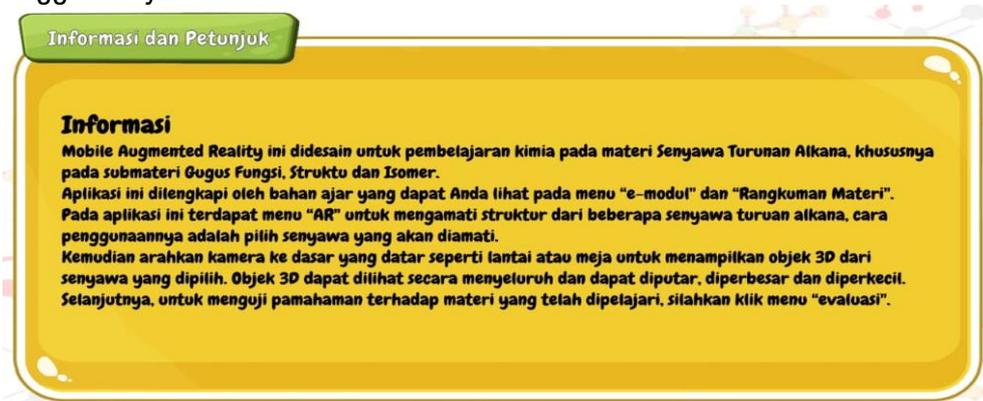


Gambar 5 Tampilan Awal Media *mobile Augmented Reality* (AR)

Selanjutnya akan dijelaskan secara detail setiap menu yang ada pada media ini.

1. Menu Informasi dan Petunjuk

Menu informasi dan petunjuk berfungsi memberikan keterangan singkat mengenai kelengkapan menu dalam media, digunakan untuk apa dan bagaimana cara penggunaannya.



Gambar 6 Tampilan menu informasi dan petunjuk

2. Menu Profil

Menu profil berisi mengenai identitas pengembang serta *contact person* pengembang yang berfungsi agar pengguna dapat menghubungi pengembang jika terdapat pertanyaan mengenai media.



Gambar 7 Tampilan menu profil

3. Menu Kompetensi

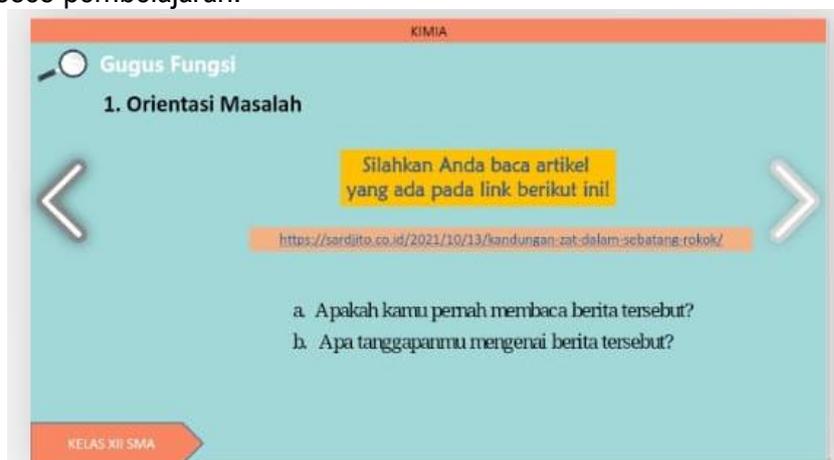
Berisi kompetensi, indikator pencapaian dan tujuan pembelajaran.



Gambar 8 Tampilan menu kompetensi

4. Menu Kegiatan Pembelajaran

Menu kegiatan pembelajaran berisi tahapan kegiatan yang akan dilaksanakan siswa selama proses pembelajaran.

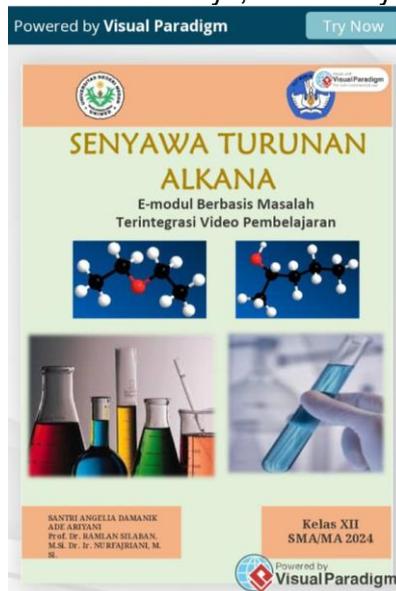


Gambar 9 Tampilan menu kegiatan pembelajaran

Pada menu kegiatan pembelajaran ini disusun dengan model pembelajaran berbasis masalah (PBL), dilengkapi dengan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD).

5. Menu Bahan Ajar

Menu bahan ajar berisi materi kimia kelas XII semester genap yaitu Senyawa Turunan Alkana, Senyawa Benzena dan Turunannya, serta Senyawa Makromolekul.



Gambar 10 Tampilan menu bahan ajar

Bahan ajar ini disusun sesuai dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), yang dilengkapi dengan soal evaluasi, lembar kerja peserta didik, video pembelajaran yang sesuai dan beberapa fitur spesial lainnya yang mampu meningkatkan motivasi dan minat belajar siswa.

6. Menu Evaluasi

Menu evaluasi berisi Latihan soal mengenai struktur, tata nama, isomer, sifat dan sintesis senyawa turunan alkana, masing-masing terdiri dari lima (5) soal pilihan ganda.

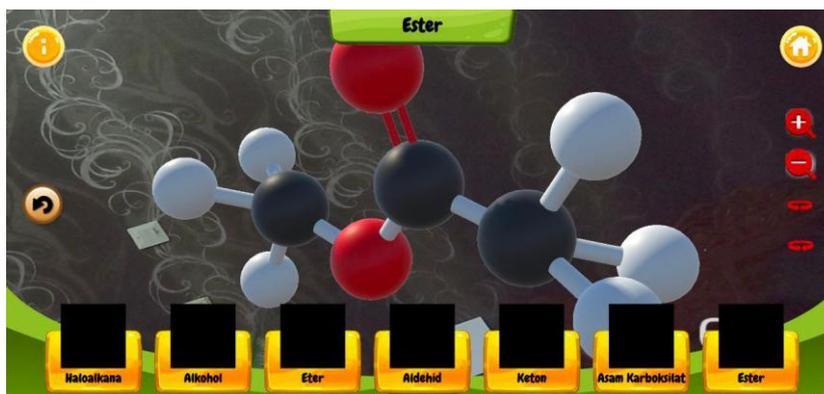


Gambar 11 Tampilan menu evaluasi

Pada saat mengerjakan soal pada menu evaluasi ini, siswa diperdengarkan musik yang ringan sehingga tidak menimbulkan kejenuhan pada saat mengerjakan soal.

7. Menu AR camera

Menu ini merupakan bagian penting atau ciri khusus dari media yang dikembangkan.



Gambar 12 Tampilan menu AR camera

Gambar 12 menunjukkan salah satu contoh molekul yang dapat ditampilkan pada menu AR camera. Melalui AR Camera siswa dapat berinteraksi langsung dengan beberapa contoh dari senyawa turunan alkana yakni Haloalkana, Alkohol, Eter, Aldehid, Keton, Asam Karboksilat dan Ester, yang dilengkapi dengan *icon zoom in* dan *zoom out*, serta siswa dapat merotasi molekul tersebut sehingga dapat melihat seluruh bentuk molekulnya. Pada menu AR camera, siswa juga dapat melihat beberapa jenis isomer dari senyawa turunan alkana.

Pembahasan

Produk yang diperoleh dari penelitian pengembangan ini tentunya sangat bermanfaat pada proses pembelajaran kimia kelas XII SMA pada materi senyawa turunan alkana. Media belajar berbantuan *Augmented Reality* (AR) yang dapat digunakan secara *markerless based*. *Markerless AR* memungkinkan objek maya untuk diposisikan dilingkungan gambar nyata dengan memeriksa fitur yang ada dalam data secara *real time*. Pemakaian *markerless based AR* ini lebih mudah dibandingkan *marker based*, karena tidak harus menyediakan *barcode* penanda terlebih dahulu. Stabilitas *AR based marker* relatif lebih rendah, yang sangat dipengaruhi oleh kualitas *barcode* dan kematangan AR, sementara kompleksitas model virtual hanya sedikit berpengaruh; dan *markerless based AR* biasa dapat digunakan pada perangkat seluler, sehingga penggunaannya lebih *simple*, dapat digunakan kapan saja dan di mana saja (Cheng et al., 2017).

Media *mobile Augmented Reality* (AR) ini dipadukan dengan e-modul yang dilengkapi video pembelajaran yang menarik, lembar kerja peserta didik, penilaian kuantitatif dan juga rangkuman materi pelajaran. E-modul ini disajikan dalam bentuk *flip book*, yang dapat diakses siswa melalui link yang disediakan. Kegiatan pembelajaran siswa disusun sesuai dengan model *Problem Based Learning* (PBL), dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) orientasi siswa pada masalah, 2) mengorganisasi siswa untuk belajar, 3) membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, 4) mengembangkan dan menyajikan hasil, 5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Kegiatan pembelajaran ini menyajikan materi Gugus fungsi, Tata nama dan Isomer dari senyawa turunan alkana. Masing-masing materi dilengkapi dengan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD). Media ini sangat praktis untuk digunakan, karena keseluruhan menu tersebut digabungkan dalam satu media belajar yang dapat diakses siswa melalui perangkat seluler mereka.

Penelitian pengembangan mengenai media belajar berbantuan *Augmented Reality* (AR) ini sudah banyak dilakukan, contohnya ARchemy membantu siswa untuk menggambarkan konsep 3D yang rumit secara visual (Abdinejad et al, 2021). Namun langkah lebih baik jika media ARchemy digabungkan dengan pengukuran kuantitatif dan penilaian tes untuk menciptakan materi pembelajaran yang lebih efektif serta mengikutsertakan siswa dalam memahami konsep-

konsep kimia yang menantang. Pengembangan *Mobile Augmented Reality* yang dilakukan oleh Alfaro, J. L. D et al (2022), pada materi titrasi asam basa. Mereka mengembangkan *Mobile Augmented Reality* dengan mengintegrasikan beberapa fitur seperti buku catatan, grafik, petunjuk berorientasi praktis dan juga soal pilihan ganda. Meskipun demikian, aplikasi ini hendaknya memberikan instruksi yang lebih eksplisit untuk subtugas, dan memodifikasi fitur tertentu.

(Fitriyah et al., 2020) membuat kombinasi antara sebuah bentuk buku dengan aplikasi belajar yang didukung oleh fitur-fitur yang memudahkan siswa untuk belajar menggunakan telepon genggam. Namun pemakaiannya masih dengan cara mengarahkan kamera pada fitur scan ke penanda di buku, untuk menampilkan tiga jenis gambar ikatan kimia pada tampilan layar. Selanjutnya adalah *ARchemist* sebuah sistem manajemen tugas laboratorium yang membantu siswa mengendalikan prosedur dan langkah-langkah praktikum (Yang et al., 2018). Namun tentunya pelaksanaan praktikum membutuhkan pengawasan langsung oleh guru atau asisten laboratorium untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

Media belajar berbantuan *Augmented Reality* (AR) ini sangat sesuai dengan tuntutan kebutuhan pembelajaran abad 21, oleh karena itu pengembangan media ini dapat terus dilakukan. Pada tahap selanjutnya dapat dilakukan pengembangan media berbantuan *Augmented Reality* (AR) pada materi benzena. Kiranya pada media tersebut, siswa dapat melihat dan berinteraksi secara langsung terhadap bentuk molekul dan juga resonansi ikatan rangkap pada benzena. Akan sangat menyenangkan tentunya jika media tersebut dapat membantu siswa untuk mengetahui tata cara penamaan benzena.

Secara keseluruhan menu dalam media ini dapat digunakan oleh siapapun, hanya saja pada bagian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), jawaban siswa akan otomatis terkirim ke email pembuat, sehingga jika ada guru lain yang ingin menggunakan media ini, harus senantiasa terhubung dengan pembuat media. Penelitian pengembangan media *mobile Augmented Reality* (AR) sudah dilaksanakan dengan baik, namun sebelum diimplementasikan dalam proses pembelajaran, media ini perlu untuk divalidasi terlebih dahulu baik itu validasi ahli materi maupun validasi oleh ahli media.

Conclusion

Melalui penelitian ini maka diperoleh sebuah media belajar yang mampu meningkatkan keterampilan belajar abad 21 siswa. Media belajar berbantuan *Augmented Reality* (AR) yang *markerless* dipadukan dengan e-modul yang dilengkapi video pembelajaran yang menarik, lembar kerja peserta didik, penilaian kuantitatif dan juga rangkuman materi pelajaran. Media ini sangat praktis untuk digunakan, karena keseluruhan menu tersebut digabungkan dalam satu media belajar yang dapat diakses siswa melalui *mobile device*. Media ini mampu memberikan pengalaman belajar yang nyata kepada siswa, karena siswa dapat berinteraksi secara langsung dengan objek yang sedang dipelajari. Sebelum diimplementasikan dalam proses pembelajaran, media ini perlu untuk divalidasi terlebih dahulu baik itu validasi ahli materi maupun validasi oleh ahli media.

References

- Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). Student Perceptions Using Augmented Reality and 3D Visualization Technologies in Chemistry Education. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 87–96. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09880-2>
- Angga, A., Abidin, Y., & Iskandar, S. (2022). Penerapan Pendidikan Karakter dengan Model

- Pembelajaran Berbasis Keterampilan Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1046–1054. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2084>
- Atsushi Deguchi, Chiaki Hirai, Hideyuki Matsuoka, T. N., & Kohei Oshima, Mitsuharu Tai, and S. T. (2020). *What is society 5.0*.
- Cheng, J. C. P., Chen, K., & Chen, W. (2017). *COMPARISON OF MARKER-BASED AR AND MARKERLESS AR : A CASE STUDY ON INDOOR*. July 2019. <https://doi.org/10.24928/JC3-2017/0231>
- Dominguez Alfaro, J. L., Gantois, S., Blattgerste, J., De Croon, R., Verbert, K., Pfeiffer, T., & Van Puyvelde, P. (2022). Mobile Augmented Reality Laboratory for Learning Acid-Base Titration. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 531–537. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00894>
- Donasari, A., & Silaban, R. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android Pada Materi Termokimia Kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 3(1), 86. <https://doi.org/10.24114/jipk.v3i1.23056>
- Dr. Syarifuddin, M. P., & Eka Dewi Utari, M. P. (2022). *MEDIA PEMBELAJARAN (DARI MASA KONVENSIONAL HINGGA MASA DIGITAL)*. Bening Media Publishing. <https://books.google.co.id/books?id=0biBEAAQBAJ>
- Fitriyah, I. J., Setiawan, A. M., Marsuki, M. F., & Hamimi, E. (2020). DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY ASSISTED LEARNING MEDIA TO IMPROVE CONCEPT UNDERSTANDING OF CHEMICAL BONDING TOPICS. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 4. <http://journal2.um.ac.id/index.php/>
- Icela, L. (2022). *Components of Education 4 . 0 in 21st Century Skills Frameworks : Systematic Review*. 1–31.
- Industri, R. (2023). *Teknologi Dalam Pendidikan : Membantu Siswa Beradaptasi Dengan*. 05(04), 11777–11790.
- Khairi, A., Kohar, S., Widodo, H. K., Ghufroon, M. A., Kamalludin, I., Prasetya, D., Prabowo, D. S., Setiawan, S., Syukron, A. A., & Anggraeni, D. (2022). *Teknologi Pembelajaran: Konsep dan Pengembangannya di Era Society 5.0*. Penerbit NEM. <https://books.google.co.id/books?id=0m2BEAAQBAJ>
- Mayer, R. E. (2022). Instructional media and instructional methods in digital language learning: Are we asking the right questions? *Bilingualism: Language and Cognition*, 25(3), 396–397. <https://doi.org/D0I: 10.1017/S1366728921000559>
- Özdemir, V., & Hekim, N. (2018). Birth of Industry 5.0: Making Sense of Big Data with Artificial Intelligence, “the Internet of Things” and Next-Generation Technology Policy. *OMICS A Journal of Integrative Biology*, 22(1), 65–76. <https://doi.org/10.1089/omi.2017.0194>
- Pgmi, D., Nurul, S., Oku, H., Selatan, S., Pgmi, D., Uin, F. T. K., Bonjol, I., & Barat, S. (n.d.). *DALAM PEMBELAJARAN PENDIDIKAN DASAR Resti Septikasari Rendy Nugraha Frasandy PENDAHULUAN Sejalan dengan era globalisasi , ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkembang sangat cepat dan makin canggih , dengan peran yang makin luas maka diperlukan guru yan*. 107–117.
- Rahman, L., Silaban, R., & Nur, N. (2021). Pengembangan E-Modul Kimia Berbantuan Flip Pdf Professional Untuk Pembelajaran Kimia Non Logam Pada Pokok Bahasan Karbon Dan Silikon. *Duconomics Sci-Meet (Education & Economics Science Meet)*, 1, 185–191. <https://doi.org/10.37010/duconomics.v1.5440>
- Redhana, I. W. (2023). *MENGEMBANGKAN KETERAMPILAN ABAD KE-21 DALAM PEMBELAJARAN*. January 2019.
- Simaremare, D., Silaban, R., Nurfajriani, N., & Sitorus, M. (2022). *Development of an Innovative E-book Integrated Learning Video to Improve Learning outcomes and Learning Motivation*

of Chemistry Education Student on Metabolic Biochemistry Topic.
<https://doi.org/10.4108/eai.20-9-2022.2324800>

Yang, S., Mei, B., & Yue, X. (2018). *Mobile Augmented Reality Assisted Chemical Education: Insights from Elements 4D*. 1060–1062. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00017>

Yudha, S., Nurfajriani, N., & Silaban, R. (2022). *Development of Android-Based Interactive Multimedia on Odd Semester Chemistry Materials for Class X SMA/MA*. 1–8. <https://doi.org/10.4108/eai.20-9-2022.2324666>

Yudha, S., Nurfajriani, N., & Silaban, R. (2023). Analisis Kebutuhan Guru Terhadap Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android. *Jurnal Warta Desa (JWD)*, 5(1), 42–47. <https://doi.org/10.29303/jwd.v5i1.219>

---Halaman ini sengaja dikosongkan---