

Pengembangan aplikasi nanoworld berbasis *game based learning* menggunakan *construct 3*: perkembangan teori, struktur atom, dan nanoteknologi

Abdilah Nur Kuncoro Jati¹, Ratna Sari Siti Aisyah^{2*}, Robby Zidny³

^{1,2,3}Pendidikan Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kota Serang, Indonesia

*email korespondensi: ratnasari@untirta.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif Nanoworld berbasis Game Based Learning menggunakan Construct 3 pada materi perkembangan teori atom, struktur atom, dan aplikasinya dalam nanoteknologi. Inovasi utama aplikasi ini terletak pada mekanisme permainannya yang mengintegrasikan secara visual konsep abstrak perkembangan teori dan struktur atom dengan penerapannya di dunia nyata melalui teka-teki perbaikan komponen nanochip. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (R&D) yang mengadaptasi model Borg & Gall dengan tahapan: research and collecting data, planning, develop preliminary form of product, preliminary field testing, main product revision, dan final product. Penelitian dilaksanakan pada Juli hingga September di SMA Negeri 5 Kota Serang dengan melibatkan 36 peserta didik kelas X sebagai sampel uji coba terbatas. Hasil validasi menunjukkan bahwa aplikasi Nanoworld memperoleh nilai rata-rata 0,81 dari ahli materi, 0,82 dari ahli media, dan 0,83 dari ahli asesmen, seluruhnya dengan kriteria valid. Selain itu, respon peserta didik memperoleh persentase 84,92% dengan kategori "sangat baik". Berdasarkan hasil tersebut, aplikasi Nanoworld telah memenuhi aspek validitas, kelayakan, dan mendapatkan respons positif dari peserta didik sebagai media pembelajaran interaktif, meskipun efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar masih memerlukan pengujian eksperimental lebih lanjut pada penelitian mendatang.

Kata Kunci: Construct 3; Game Based Learning; Media Pembelajaran; Nanoteknologi; Teori Atom

Abstract

Development of a Nanoworld Application Based on Game-Based Learning Using Construct 3: Theoretical Developments, Atomic Structure, and Nanotechnology. This study aimed to develop an interactive learning medium named "Nanoworld"—based on the Game-Based Learning approach and created using Construct 3—covering the evolution of atomic theory, atomic structure, and their applications in nanotechnology. The application's key innovation lies in its game mechanics, which visually integrate abstract concepts regarding the development of atomic theory and structure with real-world applications through puzzles involving the repair of nanochip components. The study employed the Research and Development (R&D) method, adapting the Borg & Gall model through the following stages: research and data collection, planning, development of the preliminary product form, preliminary field testing, main product revision, and final product completion. The research was conducted from July to September at SMA Negeri 5 Serang City, involving 36 tenth-grade students as the limited trial sample. Validation results indicated that the Nanoworld application achieved average scores of 0.81 from subject matter experts, 0.82 from media experts, and 0.83 from assessment experts, all meeting the validity criteria. Furthermore, student feedback yielded a score of 84.92%, placing it in the "very good" category. Based on these results, the Nanoworld application met validity and feasibility standards and garnered a positive response from students as an interactive learning medium, although further experimental research is required to determine its effectiveness in improving learning outcomes.

Keywords: Atomic Theory; Construct 3; Game Based Learning; Learning Media; Nanotechnology

Pendahuluan

Pembelajaran sains di Indonesia masih menghadapi kendala serius. Hasil PISA 2022 menunjukkan capaian sains peserta didik Indonesia yang relatif rendah, yang berkaitan dengan dominasi pembelajaran hafalan, rendahnya keterlibatan aktif, serta terbatasnya media pembelajaran yang interaktif dan kontekstual. Rata-rata capaian kemampuan membaca peserta didik di Indonesia menunjukkan nilai sebesar 359, menempatkannya di posisi ke-74; skor rata-rata kemampuan matematika adalah 379, pada posisi ke-75; dan

skor rata-rata kemampuan sains adalah 383, di posisi ke-71 (OECD, 2023). Penelitian sebelumnya juga menegaskan bahwa lemahnya kemampuan berpikir kreatif dalam kimia dipengaruhi oleh rendahnya pemahaman konsep dan kurangnya visualisasi materi abstrak, termasuk nanoteknologi (Samuji & Siswanto, 2020).

Kondisi konseptual tersebut diperkuat dari studi pendahuluan yang dilakukan terhadap delapan guru kimia Sekolah Menengah Atas di wilayah Kota Serang dan Jakarta. Hasil analisis kebutuhan di lapangan menunjukkan bahwa seluruh pendidik masih sangat bergantung pada perangkat ajar konvensional seperti modul, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan buku teks cetak, tanpa memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi. Meskipun para guru telah berupaya menerapkan model pembelajaran inovatif seperti *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*, pendekatan yang mengintegrasikan permainan (*Game Based Learning*) belum pernah diterapkan di kelas. Menariknya, seluruh responden guru sepakat bahwa penggunaan media berbasis permainan interaktif akan sangat membantu proses visualisasi materi kimia yang abstrak bagi peserta didik (Samuji & Siswanto, 2020) (Nisa et al., 2025). Berbagai penelitian sebelumnya (Zahro et al., 2021; Nurhayati et al., 2025; Nisa et al., 2025) telah membuktikan bahwa *Game Based Learning* merupakan pendekatan yang efektif untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman peserta didik melalui pengalaman belajar yang bermakna. Namun, terdapat kesenjangan penelitian yang mendasar pada media *Game Based Learning* yang telah dikembangkan saat ini. Media edukasi kimia terdahulu umumnya berfokus pada penyajian konsep dasar secara terpisah dan belum mengaitkan teori dengan aplikasinya secara nyata. Pada topik atom, belum ada media permainan yang secara spesifik dan terintegrasi menggabungkan materi perkembangan teori atom, struktur atom, dengan penerapannya dalam ilmu nanoteknologi sebuah bidang ilmu masa depan yang memanipulasi materi pada skala 1 hingga 100 nanometer untuk menciptakan material dengan sifat baru (Affandy, 2020). Integrasi ini sangat penting karena pemahaman yang kuat mengenai struktur atom adalah fondasi utama untuk mempelajari nanoteknologi secara logis (Affandy, 2020).

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, teknologi perangkat lunak perlu dioptimalkan guna menjembatani teori abstrak dengan pengalaman belajar yang konkret. Mengingat dominannya penggunaan *smartphone* di kalangan peserta didik untuk kegiatan hiburan, pengembangannya sebagai *game* edukatif menjadi solusi yang sangat relevan (Fatimah & Zidny, 2023; Aisyah et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan aplikasi Nanoworld. Kebaruan utama aplikasi Nanoworld dibandingkan media *Game Based Learning* sebelumnya terletak pada mekanisme permainannya yang secara kontekstual merangkai materi dasar atom dengan aplikasi nanoteknologi. Alih-alih sekadar memindahkan kuis ke dalam format digital, aplikasi ini menggunakan alur cerita dan simulasi penempatan unsur spesifik untuk memperbaiki *nanochip* serta video pembelajaran yang menjelaskan secara spesifik unsur yang digunakan dalam sebuah *nanochip*. Pendekatan interaktif ini tidak hanya membantu mengonkretkan konsep abstrak, tetapi juga merangsang kemampuan berpikir kreatif peserta didik dalam melihat relevansi ilmu kimia terhadap inovasi teknologi masa depan.

Berdasarkan permasalahan dan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi pembelajaran berbasis *Game Based Learning* bernama Nanoworld menggunakan *software Construct 3* pada materi perkembangan teori atom, struktur atom, dan aplikasinya dalam nanoteknologi. Artikel ini diharapkan dapat berkontribusi secara akademik dalam menghadirkan inovasi media pembelajaran kimia, serta secara praktis menyediakan alternatif media berbasis *Android* yang sesuai dengan karakteristik peserta didik generasi digital pada pembelajaran abad ke-21.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* dengan tujuan menghasilkan sekaligus menguji kelayakan suatu produk pendidikan berupa media pembelajaran berbasis *Game Based Learning*. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya berfokus pada pengujian hipotesis, tetapi pada proses pengembangan produk secara sistematis melalui tahapan perencanaan, pembuatan, validasi, revisi, dan uji coba lapangan. Model pengembangan yang digunakan mengacu pada Borg dan Gall yang telah dimodifikasi menjadi tujuh tahap utama agar sesuai dengan keterbatasan waktu dan kondisi lapangan, meliputi pengumpulan informasi, perencanaan, pengembangan produk awal, validasi ahli, revisi, uji coba lapangan, dan produk akhir (Sugiyono, 2013).

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 5 Kota Serang pada periode Juli hingga September 2025. Guna memperjelas proporsi subjek penelitian pada setiap tahapan pengembangan, partisipan dibagi ke dalam dua kelompok utama. Pada tahap analisis kebutuhan (*research and information collecting*), partisipan terdiri dari

8 guru kimia SMA di wilayah Kota Serang, Jakarta Selatan, dan Jakarta Utara. Selanjutnya, pada tahap uji coba lapangan terbatas (*main field testing*), populasi yang digunakan adalah peserta didik kelas X, dengan sampel terpilih berjumlah 36 peserta didik dari kelas X 1. Pemilihan sampel ini menggunakan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan bahwa peserta didik di kelas tersebut telah menyelesaikan materi teori perkembangan dan struktur atom, sehingga media dapat diujikan sebagai materi pengayaan. Jumlah 36 peserta didik dinilai memadai untuk tahap uji coba terbatas guna memperoleh gambaran awal mengenai respons pengguna terhadap media yang dikembangkan (Sugiyono, 2013). Instrumen penelitian yang digunakan meliputi angket analisis kebutuhan pendidik, lembar validasi kelayakan (untuk materi, media, dan soal asesmen), serta angket respons peserta didik. Pada tahap pengujian validitas, penilaian dilakukan oleh tujuh orang validator yang terdiri atas lima orang guru kimia dan dua orang dosen pendidikan kimia. Para validator ini bertugas secara komprehensif untuk memvalidasi kelayakan isi/materi, kelayakan media (kegrafikan dan tampilan), kelayakan bahasa, serta kesesuaian instrumen soal asesmen berdasarkan kriteria *High Order Thinking Skills* (HOTS). Validator memberikan penilaian menggunakan skala Likert lima poin (Sugiyono, 2013) (Azwar, 2015; Aiken, 1985).

Tabel 1. Skala Likert Angket Validasi Ahli Materi dan Ahli Media

Kriteria	Skor
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Cukup	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Analisis data untuk kelayakan produk dilakukan secara kuantitatif menggunakan formula indeks validitas Aiken's V. Formula ini digunakan untuk menghitung tingkat kesepakatan para ahli terhadap kualitas produk dan instrumen yang dikembangkan. Tolak ukur yang digunakan adalah nilai indeks V_{hitung} harus lebih besar daripada nilai V_{tabel} agar aplikasi dinyatakan valid. Penelitian ini menetapkan batas minimal validitas sebesar 0,75 pada taraf kesalahan 5% atau signifikansi $p < 0,05$ (Azwar, 2015; Aiken, 1985). Pemilihan angka 0,75 ini secara spesifik didasarkan pada ketentuan tabel validitas Aiken, di mana untuk jumlah penilai sebanyak 7 orang dengan 5 kategori pilihan penilaian, nilai $V \geq 0,75$ menunjukkan tingkat kelayakan dan kesepakatan yang tinggi secara statistik.

Tabel 2. Skala Likert Angket Respon Peserta Didik

Kriteria	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Tabel 3. Kriteria Hasil Kelayakan Media dan Materi

Persentase	Kriteria
0% - 20%	Sangat kurang
21% - 40%	Kurang
41% - 60%	Cukup
61% - 80%	Layak atau baik
81% - 100%	Sangat baik

Setelah media dinyatakan valid dan direvisi sesuai masukan ahli, produk diimplementasikan dalam uji coba terbatas. Data respons peserta didik dikumpulkan melalui angket berskala Likert empat poin (Sangat Setuju hingga Sangat Tidak Setuju) yang mengukur aspek tampilan, penyajian materi, dan manfaat media pembelajaran. Data respons ini kemudian dihitung menggunakan teknik persentase dan diinterpretasikan secara deskriptif kualitatif untuk menentukan tingkat keterterimaan aplikasi, mulai dari kategori Sangat Kurang (0%-20%) hingga Sangat Baik (81%-100%) (Riduwan, 2015). Analisis data dilakukan secara manual tanpa bantuan perangkat lunak statistik khusus, mengingat fokus penelitian berada pada evaluasi kelayakan dan respon pengguna terhadap produk pengembangan. Data kuantitatif dihitung berdasarkan jawaban validator dan dipersentasekan sesuai kriteria penilaian untuk menentukan tingkat keidealan setiap item pernyataan pada lembar validasi.

Hasil dan Pembahasan

Sebelum mengembangkan media pembelajaran, penelitian ini diawali dengan tahap studi pendahuluan melalui penyebaran angket kepada delapan guru kimia Sekolah Menengah Atas di wilayah Kota Serang dan Jakarta. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh pendidik masih sangat bergantung pada perangkat ajar konvensional seperti modul, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan buku teks cetak, tanpa memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi. Meskipun para guru telah menerapkan model pembelajaran inovatif seperti *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*, pendekatan berbasis permainan (*Game Based Learning*) belum pernah diterapkan di kelas. Menariknya, seluruh responden sepakat bahwa penggunaan media berbasis permainan interaktif akan sangat membantu proses visualisasi materi kimia yang abstrak. Data empiris ini menguatkan urgensi perlunya pengembangan aplikasi Nanoworld untuk mengisi kekosongan ketersediaan media ajar visual yang sesuai dengan karakteristik peserta didik.

Aplikasi permainan Nanoworld dikembangkan sebagai media pembelajaran melalui metode *Research and Development*. Model yang digunakan mengacu pada pengembangan Borg & Gall (1989) dengan beberapa tahapan penelitian, yaitu pencarian dan pengumpulan data, perencanaan, pengembangan produk awal, validasi oleh ahli media dan ahli materi, revisi berdasarkan hasil validasi, uji coba lapangan, dan penyusunan produk akhir.

Untuk mengatasi kesulitan yang dialami peserta didik, diperlukan pembaruan dalam pemilihan media pembelajaran dan penerapan model pembelajaran, karena kedua aspek tersebut memiliki peran penting dalam menunjang keberhasilan proses belajar. Pemanfaatan media pembelajaran dapat menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk membantu peserta didik memahami materi pembelajaran dengan lebih baik (Aisyah et al., 2021). Aplikasi Nanoworld dikembangkan menggunakan *Construct 3* dan dirilis dalam bentuk *Application Package File* berukuran 70,3 MB. Aplikasi ini menggunakan font Arial dan Bedstead serta didukung oleh berbagai perangkat lunak seperti *Adobe After Effects*, *Adobe Illustrator*, *Adobe Photoshop*, *Adobe Premiere Pro*, *Canva*, *Google Drive*, *Microsoft Image*, dan *YouTube*. Tampilan aplikasi dirancang dengan orientasi *landscape*.

Pemilihan model pembelajaran *Game Based Learning* dalam pengembangan aplikasi dilakukan karena model ini dianggap paling sesuai dengan karakteristik aplikasi Nanoworld. Aplikasi Nanoworld bukan sekadar media pembelajaran, tetapi juga merupakan media belajar yang dikemas dalam bentuk permainan interaktif. Meskipun masih dalam tahap pengembangan dan baru diuji secara terbatas, peneliti berharap aplikasi ini dapat meningkatkan motivasi serta kemampuan berpikir kreatif peserta didik di kelas. Materi tentang perkembangan teori atom, struktur atom, dan penerapannya dalam nanoteknologi menuntut kemampuan berpikir abstrak yang relatif tinggi. Oleh karena itu, peneliti berupaya menyajikan visualisasi konsep tersebut melalui permainan Nanoworld agar materi lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Dengan demikian, model pembelajaran *Game Based Learning* dijadikan dasar konseptual sekaligus landasan utama dalam proses perancangan dan pengembangan aplikasi Nanoworld. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Agustina et al (2024) yang dimana dalam pembelajaran berbasis permainan (*Game Based Learning*), motivasi intrinsik mendorong peserta didik untuk belajar dengan semangat yang tinggi. Permainan mampu memberikan kepuasan alami yang memotivasi peserta didik untuk terus belajar melalui tantangan yang relevan dan mendalam. Selain itu, peserta didik juga merasa memiliki kendali terhadap proses pembelajaran karena keterlibatan mereka yang tinggi dalam lingkungan belajar yang dinamis.

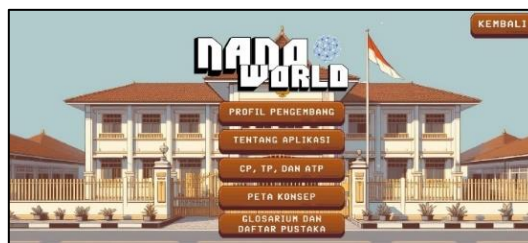
Dalam metode ini, permainan tidak hanya bersifat hiburan, melainkan dirancang untuk mendukung pencapaian tujuan pembelajaran melalui interaksi aktif, tantangan, dan umpan balik yang terstruktur. Aplikasi Nanoworld disusun dari berbagai komponen yang telah dimodifikasi berdasarkan sumber-sumber relevan, meliputi halaman sampul, bagian tentang aplikasi dan cara bermain, peta konsep, Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), profil pengembang, glosarium, serta daftar pustaka, disertai konten pendukung berupa efek visual, video, audio, dan gambar. Selain itu, aplikasi ini juga memuat video animasi pembelajaran yang menjelaskan perkembangan teori atom dan struktur atom secara mendasar sebagai bagian dari prolog permainan, yang berfungsi untuk mengingatkan peserta didik akan pentingnya memahami konsep dasar tersebut sebelum mempelajari materi lanjutan mengenai penerapan teori atom dalam nanoteknologi. Banyaknya informasi yang disajikan dalam aplikasi Nanoworld memudahkan peserta didik dalam mengakses berbagai konten pembelajaran. Mulai dari penjelasan tentang aplikasi, peta konsep, aturan permainan, profil pengembang, tujuan pembelajaran, hingga materi yang dikemas secara menarik melalui permainan dan video animasi. Dengan demikian, peserta didik tidak merasa kesulitan atau terbebani saat mempelajari konsep-konsep abstrak yang biasanya sulit dipahami. Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan oleh Risa Palupi & Suaedi (2025) dimana hasil wawancara kepada peserta didik setelah

menggunakan aplikasi pembelajaran berbasis *Game Based Learning* membuat peserta didik bersemangat dan tertarik serta tidak merasa terbebani ketika belajar. Pembelajaran dilakukan dalam bentuk menyelesaikan tantangan, serta mengikuti arahan dan objektif yang membuat peserta didik merasa belajar menjadi lebih ringan dan tidak membebani karena suasana kelas terasa seperti bermain tetapi tetap bermakna.

Halaman menu utama merupakan tampilan awal saat aplikasi Nanoworld dijalankan. Tampilan ini menampilkan latar gedung sekolah dengan bendera merah putih, serta menyediakan tombol volume untuk mengatur audio, tombol Mulai untuk memulai permainan, dan tombol Tentang untuk mengakses informasi aplikasi, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Menu Utama Nanoworld



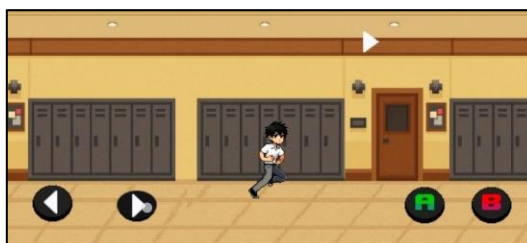
Gambar 2. Halaman Menu Tentang

Pada Gambar 2, menu Tentang memuat beberapa halaman informasi. Tombol Profil Pengembang menampilkan biodata singkat pengembang dengan tombol Home untuk kembali ke menu utama. Halaman Tentang Aplikasi menyajikan profil media Nanoworld, ketentuan penggunaan, serta fungsi tombol permainan. Halaman CP, TP, dan ATP memuat penjelasan sesuai KEPKABSKAP No.45/2025. Peta Konsep menampilkan keterkaitan materi perkembangan teori atom, struktur atom, dan penerapannya dalam nanoteknologi, sedangkan glosarium dan daftar pustaka berisi istilah serta sumber rujukan. Seluruh halaman dapat ditutup melalui tombol Kembali.



Gambar 3. Halaman Ketika Tombol Mulai di Tekan

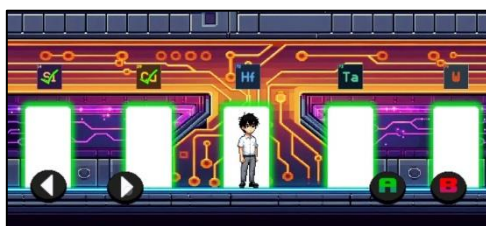
Menekan tombol Mulai pada menu utama membuat permainan langsung dimulai. Aplikasi Nanoworld menghadirkan alur cerita dengan dua tokoh, Fadil dan Lana, di mana Fadil digambarkan memiliki motivasi belajar rendah pada materi struktur atom sebagai representasi kondisi yang sering dijumpai dalam pembelajaran kimia. Alur cerita ini dikembangkan untuk membangun konteks yang relevan sehingga mendukung pencapaian tujuan pembelajaran.



Gambar 4. Permainan Utama di Lorong Kelas

Dari segi arsitektur, aplikasi Nanoworld mengusung genre permainan platformer dua dimensi dengan gaya visual *pixel art* yang menghadirkan nuansa retro namun tetap modern dan edukatif. Permainan ini dibangun dengan alur naratif yang berpusat pada tokoh Fadil, seorang siswa dengan motivasi belajar rendah terhadap mata pelajaran kimia, serta teman sebangkunya yang bernama Lana. Mekanisme utama permainan mengharuskan pemain menavigasi karakter untuk memasuki sebuah simulasi dunia nano, yang digambarkan dengan warna-warna kontras serta latar menyerupai konektor transistor di dalam sebuah *nanochip*. Di dalam dunia virtual ini, pemain akan menemukan lima ruangan berbeda yang masing-masing mewakili unsur material nyata pembuat *nanochip*, yaitu Silikon (Si), Tembaga (Cu), Hafnium (Hf), Tantalum (Ta), dan Tungsten (W). Untuk dapat memasuki setiap ruangan, sistem menerapkan mekanisme tantangan bersyarat; pemain wajib menjawab pertanyaan kuis pilihan ganda terkait materi struktur atom. Jika pemain salah menjawab, akses pintu akan tetap terkunci, sehingga memacu mereka untuk meninjau ulang materi. Sebaliknya, jika berhasil masuk, pemain ditugaskan untuk meletakkan unsur pada sebuah meja transistor yang akan memicu pemutaran video pembelajaran secara otomatis. Video tersebut mengelaborasi konfigurasi elektron, sifat fisik dan kimia, serta alasan spesifik mengapa unsur tersebut dimanfaatkan dalam teknologi *nanochip*.

Halaman ini merupakan kelanjutan permainan yang berfungsi sebagai area interaksi utama, dilengkapi tombol kontrol untuk menggerakkan karakter dan menavigasi ruangan. Di bagian atas layar terdapat penanda arah berwarna putih sebagai petunjuk pergerakan agar pemain mengikuti alur permainan dengan mudah.



Gambar 5. Visualisasi Dunia Nano pada Permainan

Halaman ini muncul setelah peserta didik menyelesaikan objektif sebelumnya dan dirancang untuk memperkuat pemahaman dunia nano melalui visual imersif bergaya teknologi dengan warna kontras, pola konduktor, dan sambungan menyerupai transistor. Terdapat lima pintu ruangan bersimbol unsur sebagai mekanisme *puzzle*, di mana peserta didik menempatkan unsur yang sesuai untuk memperbaiki *nanochip*. Unsur yang digunakan merepresentasikan material yang secara ilmiah diketahui berperan dalam teknologi *nanochip*, meskipun detail komposisinya tidak dipublikasikan karena bersifat rahasia industri.

Tabel 4. Kuis untuk Memasuki Ruangan Unsur di Dunia Nano

Kuis Ruangan Dunia Nano





Gambar 6. Jika Salah dalam Menjawab

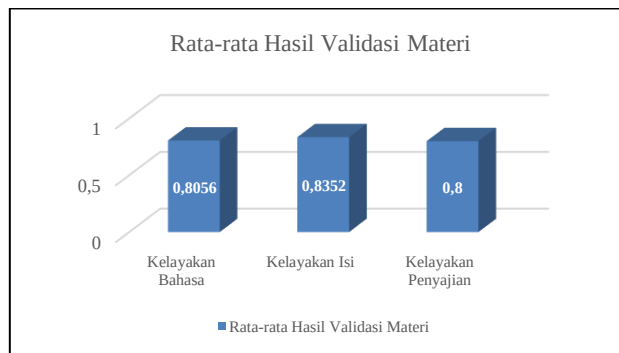


Gambar 7. Jika Benar dalam Menjawab

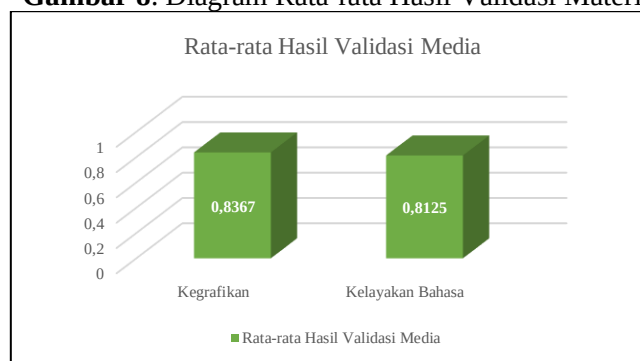
Pada tahapan ini, peserta didik diminta untuk menjawab pertanyaan ketika ingin memasuki ruangan. Setiap ruangan memiliki pertanyaan yang berbeda, ketika peserta didik salah dalam menjawab pertanyaan maka tidak akan bisa memasuki ruangan untuk melanjutkan objektif. Maka satu-satunya cara agar bisa menyelesaikan objektif tersebut, peserta didik harus menjawab pertanyaan dengan benar seperti yang tertera pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Sebelum memasuki ruangan, peserta didik menjawab satu soal pilihan ganda yang menentukan akses masuk. Di dalam ruangan, penempatan unsur pada meja menyerupai transistor memicu video pembelajaran yang membahas konfigurasi elektron, sifat fisik dan kimia, serta alasan pemanfaatan unsur dalam *nanochip*. Mekanisme permainan yang berjenjang dan menantang ini didukung temuan Nurjumiati et al. (2024) dan Xu et al. (2023) yang menunjukkan bahwa video animasi dan gamifikasi mampu meningkatkan pemahaman, motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar peserta didik.

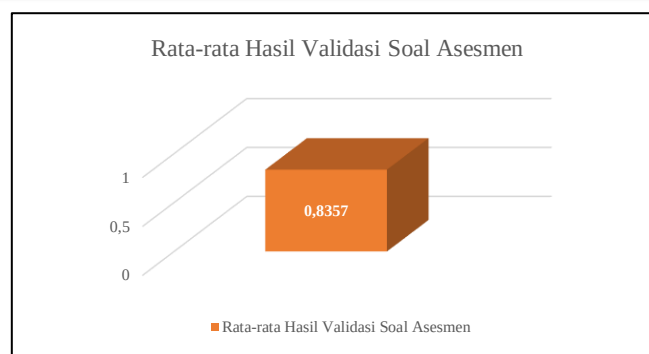
Aplikasi Nanoworld berbasis *Game Based Learning* dikembangkan untuk membantu pembelajaran kimia pada materi perkembangan teori atom, struktur atom, dan penerapannya dalam nanoteknologi. Sebelum uji coba terbatas, aplikasi ini divalidasi oleh ahli materi dan ahli media yang menilai kelayakan isi, tampilan, serta instrumen asesmen, sesuai dengan pandangan Marisa et al. (2023) bahwa media pembelajaran harus melalui penilaian ahli agar memenuhi standar validitas dan layak digunakan.



Gambar 8. Diagram Rata-rata Hasil Validasi Materi



Gambar 9. Diagram Rata-rata Hasil Validasi Media



Gambar 10. Diagram Rata-rata Hasil Validasi Soal

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran Nanoworld berbasis *Game Based Learning* layak digunakan pada pembelajaran kimia materi perkembangan teori atom, struktur atom, dan penerapannya dalam nanoteknologi. Kelayakan tersebut diperoleh melalui validasi ahli materi dan ahli media, di mana seluruh butir penilaian memenuhi nilai validitas Aiken di atas batas minimum, sehingga media dinyatakan valid dari segi isi dan tampilan serta sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kurikulum. Secara teoretis, temuan ini memperkuat pandangan bahwa kesesuaian konten, kejelasan penyajian, dan kualitas visual berperan penting dalam pembelajaran yang efektif, terutama untuk materi kimia yang bersifat abstrak melalui visualisasi permainan dan lingkungan *nanochip*. Selain itu, respon peserta didik berada pada kategori sangat baik, menunjukkan bahwa berdasarkan persepsi peserta didik, tampilan, kemudahan penggunaan, dan penyajian materi berbasis permainan memiliki potensi besar untuk meningkatkan ketertarikan, motivasi, dan keterlibatan belajar dibandingkan pembelajaran konvensional.

Interpretasi temuan menunjukkan bahwa pendekatan *Game Based Learning* berpotensi menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan sekaligus bermakna. Hasil ini sejalan dengan Zahro (2021) dan Nurhayati (2021) yang menegaskan bahwa permainan edukatif mampu meningkatkan keterlibatan emosional dan kognitif peserta didik. Dalam pembelajaran kimia, respon positif ini menjadi krusial karena materi teori atom dan nanoteknologi menuntut kemampuan imajinasi serta visualisasi yang tinggi, yang sulit dicapai melalui metode ceramah. Temuan penting lainnya adalah keberhasilan media Nanoworld dalam mengintegrasikan konsep dasar atom dengan aplikasinya dalam nanoteknologi, sehingga peserta didik memahami keterkaitan antara teori atom, struktur atom, dan teknologi *nanochip*. Hal ini memberikan kontribusi pada pembelajaran kontekstual karena media Nanoworld berperan sebagai jembatan konseptual antara teori atom dan fenomena skala nano, sebagaimana ditegaskan Affandy (2020), sekaligus memperkaya pemahaman peserta didik tentang relevansi kimia dalam perkembangan teknologi modern.

Di dalam tahapan uji coba lapangan yang dilakukan kepada peserta didik kelas X 1 di SMA Negeri 5 Kota Serang. Pada tahapan tersebut peserta didik menggunakan aplikasi, menonton video pembelajaran, serta mengerjakan latihan soal asesmen setelah menggunakan aplikasi secara berkelompok. Proses penelitian ini berlangsung selama 1 kali pertemuan untuk kelas tersebut. Di awal pertemuan, peneliti menjelaskan maksud dan tujuan dari pembelajaran yang akan dilaksanakan pada hari itu dengan menjelaskan profil singkat dari aplikasi Nanoworld, aturan penggunaan aplikasi, mengelompokkan peserta didik, memainkan permainan, merangkum dan refleksi. Setelah memainkan permainan, setiap kelompok diberikan soal asesmen untuk diisi terlebih dahulu. Lalu jika sudah selesai yang dilanjutkan adalah peserta didik mengisi kuisioner respon peserta didik di *Google Form*. Tujuan pelaksanaan angket respon peserta didik terhadap penggunaan aplikasi Nanoworld berbasis *Game Based Learning* adalah untuk memperoleh umpan balik yang berguna bagi peneliti dalam menilai hasil pengembangan aplikasi. Melalui respon tersebut, peneliti dapat memahami sejauh mana keefektifan dan keterterimaan aplikasi oleh peserta didik, serta menjadikannya sebagai dasar perbaikan dan pengembangan lebih lanjut pada penelitian berikutnya.

Tabel 5. Hasil Angket Respon Peserta Didik

Aspek	Persentase	Kriteria
Aspek Tampilan	81,97%	Sangat Baik
Aspek Penyajian Materi	78,29%	Baik
Aspek Manfaat	81,41%	Sangat Baik

Hasil data yang didapat dari lembar angket respon peserta didik terhadap penggunaan aplikasi Nanoworld kemudian diolah dan dihitung persentasenya pada setiap aspek penilaian. Pada lembar instrumen angket respon terdapat 3 aspek penilaian, yakni aspek tampilan, aspek penyajian materi, dan aspek manfaat. Persentase yang didapatkan pada aspek tampilan adalah 81,97% dengan kategori “sangat baik”, lalu pada aspek penyajian materi sebesar 78,29% dengan kategori “baik” dan aspek manfaat sebesar 81,41% dengan kategori “sangat baik”. Berdasarkan hasil perolehan penilaian dari lembar angket respon peserta didik secara keseluruhan, nilai persentase aspek angket respon peserta didik yang memperoleh nilai paling tinggi adalah aspek tampilan dengan perolehan persentase sebesar 84,93% dengan kriteria “sangat baik”.

Respon positif peserta didik terhadap aplikasi Nanoworld tidak hanya berhenti pada angka persentase keseluruhan. Analisis lebih mendalam terhadap setiap indikator menunjukkan bahwa aspek visual dan kemenarikan aplikasi mendapatkan apresiasi tertinggi dari peserta didik. Sebagian besar peserta didik menilai bahwa visualisasi dan desain antarmuka aplikasi berhasil menarik minat belajar mereka secara signifikan. Namun demikian, terdapat temuan kritis pada aspek penyajian materi yang mendapatkan skor paling rendah di antara indikator lainnya. Penurunan nilai ini disebabkan oleh kendala teknis selama pelaksanaan uji coba terbatas, di mana penggunaan gawai dibatasi hanya satu unit per kelompok belajar. Kebijakan ini memecah fokus peserta didik dan memengaruhi partisipasi secara signifikan. Penggunaan satu perangkat secara berkelompok mengakibatkan interaksi tidak merata; hanya peserta didik yang memegang gawai (*navigator*) yang dapat secara aktif mengendalikan navigasi permainan, berinteraksi dengan kuis, dan mendapatkan paparan materi secara utuh. Sebaliknya, anggota kelompok lainnya cenderung pasif dan tidak merasakan esensi dari pengalaman interaktif. Kondisi ini memberikan wawasan penting bahwa keberhasilan implementasi *Game Based Learning* sangat bergantung pada aksesibilitas perangkat secara individual, guna memastikan setiap peserta didik mendapatkan pengalaman belajar dan pemahaman materi yang komprehensif.

Meskipun aplikasi ini terbukti valid dan mendapatkan respon yang sangat baik, penelitian pengembangan ini masih memiliki sejumlah keterbatasan. Uji coba produk baru dilaksanakan secara terbatas dalam satu kali pertemuan pembelajaran, sehingga efektivitas penggunaan media dalam jangka panjang belum dapat dipastikan. Lebih dari itu, perlu ditegaskan secara metodologis bahwa temuan tingginya respons ini harus dibedakan dari efektivitas hasil belajar. Pernyataan mengenai peningkatan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman dalam penelitian ini baru sebatas persepsi atau potensi peserta didik. Hal ini dikarenakan penelitian difokuskan pada uji kelayakan dan kepraktisan media, serta belum melakukan pengukuran komparatif secara eksperimental yang dapat secara langsung membuktikan efektivitas peningkatan hasil belajar secara nyata.

Berdasarkan hasil perolehan penilaian dari lembar angket respon peserta didik secara keseluruhan, nilai persentase aspek angket respon peserta didik yang memperoleh nilai paling tinggi adalah aspek tampilan dengan perolehan persentase sebesar 84,93% dengan kriteria "sangat baik". Dari hasil respon peserta didik, dapat disimpulkan bahwa pengembangan aplikasi Nanoworld berbasis *Game Based Learning* pada materi perkembangan teori atom, struktur atom, dan penerapannya dalam nanoteknologi menunjukkan kriteria yang sangat baik sehingga aplikasi tersebut dinilai layak untuk diteruskan ke tahap berikutnya sesuai dengan tahapan penelitian Borg dan Gall (1989).

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan aplikasi Nanoworld berbasis *Game Based Learning* menggunakan *Construct 3* pada materi perkembangan teori atom, struktur atom, dan aplikasinya dalam nanoteknologi, yang dinyatakan valid dan sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran interaktif setelah melalui serangkaian validasi ahli. Pada tahap uji coba terbatas, aplikasi ini mendapatkan respons persepsional yang sangat positif dari peserta didik dengan temuan penting berupa tingginya penilaian pada aspek tampilan visual, meskipun aspek penyajian materi memperoleh persentase yang relatif lebih rendah akibat terhambatnya eksplorasi individu karena penggunaan satu perangkat secara berkelompok. Terkait keterbatasan penelitian, kontribusi saat ini baru berfokus pada keberhasilan menghasilkan media yang valid dan mendapatkan respons positif peserta didik, sehingga klaim mengenai efektivitas aplikasi dalam meningkatkan hasil belajar kognitif belum dapat dipastikan secara mutlak akibat tidak adanya pengujian eksperimental komparatif. Oleh karena itu, implikasi untuk pengembangan selanjutnya menyarankan perlunya uji coba dengan jumlah partisipan yang lebih besar, memastikan akses satu gawai untuk satu peserta didik agar keterlibatan belajar maksimal, serta dilaksanakannya penelitian eksperimental lanjutan untuk menguji dan membuktikan secara empiris pengaruh penggunaan aplikasi Nanoworld terhadap hasil belajar peserta didik secara nyata. Nanoworld

Referensi

- Affandy, H. (2020). Integrasi Nanoteknologi Dalam Pembelajaran di Era Society 5.0: Kajian dari Perspektif Pembelajaran Fisika. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 10(2), 97-104. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v10i2.46463>
- Agustina, I., Joshua, W., Julanos, J., & Niva, M. (2024). The Impact of Implementing Game-Based Learning on Student Motivation and Engagement. *Journal Emerging Technologies in Education*, 2(3), 241–253. <https://doi.org/10.70177/jete.v2i3.1069>
- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings, Educational and Psychological Measurement. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Aisyah, R. S. S., Langitasari, I., & Sadiyah, I. (2021). Development of Sets (Science, Environment, Technology, and Society) Oriented Chemical Learning Module on Nature Module on Natural Oil Concept. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 6(2), 109-122. <http://dx.doi.org/10.62870/educhemia.v6i2.10554.g8425>
- Azwar, S. (2015). *Reliabilitas dan Validitas* Edisi ke-4. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229(5), 107776 <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Fatihah, W., & Zidny, R. (2023). Production and Characterization Ofnatural Acid-Base Indicator of Kendi belang and Kendi Bukacu for School Chemistry Experiment. *Educhemia: Jurnal Pendidikan dan Kimia*, 8(1), 22-39. <https://dx.doi.org/10.30870/educhemia.v8i1.16541>
- Marisa, A., Dumeva Putri, A., Agustiani, R., & Zahra, A. (2024). Proses Validasi Pengembangan Media Pembelajaran dengan iSpring 11. *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 17(2), 45–55. <https://doi.org/10.23887/wms.v17i2.75130>
- Nisa, K., Syamsuddin, A., & Afifatul, L. (2025). Efektivitas Game Based Learning Sebagai Strategi Pembelajaran Sejarah Kebudayaan Islam di Madrasah Aliyah Perguruan Mu'allimat Cukir. *Millatuna: Jurnal Studi Islam*, 2(01), 236–245. <https://doi.org/10.33752/mjsi.v2i01.7700>
- Nurhayati, S., & Zarkasih Putro, K. (2021). Bermain dan Permainan Anak Usia Dini. *GENERASI EMAS Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini Volume* 4(1), 82-90. [https://doi.org/10.25299/jge.2021.vol4\(1\).6985](https://doi.org/10.25299/jge.2021.vol4(1).6985)
- Nurjumiaty, N., Sumardi, L., Sawaludin, S., & Herianto, E. (2024). Penggunaan Media Pembelajaran Video Animasi Pada Pembelajaran PPKn dan Dampaknya Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 361–366. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i1.2001>
- OECD (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Palupi, S. R., & Suaedi, H. (2025). Model Pembelajaran Berbasis Game-Based Learning untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Memfasilitasi Pembelajaran Aktif Siswa Kelas XI SMA Negeri 5 Jember pada Materi Unsur Intrinsik Cerita Pendek. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(2), 13123–13131.
- Riduwan. (2015). *Cara Mudah Menyusun Skripsi dan Tugas Akhir*. Bandung: Alfabeta.
- Samuji, S., & Siswanto, J. (2020). Profil Ketrampilan Berpikir Kreatif Konsep Nanoteknologi Menggunakan Model Problem Base Learning pada Siswa SMA. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran*, 14(2), 133–140. <https://doi.org/10.26877/mpp.v14i2.5565>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Xu, D., Read, J., & Allen, J. (2023). Exploring the Effects of Progression Mechanics in Competitive and Collaborative Gamified Learning. *European Conference on Games Based Learning*, 17(1). 730-738. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.17.1.1788>
- Zahro, N., & Lutfi, A. (2021). Students' Well-Being and Game Implementation in Learning Chemistry in Merdeka Belajar Era. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 5(1), 34–43. <https://doi.org/10.23887/jpk.v5i1.30127>