

GAME EDUKASI ADAPTIVE LEARNING UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELAJAR PEMROGRAMAN C++ BAGI MAHASISWA

¹Hudzaifah Nabil Amrullah, ²Adhi Rizal, ³Aji Primajaya

¹²³Informatika, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang

E-mail: ¹2210631170073@student.unsika.ac.id, ²adhi.rizal@staff.unsika.ac.id,

³aji.primajaya@staff.unsika.ac.id

ABSTRAK

Pemrograman C++ merupakan mata kuliah fundamental dalam pendidikan ilmu komputer, namun sifatnya yang abstrak dan sintaksis yang ketat menyebabkan rendahnya minat belajar mahasiswa. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran konvensional bersifat *one-size-fits-all* dan belum mengakomodasi perbedaan gaya belajar individu. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan *game* edukasi berbasis *adaptive learning* bernama "Code Adventure" yang mengintegrasikan *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM), *Item Response Theory* (IRT), dan *Dynamic Difficulty Adjustment* (DDA) ke dalam *game engine* Unity 2D. Pengembangan sistem mengikuti *Game Development Life Cycle* (GDLC) dengan lima tahap: inisiasi, pre-produksi, produksi, *testing*, dan rilis. Pengujian fungsionalitas menggunakan *black-box testing*, sedangkan efektivitas peningkatan minat belajar diukur melalui desain *pre-experimental one-group pretest-posttest* dengan *convenience sampling* terhadap 19 mahasiswa. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fitur *adaptive learning* berfungsi sesuai spesifikasi. Analisis *N-Gain Score* menghasilkan nilai rata-rata 0,65 (kategori sedang), yang mengindikasikan peningkatan signifikan minat belajar pemrograman C++ setelah menggunakan *game* edukasi adaptif. Temuan ini mengonfirmasi bahwa personalisasi konten berdasarkan gaya belajar dan penyesuaian tingkat kesulitan secara dinamis mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar mahasiswa.

Kata kunci : *adaptive learning*, *game* edukasi, FSLSM, *dynamic difficulty adjustment*, minat belajar, C++

ABSTRACT

C++ programming is a fundamental course in computer science education; however, its abstract nature and strict syntax lead to low student learning interest. Previous studies indicate that conventional learning approaches are *one-size-fits-all* and do not accommodate individual learning style differences. This study designs and implements an adaptive learning-based educational game called "Code Adventure" that integrates the *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM), *Item Response Theory* (IRT), and *Dynamic Difficulty Adjustment* (DDA) within the Unity 2D game engine. System development follows the *Game Development Life Cycle* (GDLC) with five stages: initiation, pre-production, production, testing, and release. Functionality testing employs black-box testing, while the effectiveness of learning interest improvement is measured through a *pre-experimental one-group pretest-posttest* design with *convenience sampling* of 19 students. Test results confirm that all adaptive learning features function according to specifications. *N-Gain Score* analysis yields an average value of 0.65 (medium category), indicating a significant improvement in C++ programming learning interest after using the adaptive educational game. These findings confirm that content personalization based on learning styles and dynamic difficulty adjustment can enhance student engagement and learning motivation.

Keyword : *adaptive learning*, *educational game*, FSLSM, *dynamic difficulty adjustment*, learning interest, C++

1. PENDAHULUAN

Pemrograman C++ merupakan salah satu mata kuliah wajib pada program studi Informatika yang menjadi fondasi pemahaman konsep *object-oriented programming*, manajemen memori, dan algoritma komputasi (Fadilah Aulia & Yahfizham, 2024). Namun, karakteristik bahasa C++ yang bersifat abstrak, memiliki sintaksis ketat, serta menuntut pemahaman logika bertingkat menjadikan mata kuliah ini sebagai salah satu dengan tingkat kesulitan tertinggi bagi mahasiswa tahun pertama (Sihombing et al., 2024). Kondisi ini berdampak langsung pada rendahnya minat belajar, yang tercermin dari tingginya angka pengulangan mata kuliah dan menurunnya motivasi mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan (Hidayat et al., 2023).

Berbagai pendekatan telah diupayakan untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya melalui pemanfaatan *game* edukasi. Penelitian oleh Ikrima et al. (2024) menunjukkan bahwa *game* edukasi berbasis kuis mampu meningkatkan pemahaman konsep dasar pemrograman. Namun demikian, mayoritas *game* edukasi yang dikembangkan masih bersifat linier dan menyajikan konten yang sama kepada seluruh pengguna (*one-size-fits-all*) tanpa mempertimbangkan perbedaan gaya belajar individu (Nugraha et al., 2022). Penelitian Setyaedhi (2023) mengimplementasikan gamifikasi pada pembelajaran pemrograman, namun belum mengintegrasikan mekanisme adaptasi konten secara otomatis. Sementara itu, Supriyatmoko et al. (2025) membahas potensi model pembelajaran adaptif berbasis kecerdasan buatan, namun belum sampai pada tahap implementasi dalam konteks *game* edukasi pemrograman.

Kesenjangan (*research gap*) tersebut menunjukkan bahwa belum terdapat *game* edukasi pemrograman yang secara simultan mengintegrasikan: (1) identifikasi gaya belajar menggunakan FSLSM, (2) estimasi kemampuan awal

menggunakan IRT, dan (3) penyesuaian tingkat kesulitan secara dinamis menggunakan DDA ke dalam satu sistem yang terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan merancang dan mengimplementasikan *game* edukasi *adaptive learning* bernama "Code Adventure" menggunakan *game engine* Unity 2D.

Kontribusi utama penelitian ini meliputi: (1) pengembangan arsitektur *adaptive learning* yang mengombinasikan FSLSM, IRT, dan DDA dalam *game engine* Unity 2D; (2) implementasi mekanisme personalisasi konten pembelajaran C++ berdasarkan empat dimensi gaya belajar (proses, persepsi, input, pemahaman); dan (3) evaluasi efektivitas *game* edukasi adaptif terhadap peningkatan minat belajar mahasiswa menggunakan *N-Gain Score*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Minat Belajar

Minat belajar merupakan kecenderungan internal individu yang mendorong perhatian, keterlibatan, dan kesenangan terhadap suatu objek atau aktivitas pembelajaran (Swarni et al., 2024). Dalam konteks pemrograman, minat belajar mencakup dimensi kognitif (keingintahuan terhadap logika program), afektif (perasaan senang saat menulis kode), dan konatif (keinginan untuk terus berlatih). Pengukuran minat belajar dalam penelitian ini menggunakan kuesioner berskala Likert lima poin yang diadaptasi dari dimensi *Game Experience Questionnaire* (GEQ) (Damaiyanti et al., 2025).

2.2 Adaptive Learning System

Adaptive learning system adalah sistem pembelajaran yang secara otomatis menyesuaikan konten, urutan penyajian, dan tingkat kesulitan berdasarkan karakteristik individu pembelajar (Az-Zahra, 2022). Penelitian ini mengadopsi dua komponen utama: *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM)

mengklasifikasikan gaya belajar ke dalam empat dimensi bipolar: *Active-Reflective* (proses), *Sensing-Intuitive* (persepsi), *Visual-Verbal* (input), dan *Sequential-Global* (pemahaman) (Felder & Silverman, 1988). Identifikasi gaya belajar dilakukan melalui empat butir soal pada tahap *Learning Style Assessment*.

Item Response Theory (IRT) digunakan sebagai landasan konseptual untuk mengestimasi tingkat kemampuan awal (*ability*) pemain. Namun, karena konteks *game* edukasi, implementasi IRT disederhanakan menjadi sistem penilaian bertingkat (*scaled scoring* 0-3) pada 5 soal asesmen, di mana probabilitas pemahaman pemain dipetakan secara gradual tanpa menggunakan model komputasi IRT yang kaku (Lee et al., 2005).

2.3 Dynamic Difficulty Adjustment (DDA)

DDA merupakan mekanisme penyesuaian tingkat kesulitan secara *real-time* berdasarkan performa pemain selama permainan berlangsung (Pérez et al., 2024). Dalam "Code Adventure", DDA diimplementasikan melalui tiga tingkat kesulitan (*Easy*, *Normal*, *Hard*) yang terdistribusi pada 30 *stage* pembelajaran. Transisi antar tingkat ditentukan oleh akumulasi skor jawaban benar pada *Main Stage* dan *Stage Dungeon*.

2.4 Game Development Life Cycle (GDLC)

GDLC merupakan kerangka kerja sistematis untuk pengembangan *game* yang terdiri dari tahapan: inisiasi, pre-produksi, produksi, *testing*, dan rilis (Fauzy et al., 2023). Metode ini dipilih karena menyediakan struktur iteratif yang sesuai untuk pengembangan *game* edukasi dengan kompleksitas mekanik adaptif.

3. METODOLOGI

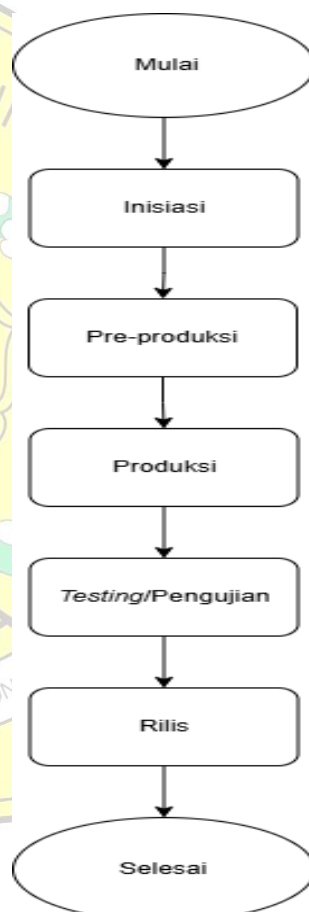
3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang diadaptasi dari Game Development Life Cycle (GDLC) untuk pengembangan

sistem, dilanjutkan dengan evaluasi kuantitatif menggunakan desain pre-experimental one-group pretest-posttest (Arifin et al., 2024). Populasi penelitian adalah mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Singaperbangsa Karawang, dengan sampel 19 responden yang dipilih menggunakan teknik *convenience sampling*.

3.2 Prosedur Pengembangan Sistem

Pengembangan *game* "Code Adventure" mengikuti lima tahap GDLC sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur pengembangan sistem berdasarkan GDLC

Tahap inisiasi mencakup identifikasi masalah melalui observasi dan studi literatur, serta perumusan konsep dasar *game*. Tahap pre-produksi meliputi penyusunan *Game Design Document* (GDD) dan pemodelan sistem menggunakan UML (*Use Case Diagram*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, dan

Class Diagram). Tahap produksi merupakan implementasi seluruh rancangan ke dalam *game engine* Unity 2D menggunakan bahasa C#. Tahap testing melakukan verifikasi fungsionalitas melalui *black-box testing*. Tahap rilis mendistribusikan aplikasi kepada pengguna akhir untuk evaluasi.

3.3 Arsitektur Adaptive Learning

Sistem *adaptive learning* pada "Code Adventure" terdiri dari tiga komponen utama:

1. **Learner Model:** Menyimpan profil gaya belajar (berdasarkan FSLSM) dan estimasi kemampuan awal (berdasarkan IRT) setiap pemain.
2. **Domain Model:** Pemetaan 30 materi dasar C++ ke dalam 30 *stage puzzle* pada tiga tingkat kesulitan: *Easy* (stage 1–10), *Normal* (stage 11–20), dan *Hard* (stage 21–30).
3. **Adaptation Engine:** Modul yang mengatur personalisasi penyajian konten (berdasarkan gaya belajar) dan penyesuaian tingkat kesulitan (berdasarkan DDA) secara dinamis.

Mekanisme adaptasi diawali dengan tiga asesmen berurutan: *Self Assessment* (pengenalan antarmuka), *Learning Style Assessment* (4 butir soal FSLSM), dan *Mini Test Assessment* (estimasi kemampuan via IRT). Hasil ketiga asesmen kemudian menentukan konfigurasi personalisasi pada *Syllabus* dan *Main Stage*.

Instrumen standar *Index of Learning Styles* (ILS) yang terdiri dari 44 soal, disederhanakan secara kontekstual menjadi 4 butir soal representatif (satu soal per dimensi) untuk mencegah *player fatigue* dan menjaga imersi *gameplay*, sehingga asesmen tidak terasa seperti ujian formal.

3.4 Instrumen Pengukuran

Pengumpulan data dilakukan menggunakan dua instrumen:

Kuesioner Skala Likert. Kuesioner *pretest* dan *posttest* terdiri dari 15 butir pernyataan berskala 1–5 yang mengukur dimensi minat belajar. Butir *posttest*

dipetakan ke dimensi GEQ meliputi: *Competence*, *Flow*, *Positive Affect*, dan *Negative Affect*. Dimensi lain seperti *Immersion*, *Tension/Annoyance*, dan *Challenge* tidak diukur secara eksplisit (0 pernyataan) karena instrumen kuesioner difokuskan pada kontrak minat belajar, bukan pengalaman bermain secara komprehensif. (Damaiyanti et al., 2025).

N-Gain Score. Efektivitas peningkatan minat belajar dihitung menggunakan rumus *Normalized Gain* (Hake, 1998):

$$N\text{-Gain} = (S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}) / (S_{\text{max}} - S_{\text{pre}})$$

dengan kriteria interpretasi: N-Gain $\geq 0,70$ (tinggi), $0,30 \leq N\text{-Gain} < 0,70$ (sedang), dan $N\text{-Gain} < 0,30$ (rendah).

3.5 Teknik Analisis Data

Data *black-box testing* dianalisis secara deskriptif untuk memverifikasi kesesuaian fungsionalitas sistem dengan spesifikasi. Data kuesioner *pretest-posttest* dianalisis menggunakan statistik deskriptif (rata-rata, standar deviasi) dan perhitungan *N-Gain Score* untuk setiap responden. Hasil kemudian diinterpretasikan secara kualitatif dengan merujuk pada dimensi GEQ untuk menjelaskan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan minat belajar.

Selain pengujian fungsionalitas dan efektivitas, penelitian ini juga melakukan pengujian kelayakan *game* (*Game Feasibility Testing*) menggunakan pemetaan dimensi *Game Experience Questionnaire* (GEQ) pada kuesioner *post-test* untuk memastikan produk memenuhi kriteria pengalaman bermain (*game experience*) yang utuh, bukan sekadar aplikasi kuis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Arsitektur Adaptive Learning

Pengembangan *game* edukasi "Code Adventure" berhasil mengintegrasikan tiga pilar utama *Adaptive Learning System* (ALS) ke

dalam *game engine* Unity 2D, yaitu *Learner Model*, *Domain Model*, dan *Adaptive Model*. Berbeda dengan *game* edukasi konvensional yang bersifat linier, arsitektur sistem pada penelitian ini dirancang untuk melakukan personalisasi secara dinamis melalui serangkaian mekanisme asesmen dan evaluasi performa.

Tahap pertama, *Self Assessment*, mengadopsi prinsip *Item Response Theory* (IRT). Berbeda dengan asesmen biner (benar-salah) konvensional, IRT diimplementasikan menggunakan sistem penilaian bertingkat (*scaled scoring* 0-3) pada 5 soal (skor maksimal 15). Pendekatan ini mengestimasi gradien pemahaman pemain secara lebih presisi, sehingga sistem dapat merekomendasikan titik awal kesulitan (*starting point*) yang proporsional tanpa memicu frustrasi. Tahap kedua, *Learning Style Assessment*, memetakan preferensi kognitif pemain berdasarkan empat dimensi *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM). Tahap ketiga, *Mini Test*, berfungsi sebagai mekanisme validasi awal *Dynamic Difficulty Adjustment* (DDA); jika pemain gagal pada tingkat yang direkomendasikan, sistem secara otomatis menurunkan tingkat kesulitan (*safety net*) untuk mencegah pemain memulai permainan di level yang tidak proporsional.

Selain personalisasi materi pada *Syllabus* berdasarkan FSLSM, DDA juga bekerja secara *real-time* selama pemain berada di *Main Stage*. Algoritma akan mengevaluasi akurasi pemain secara berkala; jika akurasi >80%, sistem memberikan *upgrade* tingkat kesulitan, dan jika <40%, sistem melakukan *downgrade* atau memberikan *hint* intensif. Mekanisme ganda ini memastikan pemain tetap berada dalam zona *flow*, di mana tantangan seimbang dengan kemampuan mereka. Implementasi penyesuaian konten berdasarkan FSLSM pada *Syllabus* dan *Main Stage* dirincikan pada Tabel 1.

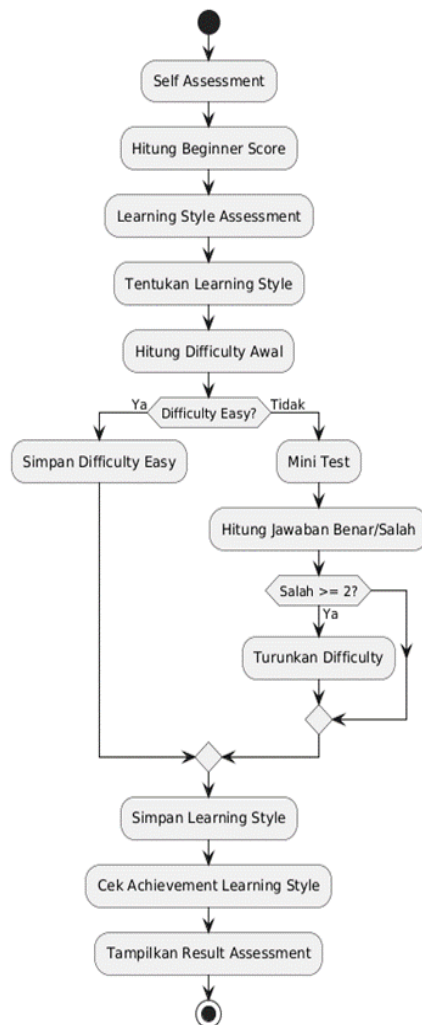
Tabel 1. Pemetaan Dimensi FSLSM terhadap Personalisasi Konten Game

Dimensi FSLSM	Preferensi Belajar	Implementasi Personalisasi pada Game
Proses (Active-Reflective)	Praktik vs Teori	Active: Disediakan mini-test praktik langsung. Reflective: Disediakan penjelasan logika mendalam.
Persepsi (Sensing-Intuitive)	Konkret vs Abstrak	Sensing: Materi disertai contoh kasus nyata. Intuitive: Materi menekankan konsep teoritis.
Input (Visual-Verbal)	Gambar vs Teks	Visual: Ditampilkan diagram alur dan ilustrasi kode. Verbal: Eksplanasi materi berbasis teks.
Pemahaman (Sequential-Global)	Linier vs Acak	Sequential: Stage materi dikunci secara berurutan. Global: Stage materi dapat diakses bebas.

Selain personalisasi konten, sistem DDA bekerja secara dinamis selama pemain berada di *Main Stage*. Algoritma secara berkala menghitung akurasi jawaban pemain. Jika akurasi melebihi 80%, sistem merekomendasikan peningkatan tingkat kesulitan (*upgrade*). Sebaliknya, jika akurasi di bawah 40%, sistem menurunkan tingkat kesulitan (*downgrade*) atau memberikan *hint* lebih intensif. Mekanisme ini memastikan pemain tetap berada dalam zona *flow*, di mana tantangan seimbang dengan kemampuan mereka.

4.2 Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

Untuk memastikan seluruh logika adaptif dan mekanik permainan beroperasi tanpa cacat (*bug*), dilakukan pengujian *Black-Box Testing* terhadap 23 skenario pengujian yang mencakup fitur inti dan pendukung.



Gambar 2. Alur logika *Adaptive Learning Assessment* pada sistem

Berdasarkan hasil pengujian, 100% fitur inti yang berkaitan dengan algoritma adaptif berfungsi sesuai spesifikasi. Sebagai contoh, pada skenario pengujian nomor 5 (Tabel 2), ketika pemain memperoleh rekomendasi tingkat kesulitan *Normal* dari *Self Assessment* namun gagal menjawab seluruh soal pada *Mini Test*, sistem secara otomatis dan akurat menurunkan tingkat kesulitan menjadi *Easy*. Hal ini membuktikan bahwa mekanisme *safety net* DDA berjalan efektif untuk mencegah *frustration* pada pemain.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Pengujian *Black-Box* pada Fitur Inti Adaptif

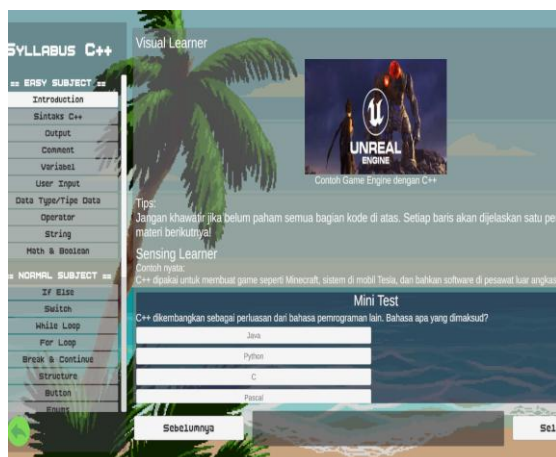
No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil Aktual	Status
1	Adaptive Assessment	Pemain menyelesaikan seluruh soal asesmen	Difficulty dan learning style berhasil ditentukan	Valid
2	DDA Validation	Pemain memperoleh skor Normal, gagal Mini Test	Difficulty diturunkan menjadi Easy	Valid
3	Learning Style	Pemain menyelesaikan soal gaya belajar	Materi di Syllabus menyesuaikan gaya belajar	Valid
4	Syllabus Adaptif	Pemain dengan gaya Visual membuka materi	Diagram alur dan ilustrasi kode ditampilkan	Valid
5	Stage Unlock	Pemain menyelesaikan stage dengan benar	Stage berikutnya terbuka, progres tersimpan	Valid

4.3 Analisis Efektivitas Peningkatan Minat Belajar

Pengujian pengaruh dilakukan terhadap 19 responden mahasiswa baru Program Studi Informatika menggunakan desain *One-Group Pretest-Posttest*. Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan *Normalized Gain* (N-Gain) untuk mengukur tingkat efektivitas peningkatan minat belajar secara objektif, menghilangkan bias akibat perbedaan skor awal antar mahasiswa.

Berdasarkan rekapitulasi data, rata-rata skor *pretest* responden berada pada angka 75,3, yang meningkat menjadi 91,3 pada saat *posttest*. Perhitungan N-Gain dari ke-19 responden menghasilkan rata-rata keseluruhan sebesar 0,65. Merujuk pada kriteria interpretasi efektivitas Hake (1998), nilai 0,65 berada pada rentang $0,30 \leq g < 0,70$, yang mengindikasikan bahwa peningkatan minat belajar berada pada kategori Sedang.

Distribusi kategori N-Gain secara individual menunjukkan bahwa 6 responden (31,5%) mengalami peningkatan kategori Tinggi ($g \geq 0,70$), 11 responden (57,9%) mengalami peningkatan kategori Sedang, dan 2 responden (10,5%) berada pada kategori Rendah.



Gambar 3. Personalisasi materi pada Syllabus berdasarkan gaya belajar Visual dan Verbal

Kategori 'Sedang' secara keseluruhan merupakan capaian yang sangat relevan dan wajar dalam konteks pembelajaran bahasa pemrograman C++. C++ memiliki kompleksitas sintaksis dan konsep abstrak (seperti *pointer* dan manajemen memori) yang secara fundamental menantang bagi mahasiswa tahun pertama. *Game* edukasi 'Code Adventure' melalui pendekatan adaptifnya berhasil mereduksi tingkat kejenuhan dan miskonsepsi dengan menyajikan materi yang dipersonalisasi sesuai gaya belajar. Hal ini membuat minat belajar mahasiswa tetap mengalami peningkatan yang stabil (kategori sedang) dan tidak anjlok. Lonjakan pada 6 responden yang masuk kategori 'Tinggi' mengindikasikan bahwa bagi mahasiswa yang sebelumnya merasa C++ adalah mata kuliah yang menakutkan, personalisasi sistem mampu secara signifikan mengembalikan motivasi belajar mereka.

4.4 Evaluasi Pengalaman Bermain (*Game Experience*)

Sebagai sebuah *game* edukasi, "Code Adventure" tidak hanya dituntut untuk mendidik, tetapi juga harus menghibur. Evaluasi pengalaman bermain dianalisis dengan memetakan pernyataan kuesioner *post-test* ke dalam dimensi *Game Experience Questionnaire* (GEQ).

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa dimensi *Positive Affect* (Afek Positif) dan *Competence* (Kompetensi) mendapatkan respons yang sangat tinggi dari responden. Pernyataan "Saya merasa senang ketika mempelajari materi pemrograman C++" menunjukkan kenaikan skor yang signifikan dari *pretest* ke *posttest*. Hal ini membuktikan bahwa elemen gamifikasi seperti sistem *achievement*, *dungeon challenge*, dan umpan balik audio-visual berhasil menciptakan pengalaman emosional yang positif.

Selain itu, dimensi *Flow* (Keterlibatan) juga terindikasi kuat melalui pernyataan mengenai tingkat perhatian dan konsentrasi. Mekanisme DDA yang secara otomatis menyesuaikan tingkat kesulitan terbukti efektif menjaga pemain dalam kondisi *flow*. Pemain tidak merasa bosan karena soal terlalu mudah, dan tidak merasa frustrasi karena soal terlalu sulit. Meskipun dimensi *Immersion* dan *Challenge* tidak diukur secara eksplisit dalam kuesioner minat belajar, keberhasilan sistem dalam mempertahankan retensi pemain hingga menyelesaikan 30 *stage* dan *dungeon* mengonfirmasi bahwa "Code Adventure" memenuhi kriteria sebagai sebuah *game* yang utuh, bukan sekadar aplikasi kuis interaktif.

4.5 Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengisi kesenjangan (*research gap*) dari studi-studi terdahulu. Penelitian Sabila et al. (2021), Adimata et al. (2022), dan Zulfah (2023) membuktikan bahwa *game* edukasi mampu meningkatkan minat belajar, namun seluruhnya menggunakan pendekatan statis (*one-size-fits-all*).

Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada integrasi simultan antara FSLSM dan DDA ke dalam *game engine* Unity 2D.

Sinergi antara FSLSM dan DDA menciptakan pengalaman belajar yang benar-benar personal. FSLSM menangani aspek *presentasi* informasi (bagaimana materi ditampilkan), sedangkan DDA menangani aspek *tantangan* (seberapa sulit materi tersebut diuji). Pendekatan ganda ini sejalan dengan temuan Az-Zahra (2022) yang menyatakan bahwa personalisasi berbasis gaya belajar dapat meningkatkan hasil belajar secara signifikan. Namun, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan menambahkan validasi kemampuan awal (IRT) dan penyesuaian *real-time* (DDA) yang tidak dimiliki oleh sistem pada penelitian sebelumnya.

Keberhasilan implementasi ini juga didukung oleh pemilihan *game engine* Unity 2D. Berdasarkan studi komparatif Pérez et al. (2024), Unity terbukti lebih efisien dalam konsumsi energi dibandingkan *engine* lain, sementara model 2D menurut Setyaedhi (2023) jauh lebih ringan dan tidak mengalihkan fokus mahasiswa dari konten pembelajaran utama. Kombinasi ini memastikan bahwa "Code Adventure" dapat diakses oleh mahasiswa dengan spesifikasi perangkat yang beragam, yang merupakan aspek krusial dalam pemerataan akses pendidikan di perguruan tinggi.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada instrumen GEQ yang hanya memetakan 4 dari 7 dimensi secara tidak langsung karena kuesioner difokuskan pada minat belajar. Selain itu, rata-rata N-Gain yang berada di kategori "Sedang" mengindikasikan bahwa masih ada ruang untuk perbaikan, terutama pada 2 responden yang berada di kategori "Rendah". Hal ini mengindikasikan bahwa faktor eksternal di luar sistem (seperti lingkungan belajar atau motivasi intrinsik individu) masih sangat memengaruhi minat belajar

pemrograman. Ke depan, integrasi *Machine Learning* untuk memprediksi pola kegagalan pemain secara lebih presisi dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efektivitas sistem adaptif menjadi kategori "Tinggi".

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan *game* edukasi *adaptive learning* "Code Adventure" untuk meningkatkan minat belajar pemrograman C++ menggunakan *game engine* Unity 2D. Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik dua kesimpulan utama. *Pertama*, implementasi sistem *adaptive learning* yang mengintegrasikan *Felder-Silverman Learning Style Model* (FSLSM), *Item Response Theory* (IRT), dan *Dynamic Difficulty Adjustment* (DDA) berhasil beroperasi secara *real-time* dan sesuai spesifikasi. Mekanisme personalisasi konten berdasarkan gaya belajar dan penyesuaian tingkat kesulitan secara dinamis terbukti mampu mencegah frustrasi pemain dan menjaga keseimbangan tantangan (*flow*). *Kedua*, penggunaan *game* edukasi adaptif ini memberikan pengaruh yang positif dan signifikan terhadap peningkatan minat belajar mahasiswa. Hal ini dibuktikan secara empiris melalui analisis *N-Gain Score* dari 19 responden yang menghasilkan rata-rata 0,65 (kategori sedang). Capaian ini mengonfirmasi bahwa pendekatan pembelajaran yang dipersonalisasi melalui *game* edukasi mampu mereduksi kejenuhan, menurunkan beban kognitif ekstraneus, dan secara efektif meningkatkan motivasi serta minat belajar mahasiswa pada mata kuliah pemrograman yang kompleks seperti C++.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung dan difasilitasi oleh Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang. Penulis

mengucapkan terima kasih kepada Bapak Adhi Rizal dan Bapak Aji Primajaya atas bimbingan dan arahan yang berharga selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh mahasiswa yang telah berpartisipasi sebagai responden dalam pengujian sistem ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, E., Jaya, A. I., & Pratiwi. (2024). *Convenience sampling dengan survei daring pada minat lanjut studi siswa SMA/ sederajat di Provinsi Sulawesi Selatan*. 12(1).
- Az-Zahra, F. F. (2022). Meningkatkan hasil belajar mahasiswa dengan personalized learning menggunakan model adaptive learning system berbasis web. *Komputek*, 6(2), 30–41. <https://doi.org/10.24269/jkt.v6i2.1311>
- Damaiyanti, S., Baskara, A. R., Noor, M. F., & Maulida, M. (2025). Evaluation of user experience in the game "Night's Reach" using the game experience method questionnaire (GEQ). *JTIULM*.
- Fadilah Aulia, & Yahfizham. (2024). Mengenal bahasa pemrograman pada algoritma pemrograman. *Journal Of Informatics And Business*, 1(4), 223–228. <https://doi.org/10.47233/jibs.v1i1.521>
- Fauzy, S. R., Asriyanik, & Azzahra, F. F. (2023). Implementasi game development life cycle dalam pembuatan game buana ruh. *INDEXIA: Informatic and Computational Intelligent Journal*, 5(1), 19–34.
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles. *Engineering Education*, 78(7), 674–681.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Hidayat, A., Rabbani, T., Alik, R., Saidir, M. J., Adistia, A. Z., & Nurwahida, A. (2023). Analisis motivasi belajar pemrograman mahasiswa JTIK berbasis UTAUT terhadap model gamification. *Indonesian Technology and Education Journal*, 1(1), 21–28. <https://doi.org/10.61255/itej.v1i1.46>
- Ikrima, H., Mansur, H., & Mastur, M. (2024). Pemanfaatan game edukasi Quizizz dalam pembelajaran game development pada mahasiswa MSIB Skilvul Tech4Impact Batch 4. *Jiip - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(8), 7697–7701. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i8.4825>
- Lee, H.-M., Chen, C.-M., & Chen, Y.-H. (2005). Personalized e-learning system by using item response theory. *Department of Computer Science and Information Engineering National Taiwan University of Science and Technology*, 1–22.
- Nugraha, M. R., Rosmansyah, Y., Mulyani, E. D. S., Mufizar, T., & Anwar, D. S. (2022). A serious game for improving reading skill of preschoolers. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 7(1), 84–91.
- Pérez, C., Verón, J., Pérez, F., Moraga, M. Á., Calero, C., & Cetina, C. (2024). A comparative analysis of energy consumption between the widespread Unreal and Unity video game engines. *ArXiv Preprint ArXiv*, 3. <http://arxiv.org/abs/2402.06346>
- Sabila, S., M, K. N. N., Ayunda, S. S., & Khasanah, N. (2021). Pengaplikasian game edukasi (ular

- tangga) untuk meningkatkan konsentrasi terhadap minat belajar peserta didik. *Prosiding SEMAI Seminar Nasional PGMI*, 499–518.
- Setyaedhi, H. S. (2023). Gamification of 2D and 3D animation subjects to improve learning outcomes. *Journal of Education Technology*, 7(3), 532–542. <https://doi.org/10.23887/jet.v7i3.67288>
- Sihombing, J. S., Purnawan, P. E., Sababalat, K. Z., & Tafonao, T. (2024). Analisis faktor faktor yang mempengaruhi minat belajar mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(2), 106–118. <https://doi.org/10.62282/juilmu.v1i2.106-118>
- Supriyatmoko, Anam, K., & Kurniawan, W. (2025). Model pembelajaran adaptif berbasis kecerdasan buatan: Peluang dan tantangan dalam mewujudkan pendidikan personalisasi. *STRATEGY: Jurnal Inovasi Strategi Dan Model Pembelajaran*, 5(1), 36–45.
- Swarni, A., Herwin, & Sujati. (2024). Testing the construct validity and reliability of the student learning interest scale using confirmatory factor analysis (CFA). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(9), 6322–6330. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i9.8794>