

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

SMK (Sekolah Menengah Kejuruan) Nailul Khoir Majalengka merupakan salah satu Sekolah Menengah Kejuruan yang berperan dalam menyiapkan lulusan yang memiliki kompetensi sesuai dengan kebutuhan dunia kerja. Salah satu program keahlian yang diselenggarakan adalah Rekayasa Perangkat Lunak (RPL), yang menekankan penguasaan dasar-dasar pemrograman, logika, dan algoritma sebagai fondasi utama dalam pengembangan perangkat lunak.

Dalam proses pembelajaran pemrograman terstruktur di SMK Nailul Khoir Majalengka, guru telah menyampaikan materi sesuai dengan Capaian Pembelajaran Fase E (Keputusan BSKAP No. 032/H/KR/2024 Tentang Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka, 2024), yang mencakup pengenalan bahasa pemrograman, penggunaan variabel dan tipe data, struktur kontrol percabangan dan perulangan, serta penerapan struktur data statis dan dinamis. Pembelajaran umumnya diawali dengan penjelasan materi melalui modul digital, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan praktik pemrograman sederhana yang dikerjakan oleh siswa.

Namun, pelaksanaan praktik pemrograman tersebut masih bersifat seragam dan mengikuti contoh yang diberikan oleh guru, sehingga belum sepenuhnya mengakomodasi perbedaan kemampuan siswa dalam memahami pemrograman terstruktur. Pendekatan pembelajaran yang masih berpusat pada guru menyebabkan siswa cenderung mengikuti instruksi tanpa eksplorasi mandiri, khususnya dalam penerapan variabel, struktur kontrol, serta penggunaan data statis dan dinamis (Hasanah & Prayogo, 2023). Akibatnya, capaian pembelajaran yang menuntut kemampuan analisis dan implementasi belum tercapai secara optimal pada seluruh peserta didik.

Permasalahan ini penting untuk diteliti karena menyentuh tiga dimensi yang saling terkait secara sistemik. Pertama, dari dimensi pedagogis,

pendekatan pembelajaran yang seragam (*one-size-fits-all*) terbukti tidak mampu mengakomodasi heterogenitas kemampuan siswa dalam konteks pemrograman. Chiotaki et al., (2023) dalam tinjauan sistematisnya menegaskan bahwa pendekatan adaptif terhadap kemampuan peserta didik secara signifikan meningkatkan keterlibatan dan capaian belajar dibandingkan metode konvensional. Dengan demikian, tanpa adanya mekanisme adaptasi, kesenjangan pemahaman antarsiswa akan terus melebar seiring bertambahnya kompleksitas materi. Kedua, dari dimensi teknologi pembelajaran, *game-based learning* (GBL) telah diakui sebagai pendekatan efektif dalam menyampaikan materi pemrograman secara interaktif dan kontekstual. Namun, sebagian besar GBL yang dikembangkan masih menggunakan tingkat kesulitan yang bersifat statis, sehingga belum mampu mempertahankan kondisi flow optimal pemain sebagaimana dikonsepsikan oleh Csikszentmihalyi (1990) dalam *Flow Theory*. Mortazavi et al., (2024) menegaskan bahwa tingkat kesulitan permainan yang tidak tepat menyebabkan pemain jatuh ke kondisi bosan (*boredom*) jika terlalu mudah atau frustrasi (*anxiety*) jika terlalu sulit, keduanya merusak efektivitas pembelajaran. Oleh karena itu, mekanisme *Dynamic Difficulty Adjustment* (DDA) yang mampu menyesuaikan tantangan secara *real-time* berdasarkan performa pemain menjadi komponen kritis yang tidak dapat diabaikan dalam desain GBL untuk pembelajaran pemrograman. Ketiga, dari dimensi kecerdasan buatan dalam pendidikan (*AI in Education/AIED*), pemilihan algoritma yang tepat untuk mengimplementasikan DDA menjadi isu penelitian yang masih terbuka. (Rechy-Ramirez, 2025) dalam *scoping review* terhadap 52 penelitian mengonfirmasi bahwa *Fuzzy Logic* merupakan pendekatan kecerdasan buatan yang paling banyak digunakan dalam *serious games* untuk penyesuaian tingkat kesulitan, karena kemampuannya menangani ketidakpastian dan gradualitas performa pengguna yang tidak dapat direpresentasikan secara biner. Lebih lanjut, Paraschos & Koulouriotis, (2025) membuktikan bahwa sistem DDA berbasis *Fuzzy Logic* mampu menciptakan keseimbangan tantangan yang adaptif melalui mekanisme penalaran menyerupai manusia (*human-like reasoning*), sementara Chrysafiadi et al.,

(2023) mendemonstrasikan bahwa mekanisme fuzzy secara signifikan menekan tingkat *dropout* siswa dari 47% pada kelompok non-adaptif menjadi 23,5% pada kelompok fuzzy adaptif dalam konteks game edukasi pemrograman.

Meskipun demikian, terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan yang belum terjawab oleh literatur yang ada. Sebagian besar penelitian DDA berbasis *Fuzzy Logic* pada game edukasi berfokus pada adaptasi tingkat kesulitan secara umum seperti kecepatan permainan, jumlah nyawa, atau kompleksitas musuh (Ardiadna & Setiawan, 2023; Islamiyati et al., 2025) namun belum secara spesifik mengintegrasikan mekanisme adaptasi tersebut dengan indikator pemahaman kognitif terhadap konstruk logika dan algoritma pemrograman (percabangan *if-else* dan perulangan *for*) pada konteks siswa SMK. Selain itu, variabel input sistem fuzzy yang digunakan dalam penelitian terdahulu belum seragam dan belum divalidasi secara terpadu untuk konteks *puzzle-based programming game* seperti dalam penelitian Islamiyati et al., (2025) menggunakan jawaban benar, waktu, dan sisa nyawa kemudian dalam penelitian Chrysafiadi et al., (2023) menggunakan waktu navigasi dan jumlah kehilangan nyawa, sementara dalam penelitian Encep Sayid Amrulloh et al., (2025) menggunakan jarak, kesehatan, kerusakan, dan kecepatan untuk konteks NPC. Kombinasi variabel input berupa penggunaan petunjuk (*hint*), jumlah kesalahan, dan waktu penyelesaian yang secara langsung merepresentasikan proses berpikir algoritmik siswa dalam menyelesaikan *puzzle* logika pemrograman belum pernah diujikan dalam satu sistem terpadu pada konteks pembelajaran SMK.

Berdasarkan ketiga dimensi permasalahan dan celah penelitian tersebut, pengembangan game-based learning yang mengintegrasikan mekanisme *adaptive difficulty* berbasis *Fuzzy Logic* dengan metode Sugeno secara spesifik untuk pembelajaran logika dan algoritma pemrograman pada siswa SMK menjadi kebutuhan penelitian yang mendesak dan relevan secara ilmiah. Penelitian ini diformulasikan dengan judul "**Implementasi Adaptive Difficulty Berbasis Kecerdasan Buatan Menggunakan Logika Fuzzy pada Game-**

Based Learning Logika dan Algoritma Pemrograman", bertujuan mengembangkan game berbasis mobile Android bernama AlgoQuest dengan mekanisme penyesuaian tingkat kesulitan adaptif menggunakan *Fuzzy Logic* untuk meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar siswa SMK Nailul Khoir Majalengka di bidang Rekayasa Perangkat Lunak.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan dalam penelitian sebagai berikut:

1. Pembelajaran pemrograman yang masih didominasi oleh penggunaan buku sebagai media utama tanpa didukung visualisasi menyebabkan rendahnya pemahaman siswa terhadap logika dan algoritma pemrograman, yang ditunjukkan oleh hasil pretest sebagian besar siswa masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM).
2. Belum tersedianya media pembelajaran alternatif yang interaktif menyebabkan rendahnya motivasi siswa dalam mempelajari logika dan algoritma pemrograman.
3. Belum adanya mekanisme pembelajaran yang mampu menyesuaikan tingkat kesulitan materi dengan kemampuan masing-masing siswa menyebabkan tantangan pembelajaran yang diberikan bersifat seragam, sehingga berdampak pada rendahnya efektivitas pembelajaran pemrograman.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *game-based learning* untuk pembelajaran pemrograman terstruktur yang mampu mempresentasikan konsep logika dan algoritma pemrograman secara interaktif?
2. Bagaimana menerapkan *adaptive difficulty* berbasis kecerdasan buatan menggunakan metode *Fuzzy Logic* untuk menyesuaikan tingkat kesulitan permainan berdasarkan performa siswa?
3. Bagaimana pengaruh penerapan *adaptive difficulty* berbasis *Fuzzy Logic*

dalam *game-based learning* terhadap peningkatan pemahaman logika dan algoritma pemrograman siswa?

1.4 Batasan Masalah

Agar Penelitian lebih terfokus, maka batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. *Game-based learning* yang dikembangkan berbasis *platform mobile* (*Android*) dan dirancang sebagai media pembelajaran dasar dasar pemrograman komputer (Materi Algoritma Dasar) bagi siswa SMK di bidang Rekayasa Perangkat Lunak.
2. Game hanya mencakup *puzzle* logika dan penyelesaian masalah algoritma dengan struktur *if-else*, dan perulangan *for*, tidak mencakup materi lanjutan seperti *Object-Oriented Programming (OOP)* dan *database*.
3. Mekanisme penyesuaian tingkat kesulitan permainan menerapkan *adaptive difficulty* berbasis kecerdasan buatan menggunakan algoritma *Fuzzy Sugeno*, dengan parameter input berupa waktu penyelesaian, jumlah kesalahan, dan penggunaan petunjuk (*hint*) oleh pemain.
4. Penelitian ini melibatkan 31 *end-user*, dengan 30 siswa yang hanya dapat mengakses game AlgoQuest dan 1 guru yang dapat memantau performa siswa melalui website.
5. Penelitian dilaksanakan pada siswa SMK Nailul Khoir Majalengka di bidang Rekayasa Perangkat Lunak, dengan fokus pada pengujian penerapan mekanisme *adaptive difficulty* dalam konteks pembelajaran dasar dasar pemrograman komputer.
6. Penelitian ini tidak membandingkan algoritma kecerdasan buatan lain selain *Fuzzy Logic* dan tidak membahas aspek pengembangan game tingkat lanjut seperti grafika kompleks, *multiplayer*, atau optimasi performa.
7. Pengembangan game dilakukan menggunakan Unity sebagai platform pengembangan, sehingga penelitian ini tidak membahas perbandingan dengan game engine lain.

8. Bank level di game terdapat 6 level, dimana level dengan kategori mudah dari level 1 sampai level 2, level dengan kategori sedang dari 3 sampai level 4, dan kategori sulit dari level 5 sampai level 6.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengembangkan *game-based learning* logika dan algoritma pemrograman berbasis *Mobile*.
2. Mengimplementasikan *Fuzzy Logic* sebagai mekanisme *adaptive difficulty* dalam *game-based learning*.
3. Menyediakan media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan motivasi siswa terhadap logika dan algoritma pemrograman.
4. Mengevaluasi kelayakan dan efektivitas game sebagai media pembelajaran bagi siswa SMK Nailul Khoir Majalengka di bidang Rekayasa Perangkat Lunak.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat akademis sebagai berikut:

- a. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian *game-based learning* adaptif dalam bidang pendidikan informatika, khususnya pada pembelajaran pemrograman terstruktur di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan.
- b. Menjadi referensi empiris terkait penerapan kecerdasan buatan berbasis *Fuzzy Logic* dalam mekanisme *adaptive difficulty* yang memanfaatkan indikator performa siswa.
- c. Memperkaya kajian *Artificial Intelligence in Education (AIED)* melalui integrasi mekanisme adaptasi tingkat kesulitan dengan pembelajaran berpikir algoritmik dan logika pemrograman.
- d. Menjadi landasan bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan *adaptive learning* berbasis game menggunakan pendekatan kecerdasan buatan lain atau pada materi pemrograman yang lebih kompleks.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Siswa

Membantu siswa mempelajari logika dan algoritma pemrograman secara lebih interaktif sesuai kemampuan masing-masing, sehingga meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan belajar.

b. Bagi Guru

Menjadi alternatif media pembelajaran pemrograman terstruktur yang interaktif serta membantu guru dalam memberikan tantangan belajar yang sesuai dengan kemampuan siswa tanpa penyesuaian manual.

c. Bagi Sekolah

Menjadi rujukan pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan sebagai inovasi pembelajaran digital adaptif yang mendukung kebutuhan pembelajaran kejuruan, khususnya pada bidang Rekayasa Perangkat Lunak.