

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Disleksia merupakan kesulitan belajar spesifik yang ditandai oleh “*severe and persistent problems in the acquisition of reading skills these problems are not caused by mental age, visual acuity problems, or inadequate schooling*” (Yang et al., 2022). “*Due to their frustration with reading, a great number of dyslexic children are also at increased risk of academic and social problems*” (Yang et al., 2022). Gangguan ini umumnya ditandai dengan kesulitan dalam mengurai *fonem*, mengenali pola bunyi, serta membedakan huruf atau simbol yang memiliki kemiripan visual. Kondisi tersebut tidak berkaitan dengan tingkat kecerdasan, namun dapat menghambat perkembangan akademik dan kepercayaan diri anak apabila tidak ditangani secara tepat. Secara global, prevalensi disleksia diperkirakan mencapai 5–17% pada anak usia sekolah (Yang et al., 2022), sehingga intervensi dini dan berkelanjutan menjadi aspek krusial untuk mencegah kegagalan literasi dan dampak psikososial jangka panjang.

Berdasarkan hasil observasi terhadap 20 anak disleksia yang rutin menjalani terapi di Klinik Anak Mitra Cirebon, pendekatan manual menggunakan *flashcard*, balok huruf, dan lembar kerja kertas melalui sesi tatap muka intensif memiliki keterbatasan fleksibilitas. Terapis menyatakan bahwa anak cenderung menjadi malas dan kehilangan motivasi jika tingkat tantangan dari alat bantu statis tersebut tidak disesuaikan dengan kemampuan mereka secara *real-time*. Hal ini menciptakan *research gap* akan kebutuhan sebuah sistem adaptif. Meskipun integrasi teknologi sebelumnya melalui prototipe *game* DDA berbasis *Fuzzy Sugeno* telah diimplementasikan di lokasi yang sama (Krisdiawan et al., 2023), sistem tersebut masih menggunakan pendekatan *rule-based* dengan aturan statis. Akibatnya, fleksibilitas adaptasinya sangat terbatas jika dibandingkan dengan *Machine Learning* yang

mampu memprediksi dan belajar dari pola data performa pemain secara otomatis (Grunitz Mario, 2025).

Kendala utama metode konvensional di Klinik Anak Mitra Cirebon adalah keterbatasan fleksibilitas alat bantu statis yang tidak mampu menyesuaikan tingkat kesulitan secara *real-time*. Berdasarkan hasil observasi terhadap 20 anak disleksia yang rutin menjalani terapi, metode manual yang menuntut repetisi latihan tinggi rentan berisiko memicu kebosanan dan kecemasan pada anak (Zuppardo et al., 2023). Kondisi ini menciptakan *research gap* akan kebutuhan sebuah sistem cerdas. Alat bantu yang ada saat ini belum mampu memprediksi dan mempersonalisasi tingkat kesulitan secara otomatis berbasis data performa, sehingga diperlukan integrasi *Machine Learning* untuk menjembatani keterbatasan tersebut.

Sebagai respons terhadap keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan game terapi disleksia berbasis Android yang mengintegrasikan kecerdasan buatan. Solusi ini bertujuan mendigitalisasi alat terapi ke dalam format interaktif yang dapat diakses mandiri, mengatasi hambatan ruang dan waktu. Berbeda dengan media pembelajaran biasa, sistem ini dirancang dengan kemampuan adaptasi cerdas untuk mempersonalisasi konten latihan fonologis dan visual berdasarkan data performa pengguna (Ignasia & Haryanto, 2025). Pemanfaatan platform *mobile* dan elemen gamifikasi diharapkan dapat mendorong partisipasi aktif, meningkatkan pemahaman materi, serta memperkuat keterlibatan anak dalam proses pembelajaran (Kristić et al., 2025).

Inti kecerdasan sistem ini terletak pada penerapan algoritma *Random forest* dengan pendekatan *Supervised learning* sebagai mesin penggerak adaptasi kesulitan. Algoritma ini dipilih karena ketangguhannya dalam mengelola data performa kompleks (Alzuhdi et al., 2023) dan kemampuannya menangkap hubungan non-linear antar variabel (Fang et al., 2024). *Random forest* terbukti memiliki akurasi tinggi dalam memprediksi perilaku belajar siswa melalui analisis data in-game (Alzuhdi et al., 2023). *Random forest* akan memprediksi tingkat kesulitan optimal berdasarkan jejak performa anak, menentukan apakah perlu remedial atau kenaikan level. Fitur *Feature importance* dari algoritma ini

juga memungkinkan sistem mengidentifikasi faktor penghambat dominan (fonologis atau visual), sehingga intervensi menjadi lebih terarah dan efektif dibanding intuisi manual.

Penelitian ini dilandasi oleh berbagai studi terdahulu. Tinjauan sistematis (Ekawati et al., 2024; Marinelli et al., 2023) menunjukkan bahwa *serious games* berdampak positif signifikan terhadap keterampilan membaca anak disleksia. Sebelumnya, (Krisdiawan et al., 2023) telah mengembangkan game terapi disleksia dengan *Dynamic difficulty adjustment* (DDA) berbasis logika *Fuzzy Sugeno* di lokasi yang sama. Di sisi lain, (Alzuhdi et al., 2023) membuktikan akurasi tinggi *Random forest* dalam memprediksi perilaku belajar siswa melalui data *in-game*. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini mengembangkan pendekatan berbasis data (*data-driven*) menggunakan *Random forest* untuk meningkatkan akurasi penyesuaian tingkat kesulitan dalam terapi disleksia.

Berdasarkan urgensi transformasi metode terapi manual ke arah digital yang adaptif dan berbasis data, penerapan *Supervised learning* melalui *Random forest* diyakini mampu menjadi solusi efektif. Pendekatan ini menawarkan mekanisme penyesuaian kesulitan yang presisi dan otomatis, mengatasi kelemahan alat peraga fisik maupun sistem aturan sederhana. Transformasi ini diharapkan meningkatkan efektivitas intervensi edukasi dan memperluas jangkauan layanan. Oleh karena itu, penelitian ini mengangkat judul **"IMPLEMENTASI *SUPERVISED LEARNING* MENGGUNAKAN ALGORITMA *RANDOM FOREST* UNTUK PENYESUAIAN TINGKAT KESULITAN ADAPTIF PADA GAME TERAPI DISLEKSIA BERBASIS ANDROID"**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Penggunaan **media** terapi konvensional yang masih bersifat statis mengakibatkan anak disleksia rentan mengalami kebosanan dan penurunan motivasi selama sesi belajar, karena media tersebut tidak mampu menyesuaikan tingkat kesulitan secara *real-time*.

2. Penerapan **metode** adaptasi tingkat kesulitan yang masih menggunakan aturan heuristik statis seperti *rule-based Fuzzy Sugeno* mengakibatkan sistem kurang fleksibel dan kurang akurat dalam mempersonalisasi pola kesalahan spesifik anak pada aspek fonologis dan visual.
3. Belum tersedia sistem game terapi disleksia berbasis Android yang memanfaatkan *Supervised learning Random Forest* dengan akurasi prediksi tingkat kesulitan 80–86% untuk pengambilan keputusan adaptif berdasarkan data performa anak.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mekanisme pengumpulan dan pengelolaan data performa anak pada game terapi disleksia berbasis Android agar dapat digunakan sebagai dasar penyesuaian **tingkat kesulitan** latihan secara **adaptif**?
2. Bagaimana penerapan algoritma *Random forest* dengan pendekatan *Supervised learning* melalui integrasi ONNX Runtime dalam memprediksi **tingkat kesulitan** latihan secara luring (on-device) yang sesuai berdasarkan **data performa** anak pada **aspek fonologis dan visual**?
3. Bagaimana perbandingan kinerja mekanisme adaptasi *Random forest* dengan akurasi **prediksi 80–86%** dibanding *rule-based Fuzzy Sugeno* dalam penyesuaian tingkat kesulitan game terapi disleksia, **guna menghasilkan outcome penurunan error rate dan peningkatan motivasi anak?**"

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan dapat diselesaikan dengan sumber daya yang tersedia, ditetapkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dibatasi pada pengembangan game terapi disleksia berbasis Android menggunakan game engine *Unity 2D*.
2. Fokus penelitian adalah latihan terapi disleksia yang menargetkan aspek fonologis dan aspek visual dalam proses membaca, serta tidak membahas

klasifikasi klinis subtype disleksia maupun gangguan belajar spesifik lainnya di luar ruang lingkup penelitian.

3. Konten rehabilitasi fonologis meliputi latihan *phoneme awareness* dan *decoding* melalui aktivitas *blending* (pengenalan dan penggabungan bunyi awal/akhir kata) dan *segmenting* (pemisahan suku kata/phoneme), serta latihan visual (pembedaan huruf mirip b–d/p–q/m–w dan jarak antar huruf atau *visual spacing*), yang divalidasi oleh terapis Klinik Anak Mitra Cirebon.
4. Penyesuaian tingkat kesulitan permainan dilakukan menggunakan algoritma *Random forest* berbasis *Supervised learning*, bukan algoritma *Machine learning* lainnya.
5. Data performa pemain yang digunakan sebagai input model dibatasi pada: Data performa pemain yang digunakan sebagai input model dibatasi pada 8 fitur utama, yang terdiri dari 6 fitur mentah (jumlah kesalahan fonologis, jumlah kesalahan visual, frekuensi penggunaan bantuan, rata-rata waktu respons, waktu penyelesaian sesi, tingkat kesulitan sebelumnya) serta 2 fitur turunan (*accuracy* dan *error rate*).
6. Penelitian ini tidak membahas aspek diagnosis klinis disleksia maupun efektivitas medis terapi, *tetapi* berfokus pada implementasi teknis mekanisme adaptasi dalam game.
7. Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian :
 - a. Pengujian fungsionalitas (*blackbox* dan *whitebox*),
 - b. Pengujian akurasi model *Random forest*
 - c. Pengujian kinerja mekanisme adaptasi tingkat kesulitan berbasis *Random forest* dengan menggunakan mekanisme adaptasi berbasis aturan sederhana (*rule-based*) sebagai pembanding.
8. Target pengguna adalah anak usia sekolah dasar (6–12 tahun) dengan jumlah 20 anak dengan gangguan disleksia, yang menunjukkan kesulitan dominan pada aspek fonologis dan/atau aspek visual dalam tugas membaca, yang menjadi klien di Klinik Anak Mitra Cirebon.

9. Dataset awal (data latih) yang digunakan untuk membangun dan melatih model *Random Forest* bukan berasal dari data sekunder maupun simulasi sintetis. Data tersebut merupakan **data primer** yang diekstraksi secara langsung dari rekam jejak performa murni 20 anak disleksia di Klinik Anak Mitra Cirebon pada fase pengujian *Alpha Testing* menggunakan prototipe sistem berbasis aturan (rule-based).
10. Evaluasi kognitif yang diakomodasi dalam sistem ini difokuskan pada penanganan defisit **Fungsi Eksekutif (*Executive Function*)**, secara spesifik pada kapasitas **Memori Kerja (*Working Memory*)** dan kontrol atensi anak disleksia melalui mekanisme repetisi latihan yang adaptif. Penelitian ini **tidak mencakup** intervensi pada kemampuan bahasa ekspresif (seperti kemampuan berbicara atau menyusun kalimat secara lisan) maupun evaluasi keterampilan motorik halus secara medis.
11. *Tool* pemodelan Perangkat Lunak (PL) yang digunakan dalam perancangan arsitektur sistem ini menggunakan pendekatan Berorientasi Objek (*Object-Oriented*) dengan standar *Unified Modeling Language* (UML).
12. Perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk memvisualisasikan diagram UML tersebut adalah StarUML.
13. Sistem ini secara mutlak tidak menggunakan *Database Management System* (DBMS) atau pangkalan data konvensional. Data *log* historis performa permainan direkam dan disimpan murni menggunakan **penyimpanan lokal (*local storage*)** dalam bentuk berkas (*file*) berformat JSON di memori internal perangkat.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi teknologi inovatif guna mengatasi keterbatasan terapi disleksia konvensional di Klinik Anak Mitra Cirebon, dengan fokus pada integrasi game digital adaptif dan machine learning. Secara spesifik, tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan game terapi disleksia berbasis Android yang mengintegrasikan latihan fonologis dan visual sebagai media rehabilitasi digital.

2. Menerapkan algoritma Random Forest dengan pendekatan Supervised Learning melalui integrasi ONNX Runtime untuk memprediksi tingkat kesulitan latihan secara luring (on-device) yang sesuai berdasarkan data performa anak pada aspek fonologis dan visual.
3. Menguji kinerja Random Forest dengan akurasi $\geq 85\%$ dibanding rule-based *Fuzzy Sugeno* untuk penurunan *error rate* dan peningkatan motivasi belajar anak (frekuensi sesi).

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan baik secara teoretis maupun praktis dalam mengatasi tantangan terapi disleksia melalui teknologi adaptif. Manfaat teoretis memperkaya khazanah ilmu pengetahuan di bidang informatika dan rehabilitasi, sementara manfaat praktis mendukung stakeholder di Klinik Anak Mitra Cirebon dan masyarakat luas. Secara rinci, manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Memperkaya ilmu informatika dan rehabilitasi:

- a. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu *Software Engineering & Application*, khususnya integrasi *Supervised Machine learning* dalam game terapi untuk anak berkebutuhan khusus.
- b. Memperkaya literatur mengenai model adaptive learning berbasis Machine learning untuk intervensi disleksia dengan fokus pada aspek fonologis dan aspek visual di Indonesia.
- c. Menjadi studi kasus penerapan algoritma *Random forest* untuk penyesuaian tingkat kesulitan game, yang dapat dijadikan acuan bagi penelitian lanjutan di bidang serupa.
- d. Mengisi research gap mengenai implementasi GDLC dan pengujian iteratif dengan pengguna sebenarnya dalam pengembangan game terapi adaptif.

2. Manfaat Praktis

Memberikan manfaat langsung bagi:

- a. Bagi anak disleksia, menyediakan media terapi yang adaptif, personal, menyenangkan, dan dapat disesuaikan dengan profil kesulitan individual untuk meningkatkan motivasi dan efektivitas latihan membaca.
- b. Bagi terapis dan guru, memberikan alat bantu terapi berbasis teknologi yang mampu memberikan umpan balik objektif mengenai performa individual anak, pola kesalahan fonologis serta visual, serta rekomendasi penyesuaian intervensi secara otomatis.
- c. Bagi orang tua dan keluarga, menyajikan laporan pemantauan dan rekam jejak perkembangan belajar anak yang objektif, transparan, dan mudah dipahami dari hasil evaluasi sesi terapi di klinik.
- d. Bagi lembaga pendidikan, menjadi referensi dalam mengembangkan media pembelajaran adaptif untuk siswa dengan kebutuhan khusus, khususnya pada sekolah inklusi.
- e. Bagi pengembang game edukasi dan software, memberikan contoh implementasi teknis integrasi algoritma *Random forest* ke dalam *game engine (Unity)* untuk mekanisme penyesuaian adaptif berbasis data.