

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai aspek dalam kehidupan dapat dibantu dan dikembangkan menggunakan teknologi tersebut. Dalam dunia pendidikan, salah satu cara integrasi teknologi ke dalam proses pembelajaran adalah dengan menggunakan sebuah *Intelligent Tutoring System* (ITS). ITS merupakan sebuah aplikasi komputer yang mempunyai kecerdasan dalam melakukan pembelajaran [1]. ITS dibangun atas dasar kecerdasan buatan untuk memberikan setiap pelajar pengalaman belajar yang dipersonalisasi dan beradaptasi dengan kebutuhan, kemampuan, dan perkembangan mereka masing-masing. Proses belajar mengajar di sebuah ruang kelas seringkali mengalami kesulitan dalam mengakomodasi kebutuhan dari setiap pelajar, mengakibatkan tingkat pemahaman pelajar yang berbeda-beda dan menimbulkan kesenjangan dalam keterampilan antar satu pelajar dengan pelajar lain [2]. Perbedaan tingkat pemahaman dan kesenjangan keterampilan tersebut dapat dikurangi dengan menggunakan sebuah sistem yang dapat mempersonalisasikan proses belajar dan mengadaptasikan materi yang diberikan dengan kemampuan dan perkembangan setiap pelajar [3].

Isu performa pelajar tersebut menjadi semakin signifikan terhadap perkembangan seorang pelajar pada kelas 8, terutama pada mata pelajaran matematika. Pendidikan matematika di kelas 8 memegang peranan penting dalam membentuk dasar kemampuan berpikir logis, analitis, dan kreatif siswa yang sangat diperlukan dalam pendidikan selanjutnya. Pada jenjang ini, siswa mulai mempelajari konsep-konsep matematika yang lebih kompleks seperti aljabar, geometri, dan statistika, yang menjadi fondasi bagi pembelajaran matematika tingkat lanjut di SMA maupun dalam berbagai bidang studi lainnya. Studi oleh Wulandari et. al (2021) menyoroti pemahaman siswa kelas 8 terhadap pembelajaran matematika dalam kehidupan sehari-hari, yang menunjukkan bahwa penguasaan materi di kelas 8 sangat berperan dalam membentuk kemampuan berpikir kritis dan aplikatif siswa, yang menjadi modal penting untuk pendidikan lanjutan [4]. Salah satu dampak negatif dari kurangnya pemahaman terhadap konsep-konsep matematika yang lebih kompleks ini tercerminkan pada angka putus kuliah pada jurusan perguruan tinggi yang memiliki dasar pada konsep-

konsep matematika. Berdasarkan data dari Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDDikti) pada tahun 2020, ditemukan bahwa tiga jurusan dengan angka putus kuliah tertinggi adalah jurusan ekonomi pada angka 23,5%, jurusan teknik pada angka 22,6%, dan jurusan pendidikan pada angka 20% [5]. Dengan demikian, memperkuat kompetensi matematika di kelas delapan sebagai dasar penting tidak hanya membantu penguasaan materi sekolah menengah atas, tetapi juga sangat menentukan keberhasilan dan kecocokan pemilihan jurusan di perguruan tinggi, guna mengurangi risiko putus kuliah dan dampak negatif lainnya terhadap masa depan pendidikan mahasiswa.

Pada tahun 2021 sebuah perusahaan *cybersecurity* dari Russia bernama Kaspersky melakukan sebuah survey yang ditujukan kepada murid-murid yang melakukan proses belajar mengajar secara online/daring pada masa pandemi COVID-19. Hasil dari survey tersebut mendapat bahwa dari semua partisipan survey, 48% dari mereka memilih matematika sebagai mata pelajaran yang paling sulit untuk dipelajari secara online [6]. Selain itu, berdasarkan data dari National Center for Education (NCES) pada tahun 2024 yang melakukan assesmen dari kemampuan matematika dari pelajar kelas 8 di Amerika Serikat, ditemukan bahwa 28% dari pelajar mahir dalam mata pelajaran matematika, tetapi 39% dari pelajar memiliki kemampuan matematika yang kurang [7]. Kedua data tersebut menunjukkan bahwa matematika adalah mata pelajaran yang sulit tidak hanya menurut persepsi pelajar, tetapi juga sulit secara materi berdasarkan kesenjangan yang muncul pada hasil assesmen pelajar. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem dimana pelajar dapat mempelajari matematika dengan materi yang dipersonalisasi dan beradaptasi dengan kecakapan serta perkembangan dari setiap pelajar.

Sistem pembelajaran yang dipersonalisasi dan adaptif tersebut dapat dicapai dengan menggunakan sebuah Intelligent Tutoring System (ITS) [8]. Agar ITS dapat efektif digunakan dalam meningkatkan performa belajar, materi yang diberikan kepada setiap pelajar harus dapat beradaptasi dengan perkembangan pelajar tersebut. Untuk mencapai fungsi tersebut, berbagai macam model machine learning dapat digunakan. Salah satu model yang dapat digunakan adalah *Self Attentive Model for Knowledge Tracing* (SAKT). Menggunakan model SAKT ini, ITS dapat mencari hasil-hasil pembelajaran sebelumnya dari setiap pelajar dan menyesuaikan materi yang diberikan kepada pelajar tersebut. Oleh karena itu, ITS dapat digunakan dalam proses pembelajaran matematika untuk mengurangi kesenjangan keterampilan akibat sulitnya materi matematika yang diberikan kepada pelajar.

Penelitian-penelitian sebelumnya dalam rancang bangun ITS menggunakan model *machine learning* yang berbeda-beda, di antaranya adalah ITS menggunakan Bayesian Network oleh Simon (2016), Random Forest oleh Subirats et al. (2019), dan Long-Short Term Memory oleh Kelun et al. (2024). Penelitian oleh Simon (2016) membuat sebuah ITS berbasis Bayesian Network yang memiliki fungsi utama untuk memberikan rekomendasi materi selanjutnya yang diambil oleh pelajar berdasarkan performa mereka [9]. Selain itu, penelitian oleh Subirats et al. (2019) membuat sebuah ITS berbasis Random Forest pada bidang arkeologis yang dapat mengelompokkan data yang diterima untuk melakukan klasifikasi serpihan tulang tanpa adanya campur tangan dari pakar secara langsung [10]. Dalam penelitian ini, ITS difokuskan pada fungsinya untuk memberikan materi yang beradaptasi dengan kemampuan pelajar. Oleh karena itu, model *machine learning* yang menggunakan Bayesian Network dan Random Forest kurang cocok digunakan dalam penelitian ini karena ketiga model tersebut digunakan dalam melakukan tugas pengelompokan/klasifikasi. Sedangkan untuk melakukan adaptasi materi, model *machine learning* yang digunakan harus dapat memproses interaksi sekuensial antar data, dari data paling baru hingga yang paling lampau untuk membuat sebuah prediksi.

Untuk memproses data sekuensial, sebuah *recurrent neural network* (RNN) seperti LSTM dapat digunakan dalam fungsi adaptasi materi. Penelitian oleh Kelun et al. (2024) menggunakan model LSTM untuk membuat sebuah ITS dengan tujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan ITS dalam menyampaikan materi kepada pelajar [11]. Model LSTM memiliki salah satu kelemahan bernama *vanishing gradient problem* yang membuat model tersebut kurang efektif dalam jangka waktu yang sangat lama atau rentang data yang sangat panjang. *Vanishing gradient problem* adalah hilangnya relevansi data yang lampau dalam membuat prediksi data yang baru, masalah ini mengakibatkan data-data yang sebenarnya masih relevan/berpengaruh untuk prediksi tidak lagi memiliki pengaruh terhadap prediksi karena data-data tersebut sudah terlalu lampau [12]. Dalam konteks ITS, hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya adaptabilitas sistem karena data hasil pembelajaran lampau yang relevan mungkin tidak lagi dianggap berpengaruh oleh model LSTM.

Model SAKT menghindari masalah ini dengan menggunakan mekanisme *self-attention* dimana data yang penting/relevan selalu diakses dalam melakukan prediksi data baru tanpa ada pengaruh dari jangka waktu yang sudah terlampau sejak dibuatnya data [13]. SAKT bekerja seperti ketika kita membaca buku

fiksi dan muncul karakter yang relevan pada halaman 80, kita secara langsung membuka halaman 15 dimana karakter tersebut diperkenalkan kepada pembaca. Sedangkan LSTM bekerja seperti mengandalkan daya ingat/memori kita sendiri untuk mengingat deskripsi karakter tersebut pada halaman 15 tanpa membuka halaman tersebut secara langsung, akibatnya kita mungkin tidak dapat mengingat informasi pada halaman 15 secara sempurna dan semakin jauh kita membaca, informasi tersebut akan semakin berkurang atau menghilang.

Aplikasi ITS ini akan beroperasi berdasarkan model *machine learning* SAKT yang dapat mengadaptasikan materi dari ITS sesuai dengan kemampuan dan perkembangan pelajar. Cara ITS mengadaptasikan materinya adalah dengan memroses hasil pembelajaran yang sebelumnya sudah dilakukan oleh pelajar dan memroses data-data hasil belajar yang relevan untuk menentukan tingkat kesulitan materi selanjutnya. Contohnya ketika pelajar dapat mengerjakan soal-soal pada materi dengan benar dan dalam jumlah percobaan yang rendah, ITS akan memberikan soal-soal dengan tingkat kesulitan yang lebih tinggi. Di sisi lain, jika pelajar tidak dapat menjawab soal-soal dengan benar dan memerlukan jumlah percobaan yang tinggi, maka ITS akan menurunkan tingkat kesulitan pada soal-soal selanjutnya. Dengan menggunakan aplikasi ITS ini, diharapkan performa pelajar dapat meningkat dan proses belajar mereka dapat menjadi lebih efektif serta meningkatkan pemahaman mereka pada materi yang diberikan melalui ITS.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini akan membahas rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan model SAKT dalam membangun sebuah aplikasi ITS untuk pembelajaran matematika?
2. Bagaimana kemampuan ITS dalam menyesuaikan konten pembelajaran berdasarkan performa pelajar dalam sebuah materi?

1.3 Batasan Permasalahan

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi yang dibangun pada penelitian ini terfokus pada sisi pelajar, sehingga belum ada sistem untuk melakukan manajemen data melalui

aplikasi.

2. Jumlah soal pada aplikasi ITS ini dibatasi dengan jumlah soal yang ada pada dataset yang digunakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan model Self-Attentive Knowledge Tracing (SAKT) dalam pengembangan aplikasi Intelligent Tutoring System (ITS) yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran matematika secara adaptif.
2. Mengevaluasi adaptibilitas aplikasi ITS dalam mengubah konten materi berdasarkan riwayat proses pembelajaran pelajar pada materi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Teoritis
 - a Model SAKT dapat digunakan dalam membangun sebuah aplikasi ITS untuk membantu pelajar dalam mempelajari mata pelajaran matematika.
 - b Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengembangkan aplikasi ITS dalam mata pelajaran lain selain matematika.
2. Praktis
 - a Pelajar yang mengalami kesulitan dalam mengikuti proses belajar mengajar di sekolah dapat menggunakan aplikasi ITS untuk meningkatkan pemahaman mereka, terutama pada mata pelajaran matematika, diluar jam sekolah.
 - b Meningkatkan jumlah pelajar yang mahir dalam materi matematika serta mengurangi kesenjangan pemahaman dalam mata pelajaran tersebut.
 - c Meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis teknologi melalui pemanfaatan model machine learning SAKT.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan adalah sebagai berikut:

- Bab 1 PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari enam bagian, yaitu latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

- Bab 2 LANDASAN TEORI

Bab ini memuat penjelasan tentang teori, konsep dasar, dan arsitektur dari algoritma yang akan diterapkan pada penelitian ini untuk mendukung proses perancangan sistem dan implementasi algoritma.

- Bab 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian, termasuk alur kerja yang akan digunakan dan rancangan sistem beserta implementasi model yang disertai dengan gambar, diagram, atau tabel.

- Bab 4 HASIL DAN DISKUSI

Bab ini berisi penjelasan tentang sistem yang digunakan untuk menjalankan penelitian, hasil implementasi algoritma, dan akurasi yang dihasilkan dengan tampilan dari sistem yang telah dibuat.

- Bab 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dan saran untuk pengembangan penelitian berikutnya.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A