

BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang simpulan dan saran terkait dengan pekerjaan yang telah dilakukan dan dijelaskan pada Bab terdahulu.

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian dan implementasi yang telah dilakukan dalam pengembangan sistem *Intelligent Tutoring System* (ITS) berbasis *Reinforcement Learning*, khususnya model *Q-Learning*, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Model *Q-Learning* berhasil diimplementasikan ke dalam sistem *Intelligent Tutoring System* (ITS) untuk mendukung fungsi *adaptive learning*. Implementasi dinyatakan berhasil karena model *Q-Learning* mampu melakukan pembelajaran dari riwayat interaksi pelajar, dan menghasilkan kebijakan pemilihan soal yang sesuai dengan performa masing-masing pelajar. Pelajar dengan performa baik akan diberikan soal dengan tingkat kesulitan lebih tinggi dalam waktu yang lebih singkat, sedangkan pelajar dengan performa rendah akan diberikan soal-soal yang meningkat secara bertahap. Selain itu, aplikasi berjalan sesuai ekspektasi berdasarkan 12 skenario pengujian menggunakan metode *black-box testing*, dengan tingkat keberhasilan 100% (12 dari 12 skenario dinyatakan valid).
2. Jumlah Soal dalam Dataset: Sistem ITS menggunakan dataset ASSISTments 2009-2010 sebagai sumber data soal matematika, yang mencakup informasi seperti *user_id*, *problem_id*, *difficulty*, *correct*, dan *timestamp*. Dataset ini berisi ribuan soal yang mencakup berbagai topik matematika, seperti aljabar dan geometri, yang disimpan dalam tabel *Questions* pada basis data sistem. Jumlah Soal yang dapat diakomodasi oleh model *Q-learning* adalah 1293 soal. Setiap soal dikategorikan ke dalam tiga tingkat kesulitan: mudah, sedang, dan sulit, yang digunakan oleh algoritma *Q-Learning* untuk personalisasi.
3. Parameter Algoritma dan Pembagian Tingkat: Algoritma *Q-Learning* yang diimplementasikan menggunakan *learning rate* (α) sebesar 0.1 dan *discount rate* (γ) sebesar 0.9. Parameter ini diterapkan secara konsisten untuk

semua tingkat kesulitan soal (mudah, sedang, sulit), yang merupakan *action* dalam model Q-Learning. Pembagian tingkat kesulitan ini memungkinkan sistem untuk menyesuaikan soal secara adaptif berdasarkan performa pelajar, dengan $\alpha = 0.1$ memastikan pembaruan nilai Q yang stabil dan $\gamma = 0.9$ mempertimbangkan imbalan jangka panjang. Ketiga tingkat kesulitan ini diintegrasikan ke dalam tabel Q untuk memetakan *state* pelajar ke *action* yang optimal.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem ITS berbasis *Reinforcement Learning* ini, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan adalah:

1. Lakukan eksperimen penuh dengan menjalankan simulasi pelajar secara otomatis untuk mengevaluasi performa sistem secara kuantitatif. Hasil seperti reward per sesi, akurasi per level, dan *learning curve* akan memperkuat validasi sistem.
2. Perluasan dataset yang digunakan, baik dari segi jumlah baris data maupun keberagaman materi. Dataset lain seperti ASSISTments tahun 2012-2013 atau 2017 yang memiliki atribut tambahan seperti timestamp dan durasi pengerjaan, dapat meningkatkan akurasi dan kompleksitas prediksi.
3. Tambahkan fitur visualisasi performa dan riwayat pelajar dalam bentuk grafik atau dashboard interaktif. Hal ini akan membantu pelajar memahami kemajuan mereka serta membantu pengelola dalam mengevaluasi efektivitas sistem.
4. Sistem saat ini berfokus pada sisi pelajar. Pengembangan berikutnya disarankan untuk mencakup sistem pengelolaan soal dan materi oleh admin atau guru, melalui *dashboard* berbasis web yang memungkinkan manajemen konten dan analisis hasil pembelajaran.