

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang meliputi perancangan dan pengembangan *game* “Mecha Runner”, perancangan dan pengembangan NPC dengan *Finite-State Machine* (FSM) dan *Reinforcement Learning* (RL) dalam *game* “Mecha Runner”, pengujian dengan *graybox testing* dan *beta testing*, survei kepuasan pengguna dengan *Game Experience Questionnaire* (GEQ), dan analisis data, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai jawaban dari rumusan masalah penelitian seperti berikut:

1. NPC berbasis FSM berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dalam *game* “Mecha Runner”. Tahapan pengembangan NPC berbasis FSM dimulai dengan penyusunan konsep *state* melalui diagram *state machine* yang menggambarkan setiap *state* dan kondisi transisi. Selanjutnya, di Unity dibuat fondasi kelas *State* dan *StateMachine*, kemudian untuk masing-masing *state* (*investigate*, *patrol*, *state*) diimplementasikan *child class* dengan metode *EnterState*, *ExitState*, *FrameUpdate*, dan *PhysicsUpdate*. Model FSM pada penelitian ini menghasilkan perilaku NPC yang deterministik dan terstruktur.
2. NPC berbasis RL berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dalam *game* “Mecha Runner”. Tahapan pengembangan NPC berbasis RL dimulai dengan merancang sistem *reward* dan *punishment* dengan diagram *Markov Decision Process* (MDP), lalu mengimplementasikan dan melakukan pelatihan di Unity menggunakan Unity ML-Agents dan algoritma *Multi-Agent Posthumous Credit Assignment* (MA-POCA) di arena yang dibuat khusus untuk pelatihan RL. Selain itu, untuk melakukan pelatihan agen NPC dengan RL diperlukan agen pemain dengan RL juga yang akan dilatih secara bersamaan karena lingkungan pelatihan merupakan lingkungan *multi-agent*. Pengembangan NPC menggunakan RL menghasilkan perilaku yang adaptif terhadap pola permainan pemain dan agresif dengan strategi yang mengutamakan kecepatan kemenangan.
3. Analisis pengaruh metode pengembangan FSM dan RL terhadap kepuasan pengguna dilakukan dengan membandingkan rata-rata skor GEQ. Hasil

analisis survei kepuasan pengguna dengan *Game Experience Questionnaire* (GEQ) yang dilakukan pada 12 responden menunjukkan bahwa dalam aspek kepuasan pemain dalam menghadapi NPC, secara umum pemain lebih puas bermain menghadapi NPC dengan RL daripada NPC dengan FSM. NPC dengan RL lebih unggul daripada NPC dengan FSM pada elemen *flow* dengan skor rata-rata 3,13 dibanding 2,96, lebih unggul pada elemen ketegangan dengan skor 3,00 dibanding 2,08, lebih unggul pada elemen tantangan dengan skor 3,33 dibanding 2,79, lebih unggul pada elemen pengaruh negatif dengan skor 1,33 dibanding 2,04 (lebih rendah lebih baik), dan lebih unggul pada elemen pengaruh positif dengan skor 3,42 dibanding 3,21. Namun, NPC dengan FSM lebih unggul daripada NPC dengan RL pada elemen kompetensi dengan skor 3,42 dibanding 3,29. Hasil ini menyatakan bahwa pilihan metode FSM dan RL memiliki dampak yang nyata terhadap tingkat kepuasan pengguna.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang didapatkan, beberapa saran untuk penelitian ini supaya dapat menjadi tambahan ilmu pengetahuan dan inovasi di masa depan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa NPC dengan RL lebih unggul daripada NPC dengan FSM pada aspek kepuasan pemain di *game* “Mecha Runner”. Penelitian selanjutnya dapat melakukan perbandingan FSM dan RL pada *genre* yang lain untuk membuktikan lebih lanjut keberlakuan temuan penelitian ini di luar *game* “Mecha Runner”.
2. Perbedaan skor rata-rata antara NPC dengan RL dan NPC dengan FSM, selain pada elemen ketegangan dan pengaruh negatif, tidak begitu jauh. Kelemahan-kelemahan pada NPC dengan FSM yang menyebabkan kepuasan pemain yang lebih rendah daripada NPC dengan RL ini mungkin dapat diatasi dengan pengembangan model FSM yang lebih canggih sebelum dibandingkan dengan NPC dengan RL. Model FSM dapat dibuat menggunakan *Hierarchical Finite-State Machine* (HFSM) atau *Behavior Tree* sehingga *state* NPC lebih kompleks dan menghasilkan perilaku yang lebih beragam. Selain itu, dapat diterapkan transisi probabilistik, yaitu penggunaan distribusi probabilitas pada transisi

antara *state* untuk menambah elemen kejutan dan mengurangi pola pemain yang mudah dipelajari pemain. Jadi, penelitian selanjutnya dapat menerapkan pengembangan lebih lanjut pada NPC dengan FSM.

3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan eksplorasi algoritma RL alternatif dan konfigurasi *hyperparameter* yang mungkin menciptakan proses pelatihan yang lebih efisien dan model yang lebih stabil.

