

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan machine learning menggunakan *reinforcement learning* efektif dalam mengoptimalkan kinerja *Frames Per Second* (FPS) pada permainan digital. Penelitian ini menunjukkan bahwa *spatial temporal post processing* yang dikendalikan oleh *agen reinforcement learning* dapat menyesuaikan perilaku rendering secara adaptif sebagai respons terhadap kondisi kinerja waktu nyata, terutama selama pergerakan kamera yang dinamis dan beban rendering yang meningkat.

Pendekatan yang diusulkan memungkinkan sistem untuk merespons secara cerdas ketika terjadi penurunan FPS. Ketika terdeteksi penurunan FPS, agen yang telah dilatih memprioritaskan perenderan objek yang berada langsung di arah pandang kamera sambil mengurangi proses perenderan yang tidak perlu di area yang kurang relevan. Strategi perenderan adaptif ini secara signifikan mengurangi beban komputasi dan memungkinkan kinerja FPS stabil serta kembali ke tingkat optimal. Perilaku seperti ini menunjukkan bahwa agen telah berhasil mempelajari hubungan antara pergerakan kamera, kompleksitas perenderan, dan kinerja sistem melalui interaksi dengan lingkungan permainan.

Hasil eksperimen secara jelas menunjukkan keefektifan metode yang diusulkan. Sebelum penerapan *machine learning*, permainan *Heroes Day* hanya mampu mencapai maksimum sekitar 30 FPS dalam kondisi rendering tinggi. Setelah dilatih menggunakan *Unity ML-Agents* dengan kerangka kerja *reinforcement learning*, sistem secara konsisten mencapai nilai FPS mendekati 60 FPS, bahkan saat pergerakan kamera cepat dan jarak pandang yang panjang. Peningkatan ini menyoroti keuntungan dari optimasi berbasis pembelajaran adaptif dibandingkan konfigurasi rendering statis tradisional.

5.2 Saran

Untuk penelitian di masa mendatang, disarankan untuk memastikan kompatibilitas antara versi mesin Unity dan kerangka kerja ML-Agents yang digunakan. Meningkatkan jumlah langkah pelatihan dan bereksperimen dengan formulasi hadiah yang berbeda dapat lebih meningkatkan stabilitas pembelajaran dan kinerja pengoptimalan. Studi di masa mendatang juga dapat memperluas pendekatan ini ke lingkungan game yang lebih kompleks atau mengeksplorasi penerapannya ke metrik kinerja lainnya, seperti latensi, konsumsi daya, atau kualitas visual secara keseluruhan.

