

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada tahapan ini, berdasarkan temuan dan hasil pada penelitian dan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa poin yang dapat disimpulkan untuk menjawab rumusan masalah yang telah dibuat untuk memenuhi tujuan dari penelitian ini.

1. Penggunaan *customize pipeline* pada Meshroom terbukti menjadi konfigurasi paling efektif dalam menghasilkan model 3D yang realistis untuk aset *game*. Konfigurasi ini mencakup pengaturan *feature extraction* dengan *describer density* dan *quality* tinggi, pembagian proses *feature extraction* menjadi dua tahap untuk memperbanyak fitur yang terdeteksi, serta penambahan CCTag pada tahap *feature extraction* membantu dalam menentukan pose kamera. Hasil dari konfigurasi ini mampu memperbaiki berbagai kelemahan pada *default pipeline*, seperti *jagged edges*, fragmen kecil yang terlepas, penipisan geometri di area bertekstur rendah, serta ketidakmerataan tekstur di bagian tepi. Perbaikan ini membuat model akhir memiliki proporsi yang konsisten, detail yang lebih tajam, dan kualitas visual yang memadai untuk digunakan sebagai aset dalam lingkungan *game*.
2. Peningkatan akurasi menggunakan CCTag scaling memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap akurasi dimensi model 3D. Berdasarkan evaluasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE), model tanpa *CCTag scaling* memiliki RMSE sebesar 2,6623 cm, yang menunjukkan deviasi dimensi cukup besar dari objek aslinya. Setelah penerapan *CCTag scaling*, nilai RMSE turun drastis menjadi 0,0339 cm, setara dengan pengurangan error sebesar 98.87% atau peningkatan presisi sekitar 88.67 kali. Hasil ini membuktikan bahwa *CCTag scaling* tidak hanya membantu memastikan kesesuaian skala metrik, tetapi juga menstabilkan hasil rekonstruksi pada seluruh dimensi objek. Dengan nilai RMSE yang sangat rendah ($< 0,1$ cm), metode ini dapat dianggap sangat efektif dan layak digunakan untuk

kebutuhan rekonstruksi objek 3D dengan ketelitian tinggi, terutama pada aset *game* edukatif bertema kebencanaan yang membutuhkan keakuratan proporsi dan dimensi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian sejenis di masa mendatang, diantaranya:

1. Penggunaan Perangkat Lunak dengan Performa Lebih Tinggi untuk penelitian selanjutnya, disarankan mencoba perangkat lunak *photogrammetry* lain seperti *Agisoft Metashape* atau software komersial sejenis yang dikenal memiliki performa lebih tinggi dan fleksibilitas konfigurasi lebih luas dibandingkan software open-source. Perangkat lunak tersebut umumnya dilengkapi algoritma optimasi yang lebih efisien pada tahap *feature matching*, *dense reconstruction*, dan *meshing*, sehingga berpotensi menghasilkan model dengan detail lebih halus dan tingkat kesalahan dimensi lebih rendah.
2. Penggunaan peralatan dan lingkungan pengambilan gambar yang lebih optimal. Kualitas dataset sangat dipengaruhi oleh perangkat dan kondisi lingkungan pengambilan gambar. Penggunaan kamera dengan resolusi lebih tinggi, lensa berkualitas baik, serta kondisi pencahayaan yang terkontrol akan meningkatkan jumlah dan kualitas fitur yang terdeteksi. Lingkungan pengambilan gambar sebaiknya menggunakan latar polos untuk mengurangi noise visual, serta memanfaatkan turntable dan tripod untuk metode *Fixed Station Capture* (FSC) sehingga sudut dan jarak antar foto lebih konsisten.
3. Variasi objek dengan kompleksitas bentuk lebih tinggi. Untuk menguji konsistensi metode, disarankan melakukan pengujian pada objek dengan variasi bentuk dan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi, seperti objek dengan banyak sudut tajam, permukaan melengkung, atau ornamen detail. Hal ini akan memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kemampuan metode dalam menangani kasus yang lebih menantang, sekaligus memperluas potensi penerapannya pada berbagai jenis aset *game*.

4. Penggunaan metrik evaluasi yang lebih variatif. Selain evaluasi menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) berbasis dimensi, penelitian lanjutan dapat menambahkan metrik evaluasi lain seperti *Structural Similarity Index* (SSIM) untuk menilai kemiripan visual model bertekstur dengan objek asli, atau perhitungan RMSE berbasis point cloud untuk menilai akurasi geometri secara langsung pada data 3D. Penggunaan metrik yang lebih beragam akan memberikan penilaian yang lebih komprehensif terhadap kualitas model dari aspek visual dan geometris.