

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Penelitian ini mengembangkan model untuk segmentasi tumor kanker tiroid melalui enam tahapan utama, yaitu pengumpulan data, pelabelan data, *preprocessing* dataset, pelatihan model, evaluasi model, dan pengujian inferensi. Tahap pengumpulan data dilakukan dengan memperoleh citra WSI yang kemudian di label secara manual oleh dokter spesialis patologi anatomi untuk menentukan area tumor. Pada tahap *preprocessing*, citra WSI diproses menjadi ribuan *patch* berukuran  $512 \times 512$  piksel untuk memfasilitasi keterbatasan memori *hardware*. Selanjutnya, model SegFormer dilatih menggunakan lingkungan Google Colab Pro+ dengan dukungan GPU Nvidia A100 guna memastikan efisiensi waktu komputasi selama proses *training* model. Tahapan diakhiri dengan evaluasi metrik dan pengujian inferensi untuk memvalidasi performa model.

Ditinjau dari hasil metrik evaluasi, model berhasil mencapai performa yang cukup akurat dalam melakukan segmentasi area tumor. Nilai metrik yang tinggi pada aspek *precision* membuktikan bahwa model jarang melakukan kesalahan klasifikasi jaringan non-tumor sebagai tumor. Di sisi lain, performa pada aspek *recall* mengindikasikan bahwa model mampu mendeteksi sebagian besar area tumor yang ada, meskipun masih terdapat keterbatasan dalam mengenali seluruh area di perbatasan jaringan secara sempurna. Nilai *Dice Score* dan *IoU* secara keseluruhan menandakan bahwa hasil prediksi model sudah cukup mendekati bentuk asli dari *ground truth*.

Berdasarkan hasil visualisasi *learning curve*, model SegFormer dengan backbone MiT-B2 menunjukkan fenomena *overfitting*. Kondisi ini bisa disebabkan oleh keterbatasan variabilitas data yang hanya berasal dari 5 pasien, serta adanya domain shift antara karakteristik visual pada data *training* dan data *validation*. Dari hasil pengujian inferensi juga masih terlihat adanya

variabilitas antara hasil prediksi model dengan *ground truth* pada area *boundary* jaringan.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa arsitektur SegFormer mampu memberikan performa segmentasi yang cukup baik pada citra histopatologi yang diuji. Namun, adanya indikasi *overfitting* menegaskan bahwa model belum sepenuhnya *robust* dalam mengenali pola pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Keterbatasan generalisasi ini bisa disebabkan dari minimnya variabilitas data pasien yang digunakan, sehingga validasi lebih lanjut dengan dataset yang lebih beragam diperlukan untuk menjamin keandalan model dalam skenario klinis nyata.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah diselesaikan, penulis merumuskan beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

- Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk memperluas variabilitas dataset dengan melibatkan lebih banyak subjek pasien guna menekan risiko *overfitting* dan meningkatkan kemampuan generalisasi model.
- Penggunaan varian *backbone* MiT yang lebih besar seperti MiT-B3 hingga MiT-B5 untuk meningkatkan kapasitas model dalam mengekstraksi fitur hirarki yang lebih kompleks dan mendalam.