

BAB V

PENUTUP

Bab ini merangkum seluruh temuan penelitian dengan membandingkan hasil eksperimen terhadap studi terdahulu, memberikan interpretasi mendalam atas temuan utama, serta menguraikan implikasi praktis, keterbatasan studi, dan rekomendasi strategis untuk penelitian di masa mendatang.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian eksperimen dan proses evaluasi yang telah dilaksanakan, penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan utama yang secara langsung menjawab rumusan masalah penelitian.

Menjawab rumusan masalah pertama mengenai algoritma yang sesuai untuk mendeteksi *Autism Spectrum Disorder (ASD)* berbasis citra wajah dengan performa tinggi dan efisiensi komputasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa MobileViTv2 merupakan arsitektur paling optimal. Pada evaluasi akhir menggunakan *Test-Time Augmentation (TTA)*, MobileViTv2 mencapai nilai AUC 0,9575 dan akurasi 0,9002 dengan jumlah parameter yang relatif kecil ($\pm 5,8$ juta), sehingga unggul dibandingkan EfficientNetV2-S dan MobileNetV3-Large.

Menjawab rumusan masalah kedua terkait pengaruh preprocessing citra wajah terhadap kemampuan klasifikasi model lightweight, penelitian ini menemukan bahwa *Default Dataset* memberikan performa yang lebih stabil dibandingkan *Cropped Dataset*. Penggunaan dataset asli tanpa pemotongan tambahan mampu menjaga keseimbangan sensitivitas dan spesifisitas secara lebih konsisten, sementara cropping yang terlalu ketat berpotensi menghilangkan konteks visual penting di sekitar wajah.

Secara keseluruhan, kombinasi MobileViTv2 dan Default Dataset merupakan konfigurasi paling optimal untuk sistem skrining ASD berbasis citra wajah. Dengan karakteristik model yang ringan dan efisien, konfigurasi ini layak dikembangkan sebagai alat bantu skrining awal berbasis mobile, namun tidak menggantikan diagnosis klinis formal.

5.2 Saran

Untuk meningkatkan kemampuan generalisasi dan kesiapan klinis sistem di masa depan, penelitian selanjutnya disarankan untuk mempertimbangkan arah pengembangan berikut:

1. **Akuisisi Data Primer dan Konteks Lokal Indonesia**, Melakukan kolaborasi dengan instansi terkait, seperti Kementerian Kesehatan (Kemenkes) atau fasilitas layanan kesehatan masyarakat, untuk memperoleh data primer yang mencerminkan karakteristik demografis anak-anak di Indonesia. Penggunaan data lokal yang mencakup variasi etnis dan profil klinis spesifik Indonesia akan meningkatkan relevansi serta akurasi model saat diimplementasikan di lingkungan domestik.
2. **Validasi Eksternal dan Analisis Bias**, Melakukan pengujian pada dataset eksternal yang memiliki keragaman rentang usia dan variasi ekspresi wajah. Hal ini bertujuan untuk memastikan stabilitas model dan memitigasi risiko bias, sehingga model tetap reliabel saat menghadapi data yang berbeda dari lingkungan pelatihan asli.
3. **Pengembangan Arsitektur Multimodal Fusion** Mengintegrasikan fitur visual dari citra wajah dengan data non-visual melalui teknik *fusion*. Data tambahan tersebut dapat berupa skor kuesioner klinis (seperti M-CHAT-R/F) atau data perkembangan anak. Pendekatan ini memungkinkan model memberikan prediksi yang lebih komprehensif dengan menggabungkan pola fisik wajah dan indikator perilaku.
4. **Implementasi Sistem Skrining Bertahap (Multi-Stage Screening)** Memposisikan model berbasis citra wajah ini sebagai alat skrining tahap awal (*Stage-1*) yang praktis dan non-invasif. Hasil prediksi model kemudian dapat diintegrasikan dengan instrumen diagnostik standar, sehingga menciptakan alur deteksi dini yang lebih sistematis sebelum dilakukan pemeriksaan klinis mendalam.

5. **Uji Klinis dan Evaluasi pada Perangkat *Edge*** Melakukan uji coba prospektif di lingkungan layanan kesehatan untuk mengevaluasi performa sistem dalam alur kerja klinis nyata. Selain itu, perlu dilakukan analisis mendalam terhadap konsumsi daya dan latensi pada perangkat *mobile* guna memastikan aplikasi tetap ringan dan responsif saat digunakan oleh masyarakat luas.
6. **Optimasi Threshold Keputusan:** Melakukan penyesuaian ambang batas keputusan (*decision threshold*), misalnya pada rentang 0,40–0,45, untuk meningkatkan *Sensitivity* guna meminimalkan risiko *false negative* dalam konteks deteksi dini.

