

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian berjudul “ANALISIS DAN IMPLEMENTASI YOLO11 SEBAGAI SISTEM DETEKSI WAJAH DAN EKSPRESI SECARA REALTIME” mencakup penelitian, implementasi, dan pengujian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. **Keefektifitasan Arsitektur:** Arsitektur dari YOLO11 Nano terbukti lebih unggul hingga berada pada level yang signifikan dalam konteks mengenali dan mengklasifikasikan ekspresi dibandingkan dengan pendahulunya yaitu YOLO8 Nano. Hasil dari kemampuan Spatial Attention (C2PSA) pada YOLO11 Nano terbukti mampu untuk memberikan kemampuan fokus yang lebih tajam pada area kunci wajah khususnya mata, hidung, mulut dan otot-otot wajah sehingga menghasilkan prediksi yang lebih presisi. Namun sangat disayangkan walau YOLO11 Nano memiliki keunggulan arsitektur dibandingkan dengan YOLO8 Nano, keduanya masih saja berjalan dengan performa yang kurang baik pada perangkat yang digunakan karena keterbatasan sumber daya komputasi yang dimiliki.
2. **Optimalisasi Akurasi Klasifikasi Ekspresi:** Penerapan mekanisme *Spatial Attention* (C2PSA) pada YOLO11 Nano terbukti mampu mengoptimalkan akurasi klasifikasi terhadap 8 jenis ekspresi wajah. Fitur ini memungkinkan model untuk memusatkan fokus komputasi pada area fitur wajah yang vital (mata, hidung, mulut) dan mengabaikan *noise* lingkungan. Hasilnya, YOLO11 Nano mencatatkan skor mAP@50 sebesar **56%**, yang menunjukkan konsistensi yang lebih baik dalam mengenali variasi ekspresi dibandingkan YOLO8 Nano (54%).
3. **Efisiensi Kompresi pada Perangkat Terbatas:** YOLO11 Nano menunjukkan keunggulan efisiensi komputasi yang signifikan untuk diterapkan pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Model ini memiliki ukuran file yang lebih ringkas, yaitu **5.22 MB**, dibandingkan YOLO8 Nano sebesar 5.95 MB. Meskipun dijalankan pada perangkat dengan spesifikasi rendah (GPU GTX 1050), sistem tetap mampu berjalan stabil tanpa mengalami kegagalan memori (*force close*),

membuktikan bahwa efisiensi kompresi model YOLO11 sangat berdampak positif terhadap stabilitas sistem *real-time*.

5.2 Saran

Walau sistem sudah berhasil membuktikan keunggulan dari YOLO11 Nano, namun masih terdapat beberapa hal yang bisa dikembangkan lebih jauh lagi oleh penelitian berikutnya agar disempurnakan:

1. **Peningkatan Spesifikasi Perangkat Keras:** pada penelitian ini keterbatasan terbesar yang tidak dapat untuk diobati adalah keterbatasan perangkat yang memiliki sumber komputasi memadai, sangat disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk menguji sistem pada kartu grafis terbaru seperti Nvidia seri RTX ataupun Quadro untuk mendapatkan standar ideal atau membukan batasan dari sistem itu sendiri sehingga menghasilkan sebuah buah hasil dari kerja sistem yang lebih responsif dan memiliki transisi yang jauh lebih halus lagi.
2. **Perluasan dan Penyeimbangan Dataset Berbasis Lokal:** Penambahan dataset citra wajah yang lebih banyak lagi sangatlah penting karena penambahan dataset tersebut membantu ai untuk lebih memahami lagi seperti apa struktur wajah dan apa-apa saja yang bisa diprediksi sebagai wajah, khususnya dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset dari luar menggunakan citra wajah orang-orang asing yang dihibrida dengan dataset lokal dari peneliti sementara subjek penelitiannya memiliki wajah lokal sehingga sistem terkadang tidak terlalu baik dalam mengenali bentuk dan lekuk dari wajah yang membuat sistem kesulitan menentukan ekspresi yang dikeluarkan oleh subjek penelitian.