BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, model super resolusi berbasis ACA-ESRGAN yang dioptimalkan untuk pengiriman gambar menggunakan teknologi LoRa berhasil dibangun dengan performa yang sangat baik. Mekanisme Adaptive Convolution Attention (ACA) yang mengintegrasikan Channel Attention, Spatial Attention, dan Squeeze-and-Excitation Block secara signifikan meningkatkan kemampuan model ESRGAN dasar, yang awalnya dirancang untuk 4x super resolusi, sehingga mampu mendukung dan menghasilkan kualitas gambar hingga 20x super resolusi dengan kualitas visual yang tetap tajam dan realistis. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan mekanisme *adaptive attention* efektif dalam memperkuat fokus model pada fitur-fitur penting gambar, meningkatkan ketajaman dan detail gambar hasil rekonstruksi.

Evaluasi kinerja model menggunakan metrik PSNR dan SSIM menunjukkan bahwa model ACA-ESRGAN mampu mencapai nilai rata-rata PSNR lebih dari 20 dB, yang menandakan peningkatan kualitas rekonstruksi gambar yang signifikan dibandingkan dengan model dasar tanpa mekanisme ACA. Selain itu, secara subjektif, hasil gambar yang dihasilkan oleh model ini baik dan jelas, dengan detail yang tampak tajam dan struktur gambar yang terjaga dengan baik, sesuai dengan persepsi visual manusia. Dengan demikian, model ACA-ESRGAN tidak hanya meningkatkan resolusi gambar secara signifikan, tetapi juga mempertahankan kualitas visual yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk aplikasi transmisi gambar beresolusi tinggi dalam kondisi *bandwidth* terbatas seperti pada jaringan LoRa di kendaraan otonom.

5.2 Saran

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengoptimalan kinerja model dalam kondisi jaringan terbatas, khususnya pada teknologi seperti LoRa yang memiliki karakteristik *bandwidth* rendah. Dalam penelitian ini, model ACA-ESRGAN telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas gambar, namun

kompleksitas arsitektur model masih menjadi tantangan dalam penerapannya di lingkungan dengan keterbatasan transmisi data. Untuk itu, pengembangan model yang lebih ringan, atau penerapan teknik kompresi gambar yang efisien, dapat menjadi fokus dalam pengembangan selanjutnya agar gambar berkualitas tinggi tetap dapat dikirimkan tanpa membebani jaringan.

Selain itu, penelitian ini masih menggunakan dataset statis untuk pengujian model, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi operasional di dunia nyata. Oleh karena itu, akan sangat relevan jika pengembangan selanjutnya menggunakan dataset dinamis yang mencerminkan variasi kondisi cuaca, pencahayaan, dan lingkungan aktual yang dihadapi oleh kendaraan otonom. Dengan demikian, model tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga adaptif dan *robust* dalam menghadapi perubahan visual di lapangan, terutama dalam konteks aplikasi *real-time* berbasis IoT yang menggunakan jaringan LoRa.