

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh serta pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pembangunan pipeline preprocessing citra SAR menggunakan kombinasi Integer Wavelet Transform (IWT), Delta Encoding, dan estimasi prediktif linier berhasil dilakukan secara modular dan efisien dalam domain bilangan bulat. Pipeline ini mampu menyusun ulang informasi spasial-frekuensi citra ke dalam bentuk subband yang lebih terstruktur dan rendah redundansi, tanpa menghilangkan informasi penting seperti tekstur atau speckle khas citra SAR (Pilikos, 2024).
2. Kajian terhadap hasil preprocessing menunjukkan bahwa transformasi IWT, Delta Encoding, dan estimasi prediktif secara signifikan mempersempit distribusi nilai piksel, menurunkan entropi orde-nol, serta meningkatkan keterpusatan spektrum singular. Hal ini terlihat dari histogram subband yang mengerucut ke sekitar nol, penurunan entropi hingga lebih dari 2 bit/pixel pada subband tinggi, serta kurva log-SVD yang menurun tajam. Temuan ini membuktikan bahwa data hasil transformasi memiliki struktur internal yang lebih kompresibel secara efisien dibandingkan citra asli (Sumbarto, 2023).
3. Evaluasi efektivitas preprocessing terhadap hasil kompresi menggunakan Zstandard (Zstd) menunjukkan peningkatan performa yang konsisten. Dibandingkan metode Zstd tanpa preprocessing, pendekatan IWT–Delta–Zstd mampu mengurangi ukuran file hingga lebih dari 40%, dengan rasio kompresi mencapai 6:1 pada beberapa lokasi. Kualitas citra hasil dekompresi tetap sangat tinggi, dengan nilai PSNR di atas 45 dB dan MSE di bawah

2.1, menunjukkan bahwa metode ini masuk dalam kategori near-lossless. Proses dekompresi juga berlangsung cepat dan stabil, sehingga pendekatan ini layak digunakan dalam sistem pengolahan citra SAR berbasis UAV atau edge-computing yang membutuhkan efisiensi tinggi tanpa mengorbankan akurasi data (Qerom, 2024).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan temuan penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Disarankan untuk mengembangkan model prediksi subband HH yang lebih kompleks, seperti regresi non-linier, basis fungsi adaptif, atau pendekatan machine learning (misalnya Random Forest atau Neural Network) guna meningkatkan akurasi estimasi dan memperluas cakupan wilayah heterogen.
2. Penelitian ini menggunakan pembagian blok dalam proses prediksi regresi. Untuk ke depan, segmentasi adaptif berbasis konten citra (misalnya menggunakan entropi lokal atau SVD lokal) dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan ketepatan model prediktif pada wilayah bertekstur tinggi.
3. Disarankan agar penelitian selanjutnya mengeksplorasi penggunaan multi-level *Integer Wavelet Transform* (IWT) untuk menangkap detail pada berbagai skala. Hal ini berpotensi meningkatkan efisiensi kompresi dan kualitas rekonstruksi, terutama pada area dengan struktur kompleks seperti daerah urban.
4. Untuk menguji generalisasi metode, disarankan agar model dikembangkan dan diuji pada citra SAR dari platform berbeda seperti COSMO-SkyMed atau RADARSAT, serta pada format citra lainnya (misalnya data kompleks atau multitemporal).
5. Sebagai tindak lanjut praktis, metode ini dapat diimplementasikan dalam sistem UAV atau edge device untuk mengevaluasi performa aktual dalam kondisi operasional, khususnya dari aspek

penggunaan memori, kecepatan pemrosesan, dan efisiensi transmisi data.

