

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai restorasi citra dokumen yang pudar menggunakan *histogram equalization* dan *otsu binarization thresholding*, beberapa kesimpulan penting dapat diambil yaitu, Algoritma restorasi citra yang dikembangkan mampu secara signifikan meningkatkan kualitas visual nota yang memudar. Penerapan *histogram equalization* berhasil memperjelas teks dan gambar yang sulit dibaca pada nota hasil pindai. Secara visual, hasil restorasi memungkinkan pengguna untuk mengidentifikasi informasi yang semula tidak dapat dibaca dengan jelas. Penggunaan metode Otsu untuk otomatisasi *thresholding* menunjukkan performa yang baik dalam memisahkan teks dari latar belakang. Ini sangat berguna dalam mempercepat proses restorasi tanpa memerlukan penyesuaian manual pada setiap citra yang berbeda. Meskipun hasilnya cukup efektif, terdapat keterbatasan pada citra dengan distribusi intensitas yang tidak merata, di mana beberapa area teks masih terganggu oleh noise atau kesalahan dalam pemisahan.

Dari pengujian menggunakan aplikasi pihak ketiga, didapatkan tingkat kesuksesan sebanyak 60% dari sepuluh pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma ini mampu menghasilkan perbaikan visual yang cukup memadai. Namun, Algoritma yang digunakan cenderung kehilangan efektivitas pada citra dengan lekukan atau lipatan. Pada citra yang memiliki tingkat lekukan dan lipatan yang dominan, detail penting seperti teks menjadi kabur. Hal ini menunjukkan bahwa penanganan citra yang lebih kompleks memerlukan pendekatan yang lebih canggih. Pada citra dengan resolusi tinggi, waktu pemrosesan meningkat seiring dengan kompleksitas algoritma yang bekerja pada setiap piksel. Ini dapat menjadi kendala pada aplikasi praktis, terutama

untuk memproses banyak citra dalam waktu singkat. Optimasi lebih lanjut diperlukan untuk membuat algoritma ini lebih efisien pada citra dengan resolusi besar.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, beberapa saran berikut dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut di masa mendatang:

1. Algoritma saat ini masih mengalami keterbatasan dalam menangani citra dengan kerusakan pada kertas seperti lekukan dan lipatan. Oleh karena itu, diperlukan eksplorasi teknik pengurangan noise yang lebih canggih, seperti *Non-Local Means* atau penggunaan filter adaptif yang dapat menyesuaikan dengan karakteristik noise pada citra yang berbeda.
2. Algoritma dapat dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan restorasi pada citra yang memiliki detail halus yang hilang akibat keputaran ekstrem. Salah satu pendekatan yang dapat diambil adalah penggunaan teknik pemodelan *deep learning* atau metode berbasis jaringan saraf konvolusional (CNN), yang telah terbukti efektif dalam memulihkan detail pada citra yang rusak.
3. Untuk aplikasi praktis, terutama jika digunakan dalam skala besar atau pada citra beresolusi tinggi, perlu dilakukan optimasi algoritma agar lebih efisien dari segi waktu pemrosesan. Salah satu cara untuk mencapai ini adalah dengan memanfaatkan *parallel processing* atau *GPU-based computing* yang dapat mempercepat proses pengolahan citra.
4. Pengujian lebih lanjut dengan dataset yang lebih beragam, baik dari segi variasi tingkat keputaran maupun variasi dokumen yang dipindai, akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai performa algoritma. Hal ini juga akan membantu dalam mengevaluasi sejauh mana algoritma ini dapat digunakan pada jenis dokumen lain yang memiliki karakteristik serupa.

5. Algoritma ini memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi aplikasi praktis yang dapat digunakan oleh pengguna umum, terutama untuk keperluan restorasi nota transaksi, dokumen penting, atau arsip yang memudar. Pengembangan antarmuka pengguna yang lebih ramah serta integrasi dengan teknologi pemrosesan batch akan sangat bermanfaat bagi pengguna yang memproses banyak dokumen sekaligus.

Dengan memperhatikan beberapa saran tersebut, diharapkan penelitian ini dapat terus berkembang dan memberikan kontribusi yang lebih besar dalam bidang pemrosesan citra, khususnya dalam hal restorasi citra dokumen yang memudar.