

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem identifikasi kredibilitas sertifikat prestasi jalur Seleksi Nasional Berdasarkan Prestasi (SNBP) berdasarkan analisis elemen visual menggunakan *metode Improved Scale Invariant Feature Transform (Improved SIFT)* dan *Random Sample Consensus (RANSAC)*. Selain itu, penelitian ini juga mengembangkan aplikasi desktop berbasis PySide6 yang mampu melakukan identifikasi sertifikat secara otomatis, menampilkan parameter hasil identifikasi, serta menyediakan informasi pendukung berupa identifikasi tingkatan sertifikat menggunakan *Optical Character Recognition (OCR)* dan validasi *Quick Response (QR) Code*.

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, tahapan *preprocessing* berhasil diterapkan untuk meningkatkan kualitas citra sertifikat melalui konversi format citra menjadi PNG, proses *resize*, konversi ke citra *grayscale*, serta peningkatan kontras menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)*. Tahapan tersebut menghasilkan citra yang lebih seragam serta mampu memperjelas detail visual pada area logo maupun stempel sehingga mendukung proses ekstraksi dan pencocokan fitur secara lebih optimal.

Penerapan metode *Improved SIFT* dan *Random Sample Consensus (RANSAC)* berhasil digunakan untuk mengekstraksi, mencocokkan, dan memvalidasi fitur visual pada citra sertifikat. *Improved SIFT* menghasilkan fitur yang lebih efisien melalui proses *stability filtering* dan reduksi dimensi deskriptor dari 128 dimensi menjadi 96 dimensi, sedangkan RANSAC mampu menyaring pasangan fitur yang tidak konsisten secara geometris sehingga hanya pasangan fitur yang valid (*inlier*) yang dipertahankan. Berdasarkan hasil evaluasi, metode yang diusulkan memperoleh rata-rata *Mean Reprojection Error* sebesar 28,47 piksel, yang menunjukkan rata-rata kesalahan reprojeksi pasangan titik hasil transformasi homografi. Selain itu, pengujian terhadap sertifikat berlabel Tidak Kredibel

menghasilkan rata-rata Akurasi *Matching Inlier* sebesar 0,81 (81%), yang menunjukkan bahwa sebagian besar pasangan titik yang dipertahankan RANSAC merupakan pasangan fitur yang sesuai dengan parameter. Hasil evaluasi menggunakan *Structural Similarity Index Measure* (SSIM) juga menunjukkan bahwa 8 sertifikat memperoleh nilai SSIM di atas 70%, yang mengindikasikan tingkat kemiripan visual yang tinggi antara area hasil identifikasi dengan citra parameter. Secara keseluruhan, hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *Improved SIFT* dan RANSAC mampu menghasilkan pencocokan fitur yang memiliki konsistensi geometris serta mendukung proses identifikasi parameter pada citra sertifikat.

Selanjutnya, aplikasi desktop berbasis *PySide6* berhasil dikembangkan sebagai antarmuka pengguna yang mengintegrasikan seluruh tahapan penelitian. Aplikasi mampu melakukan unggah citra sertifikat dan parameter, menjalankan proses *preprocessing*, ekstraksi fitur menggunakan *Improved SIFT*, pencocokan fitur, penyaringan menggunakan RANSAC, serta menampilkan hasil identifikasi parameter secara otomatis. Selain itu, aplikasi juga menyediakan fitur visualisasi hasil pencocokan, evaluasi metode, identifikasi tingkatan sertifikat menggunakan OCR, dan validasi informasi melalui *QR Code* sehingga proses identifikasi sertifikat dapat dilakukan secara lebih mudah, cepat, dan terintegrasi.

## 5.2. Saran Pengembangan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Penelitian ini menggunakan dataset sertifikat prestasi yang terbatas pada sertifikat jalur SNBP dengan variasi parameter visual tertentu. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah jumlah serta keberagaman data yang digunakan, baik dari segi desain sertifikat, instansi penyelenggara, kualitas pemindaian, maupun variasi logo dan stempel. Penambahan variasi data diharapkan dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam menangani kondisi sertifikat yang lebih beragam.

2. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode identifikasi dengan mengombinasikan *Improved Scale Invariant Feature Transform (Improved SIFT)* dan *Random Sample Consensus (RANSAC)* dengan metode lain, seperti algoritma berbasis *deep learning*, teknik ekstraksi fitur lokal lainnya, maupun metode pencocokan fitur yang lebih adaptif. Pengembangan tersebut diharapkan mampu meningkatkan kemampuan sistem dalam mengidentifikasi elemen visual pada sertifikat yang memiliki variasi bentuk, ukuran, orientasi, maupun kualitas citra yang lebih beragam. Selain itu, kombinasi beberapa metode dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan ketahanan sistem terhadap perubahan karakteristik dokumen.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metrik evaluasi yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Pada penelitian yang berfokus pada proses identifikasi dan pencocokan fitur, evaluasi sebaiknya menggunakan metrik yang mampu mengukur kualitas pencocokan geometris maupun kemiripan visual, seperti *Mean Reprojection Error*, *Akurasi Matching Inlier*, *Structural Similarity Index Measure (SSIM)*, atau metrik lain yang relevan. Pemilihan metrik evaluasi yang sesuai akan menghasilkan analisis performa sistem yang lebih representatif dan memudahkan interpretasi terhadap kualitas hasil identifikasi.
4. Aplikasi yang dikembangkan pada penelitian ini masih berbasis desktop dan dijalankan secara lokal menggunakan *PySide*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem dalam bentuk aplikasi berbasis web atau *mobile* sehingga proses verifikasi sertifikat dapat dilakukan secara lebih fleksibel, mudah diakses, dan berpotensi mendukung penggunaan pada skala yang lebih besar.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*