

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengolahan citra digital merupakan salah satu bidang penting dalam ilmu komputer yang berfokus pada proses analisis, interpretasi, dan manipulasi gambar digital guna memperoleh informasi yang bermakna [1]. Teknologi ini berperan besar dalam berbagai bidang, seperti kedokteran, keamanan, industri manufaktur, hingga pendidikan [2]. Melalui penerapan pengolahan citra, komputer dapat melakukan analisis terhadap gambar atau citra secara otomatis untuk menghasilkan keputusan yang sebelumnya hanya dapat dilakukan oleh manusia. Salah satu implementasi pentingnya adalah dalam pengenalan pola, di mana sistem mampu mengenali bentuk, objek, atau tanda tertentu berdasarkan karakteristik citra [3].

Salah satu bidang turunan dari pengolahan citra digital adalah visi komputer, yang berfokus pada kemampuan sistem komputer untuk memahami, menafsirkan, dan memproses data visual sebagaimana cara kerja penglihatan manusia [4]. Teknologi ini memungkinkan komputer untuk mengenali pola visual dari citra atau video, kemudian mengonversinya menjadi informasi yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan [5]. Aplikasi visi komputer telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, seperti pengenalan wajah, deteksi objek, sistem keamanan, serta otomatisasi industri [6]. Dalam konteks pendidikan, teknologi ini juga memiliki potensi besar untuk membantu proses evaluasi hasil belajar melalui sistem koreksi otomatis berbasis citra digital.

Salah satu penerapan visi komputer dalam dunia pendidikan adalah *Optical Mark Recognition* (OMR), yaitu teknologi untuk mendeteksi tanda pada dokumen secara optik dengan membaca perbedaan intensitas warna antara area kosong dan area yang ditandai [7]. Teknologi OMR banyak digunakan dalam pengumpulan data survei, pengisian formulir, maupun pemeriksaan Lembar Jawaban Komputer (LJK) pada ujian. Dengan memanfaatkan algoritma pengolahan citra, sistem OMR mampu mendeteksi tanda pada area tertentu secara cepat dan akurat [8].

Namun demikian, sebagian besar sistem OMR konvensional masih memerlukan perangkat pemindai khusus yang memiliki resolusi dan akurasi tinggi

[9]. Perangkat tersebut umumnya memiliki harga yang cukup mahal dan tidak fleksibel digunakan di semua institusi pendidikan. Selain itu, format LJK yang digunakan setiap lembaga biasanya bersifat spesifik dan tidak universal, sehingga hanya dapat diproses oleh perangkat dan perangkat lunak tertentu [10]. Kondisi ini menjadi kendala terutama bagi sekolah atau universitas yang memiliki keterbatasan dana dan sumber daya teknologi.

Alternatif lain yang digunakan adalah pemeriksaan manual, namun metode ini memiliki berbagai kelemahan, seperti waktu pemeriksaan yang lama, potensi kesalahan manusia (*human error*), serta tingkat efisiensi kerja yang rendah [11]. Di sisi lain, meskipun sistem *Computer-Based Test* (CBT) dapat menawarkan kemudahan pengolahan nilai secara otomatis, pelaksanaannya sangat bergantung pada ketersediaan infrastruktur teknologi seperti komputer, jaringan internet, dan pasokan listrik yang stabil [12]. Gangguan teknis seperti kerusakan perangkat keras, keterbatasan *bandwidth*, hingga potensi peretasan sistem dapat mengganggu jalannya ujian [13]. Oleh karena itu, sistem berbasis LJK masih dianggap relevan untuk digunakan di banyak institusi pendidikan, terutama yang belum sepenuhnya siap secara infrastruktur.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi sistem OMR yang fleksibel, efisien, dan ekonomis tanpa ketergantungan terhadap perangkat pemindai khusus. Salah satu pendekatan potensial adalah mengembangkan aplikasi OMR berbasis *website* yang mampu melakukan deteksi tanda secara *realtime* melalui pemrosesan citra digital langsung di sisi klien. Pendekatan ini dapat diimplementasikan menggunakan JavaScript dengan pustaka OpenCV.js, sehingga pemrosesan citra dilakukan secara lokal pada *browser* pengguna tanpa memerlukan instalasi aplikasi [14]. Sementara itu, pengelolaan data seperti kunci jawaban dan hasil pemeriksaan dapat ditangani menggunakan PHP dan *database* untuk menjaga integritas serta kemudahan akses hasil ujian [15].

Dalam penelitian ini, sistem OMR yang dikembangkan juga memanfaatkan algoritma deteksi tepi modern seperti *DexiNed* (*Dense Extreme Inception Network*) untuk memperoleh hasil deteksi garis dan kontur yang lebih tajam serta *Active Contour* untuk memperbaiki segmentasi bentuk LJK yang tidak presisi akibat *noise* atau distorsi posisi [16], [17]. Melalui kombinasi kedua metode tersebut,

diharapkan sistem dapat mengenali area isian dengan lebih akurat meskipun kondisi pencahayaan atau orientasi kertas tidak ideal.

Aplikasi yang dikembangkan akan diuji melalui berbagai kondisi, termasuk variasi posisi, pencahayaan, dan tingkat ketebalan tanda pada LJK. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi jawaban serta konsistensinya dalam berbagai kondisi lingkungan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan sebuah sistem pemeriksaan LJK berbasis web yang mampu memberikan solusi praktis, cepat, dan hemat biaya bagi lembaga pendidikan. Sistem ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi koreksi, tetapi juga mengurangi potensi kesalahan manusia dalam proses pemeriksaan hasil ujian.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan program OMR yang mampu melakukan pemeriksaan LJK secara *realtime*?
2. Bagaimana merancang aplikasi OMR berbasis *website* yang terintegrasi dengan sistem penyimpanan data hasil pemeriksaan?
3. Bagaimana kinerja program dalam menghasilkan *output* pemeriksaan yang akurat dan sesuai dengan kunci jawaban?
4. Apa saja kondisi pemindaian yang dapat diterima oleh program agar tetap menghasilkan *output* pemeriksaan yang akurat dan konsisten?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengimplementasikan program OMR yang mampu melakukan pemeriksaan LJK secara *realtime* menggunakan teknologi visi komputer.
2. Mengembangkan aplikasi OMR berbasis *website* yang dapat mengelola kunci jawaban dan hasil pemeriksaan LJK secara efisien.
3. Mengevaluasi kinerja dan akurasi program dalam mendeteksi serta menilai jawaban pada LJK.
4. Mengidentifikasi berbagai kondisi pemindaian yang dapat diterima oleh sistem agar tetap menghasilkan hasil pemeriksaan yang optimal dan akurat.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi ilmiah berupa peningkatan wawasan dan pemahaman peneliti mengenai penerapan teknik pengolahan citra digital dalam pengembangan sistem pemeriksaan LJK.
2. Menjadi referensi atau acuan bagi peneliti lain yang tertarik mengembangkan penelitian sejenis, khususnya dalam bidang pengolahan citra dan visi komputer.
3. Memberikan manfaat praktis bagi tenaga pendidik, seperti guru dan dosen, dengan menghadirkan alternatif sistem pemeriksaan LJK yang efisien, akurat, dan mudah digunakan tanpa memerlukan perangkat pemindai khusus.

1.5. Batasan Masalah

1. Desain *template* LJK yang digunakan dalam penelitian ini mencakup tiga komponen utama, yaitu isian nama peserta, nomor peserta, dan jawaban pilihan ganda.
2. Pengembangan aplikasi OMR ini dibatasi untuk dijalankan pada perangkat *desktop* dengan lingkungan *browser*.