



ABDI CENDEKIA:
JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT
Volume 5 Nomor 2 Tahun 2026 Halaman 2417-2422
<https://zia-research.com/index.php/abdicendekia>



Perancangan Sistem Otomatisasi Penilaian Ujian Pilihan Ganda pada Lembar Soal Non-Standar Berbasis *Computer Vision* dan *Deep Learning*

Chairul Azhari¹, Nursyafika², Ema Febia³

^{1,2,3} Universitas Asahan, Indonesia

Email : chairulazhari40@gmail.com¹; nursyafikaa300806@gmail.com²;
emafebia20@gmail.com³

Abstrak

Penilaian ujian pilihan ganda pada lembar soal non-standar masih banyak dilakukan secara manual sehingga memerlukan waktu yang cukup lama dan berpotensi menimbulkan kesalahan. Berbeda dengan sistem *Optical Mark Recognition* (OMR) yang memerlukan lembar jawaban khusus, format non-standar memiliki tata letak yang lebih fleksibel namun lebih sulit diproses secara otomatis. Penelitian ini bertujuan merancang sistem otomatisasi penilaian ujian berbasis computer vision dan deep learning untuk mendeteksi tanda jawaban siswa pada lembar soal non-standar. Rancangan sistem memanfaatkan *OpenCV* untuk proses pra-pemrosesan citra dan menggunakan arsitektur *MobileNet-SSD* untuk mendeteksi objek berupa tanda silang dan lingkaran. Pemodelan sistem dilakukan menggunakan UML serta *flowchart* untuk menggambarkan alur kerja sistem. Hasil penelitian berupa rancangan arsitektur sistem dan antarmuka pengguna yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan aplikasi penilaian otomatis pada penelitian selanjutnya.

Kata Kunci: *Deep Learning, Deteksi Objek, Lembar Non-Standar, Perancangan Sistem, Pilihan Ganda.*

Design of an Automated Multiple Choice Exam Assessment System on Non-Standard Question Sheets Based on Computer Vision and Deep Learning

Abstract

Manual grading of multiple-choice examinations on non-standard answer sheets is still widely practiced and often requires considerable time while being prone to human error. Unlike conventional Optical Mark Recognition (OMR) systems that rely on standardized answer sheets, non-standard formats offer greater flexibility but present challenges for automated processing. This study aims to design an automated examination grading system based on computer vision and deep learning for detecting students' answer marks on non-standard question sheets. The proposed system utilizes OpenCV for image preprocessing and employs the MobileNet-SSD architecture to detect answer marks in the form of crosses and circles. System modeling is carried out using Unified Modeling Language (UML) and flowcharts to describe the overall workflow of the proposed system. The result of this study is

a system architecture design and user interface prototype that can serve as a foundation for the development of an automated grading application in future research.

Keywords: *Deep Learning, Object Detection, Non-Standard Sheets, System Design, Multiple Choice.*

PENDAHULUAN

Pelaksanaan evaluasi hasil belajar melalui instrumen ujian tertulis berbasis kertas tetap memegang peranan krusial pada institusi pendidikan di berbagai tingkatan. Metode konvensional ini dinilai sangat efektif dalam menjaga objektivitas penilaian serta meminimalisir peluang manipulasi data digital yang kerap ditemui pada platform ujian berbasis jaringan internet. Kendati demikian, penanganan berkas fisik pascaujian menimbulkan beban administratif yang berat bagi tenaga pendidik. Proses pemeriksaan lembar ujian secara manual membutuhkan tingkat ketelitian visual yang konstan, sehingga peningkatan volume berkas ujian berbanding lurus dengan peningkatan risiko kesalahan koreksi akibat faktor kelelahan fisik (*human error*).

Guna mengatasi kendala tersebut, teknologi Optical Mark Recognition (OMR) telah digunakan secara luas di dunia pendidikan. Sistem OMR memanfaatkan pemindaian optik untuk mendeteksi keberadaan pantulan cahaya pada area tertentu yang telah ditentukan pada Lembar Jawaban Komputer (LJK) khusus. Namun, implementasi teknologi OMR konvensional memiliki keterbatasan operasional yang relative kaku dan membutuhkan biaya lebih tinggi. Institusi diwajibkan menyediakan kertas dengan gramatur khusus, menjaga presisi tata letak bulatan hitam, serta menggunakan mesin pemindai (scanner) khusus OMR. Deviasi posisi kertas sebesar beberapa milimeter atau ketidaksempurnaan pengarsiran komponen jawaban berakibat langsung pada kegagalan pembacaan data oleh sistem sensor optik standar.

Pada tingkat Sekolah Menengah Pertama yang menjadi latar belakang batasan masalah dalam penelitian ini, kerap dijumpai penggunaan format lembar dokumen ujian non-standar. Karakteristik utama format ini adalah penyatuan instrumen soal pilihan ganda dan kolom jawaban ke dalam satu kesatuan halaman kertas logis demi mereduksi biaya operasional penggandaan berkas. Siswa memberikan respons jawaban dengan cara membubuhkan tanda silang (X) atau melingkari huruf opsi jawaban (O) langsung di area teks soal. Format lembar non-standar tersebut tidak kompatibel dengan mesin pemindai OMR konvensional karena tidak tersedianya tanda jangkar koordinat (*registration marks*) yang menjadi acuan pemindaian sensor optik.

Perkembangan teknologi computer vision dan deep learning membuka peluang untuk mengotomatisasi proses pemeriksaan lembar ujian. Dengan pendekatan object detection, sistem dapat dilatih untuk mengenali tanda silang maupun lingkaran yang dibuat siswa meskipun terdapat variasi bentuk tulisan dan kondisi pencahayaan yang berbeda.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem otomatisasi penilaian ujian pilihan ganda pada lembar soal non - standar. Rancangan yang dihasilkan mencakup alur pemrosesan citra, pemodelan sistem, serta desain antarmuka yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan aplikasi pada tahap implementasi berikutnya.

METODE

Metodologi penelitian ini berfokus pada fase analisis fungsional dan perancangan arsitektur sistem (System Design Life Cycle) untuk memecahkan kendala pemeriksaan dokumen non-standar. Tahapan penelitian disusun secara sistematis tanpa melibatkan pengujian performa hardware fisik secara langsung, melainkan membangun fondasi logika pemrosesan data yang valid.

Analisis Spesifikasi Kebutuhan Lingkungan Sistem

Tahap awal dilakukan dengan memetakan kebutuhan perangkat keras penangkap gambar komoditas serta lingkungan perangkat lunak berbasis open-source yang diperlukan untuk menjalankan algoritma Computer Vision. Penentuan batas spesifikasi ini bertujuan untuk memastikan rancangan sistem dapat diimplementasikan secara murah pada komputer sekolah menengah standar.

Perancangan Alur Kerja Pemrosesan Gambar (*Image Pipeline*)

Alur pemrosesan dirancang menggunakan pustaka OpenCV untuk melakukan rektifikasi geometri pada dokumen gambar masukan. Konseptual operasi matematika yang melibatkan meliputi:

1. Grayscale Conversion: Transformasi matriks warna RGB menjadi komponen intensitas tunggal (keabuan) menggunakan rumus luminansi standar ($Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$) untuk mereduksi kompleksitas data komputasi.
2. Adaptive Thresholding: Segmentasi citra biner secara lokal untuk memisahkan goresan tinta tulisan tangan dari latar belakang kertas, sekaligus mengeliminasi efek bayangan gradasi cahaya ruangan.
3. Perspective Transform: Deteksi empat titik sudut kontur luar kertas ujian menggunakan algoritma pencarian kontur hierarkis, dilanjutkan dengan operasi transformasi linear proyektif untuk mengubah posisi lembar kertas yang miring (skewed) menjadi tegak lurus sempurna (*top-down view*) pada ukuran piksel standar 800 x 1000.

Spesifikasi Pemodelan Deteksi Objek MobileNet-SSD

Rancangan sistem ini mengintegrasikan arsitektur *Object Detection tipe Single Shot MultiBox Detector* (SSD) yang dikombinasikan dengan arsitektur backbone MobileNet. Pemilihan arsitektur MobileNet didasarkan pada karakteristik arsitekturnya yang menggunakan depthwise separable convolution, sehingga sangat ringan dan memiliki beban komputasi memori yang rendah untuk proses inferensi pada perangkat penangkap gambar portabel.

Model dirancang untuk mendeteksi dua kelas target utama, yaitu: kelas Tanda Silang dan kelas Tanda Lingkaran. Proses konseptual melibatkan penentuan parameter hiperparameter pelatihan yang matang untuk menjamin stabilitas pembelajaran model ketika diimplementasikan pada tahap penelitian fisik selanjutnya.

Pemodelan Fungsionalitas Menggunakan UML

Guna mendeskripsikan interaksi antara pengguna akhir dengan sistem, dilakukan pemodelan menggunakan Unified Modeling Language (UML). Pemodelan berfokus pada penyusunan spesifikasi Use Case Diagram untuk memetakan hak akses serta batasan fungsional yang dimiliki oleh tenaga pendidik (guru) saat mengoperasikan sistem otomatisasi penilaian ujian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kebutuhan Arsitektur Sistem

Berdasarkan hasil analisis fase perancangan, disusun spesifikasi batas minimum infrastruktur teknologi yang dibutuhkan. Hal ini penting agar sistem tidak memerlukan spesifikasi server komputer tingkat tinggi yang mahal. Detail kebutuhan perangkat keras dan lunak dijabarkan pada Tabel 1.

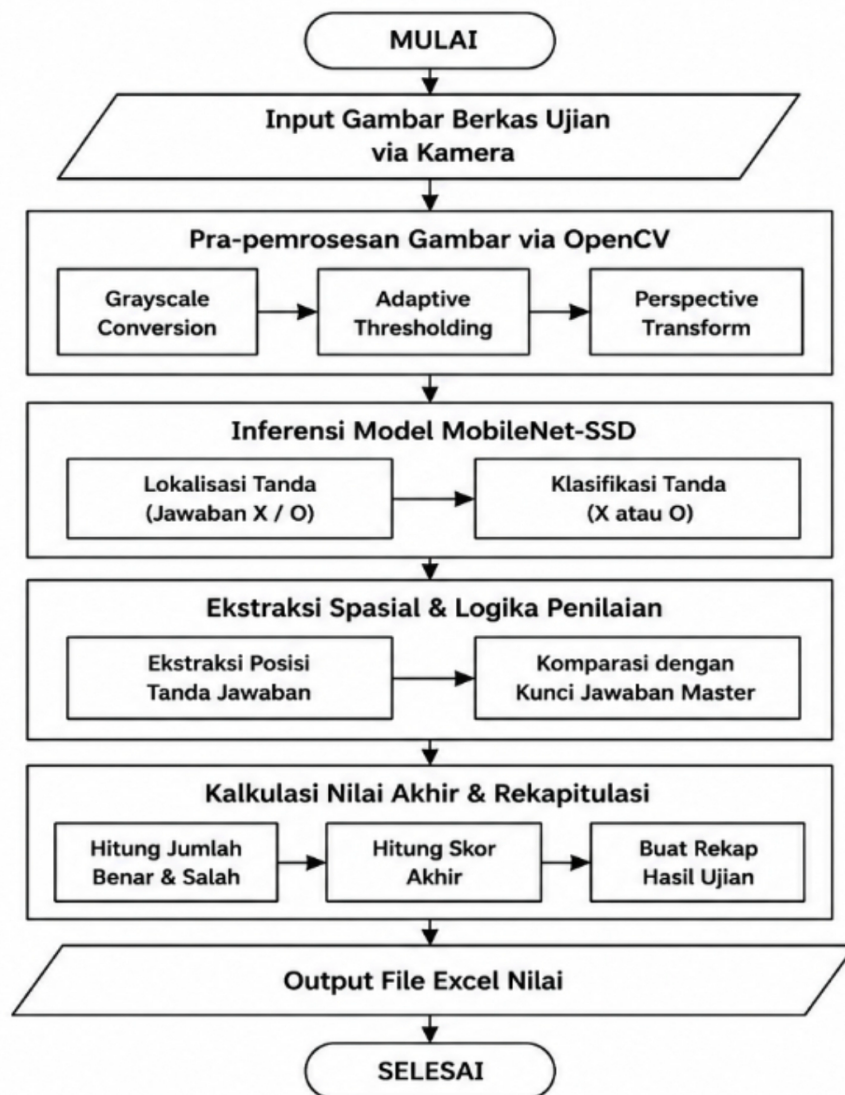
Tabel 1. Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem

Komponen Infrastruktur	Spesifikasi Batas Minimum	Fungsi dan Peranan dalam Sistem
Kamera Penginput	Kamera Smartphone Resolusi ≥ 12 MP	Menangkap citra digital lembar soal ujian fisik dengan detail kontras tinta yang jelas.

Prosesor Komputer	Intel Core i3 / AMD Ryzen 3 (Quad-Core)	Menangani kalkulasi matriks citra dan proses inferensi model objek deteksi.
Memori Utama (RAM)	8 GB DDR4	Menjamin kelancaran alokasi memori saat memuat file arsitektur deep learning ke memori kerja.
Sistem Operasi	Windows 10/11 atau Linux Ubuntu 20.04	Platform eksekusi utama interpreter bahasa pemrograman dan manajemen berkas.
Lingkungan Pengembangan	Python 3.9, OpenCV 4.5, TensorFlow Lite	Bahasa pemrograman utama, pra-pemrosesan citra, dan framework runtime model kecerdasan buatan.

Perancangan Alur Kerja Data (Workflow Flowchart)

Alur logika perjalanan data dari dokumen fisik hingga menghasilkan konversi nilai numerik dirancang secara linear. Gambar diagram alur ini menjadi panduan bagi pengembang perangkat lunak untuk menulis baris kode program secara terstruktur.



Gambar 1. *Flowchart* Logika Pemrosesan Citra dan Penilaian Sistem

Berdasarkan skema rancangan alur data pada Gambar 1, setelah citra digital berhasil melewati tahap penyesuaian perspektif posisi kertas, gambar biner tersebut diumpankan ke dalam model deteksi objek. Model akan mengeluarkan koordinat spasial piksel dari tanda jawaban siswa. Skrip Python kemudian menjalankan fungsi pencocokan area untuk memetakan huruf opsi (A, B, C, atau D) yang ditandai oleh siswa berdasarkan posisi kolom soal, lalu membandingkannya dengan larik (array) kunci jawaban master.

Pemodelan Use Case Diagram Fungsionalitas

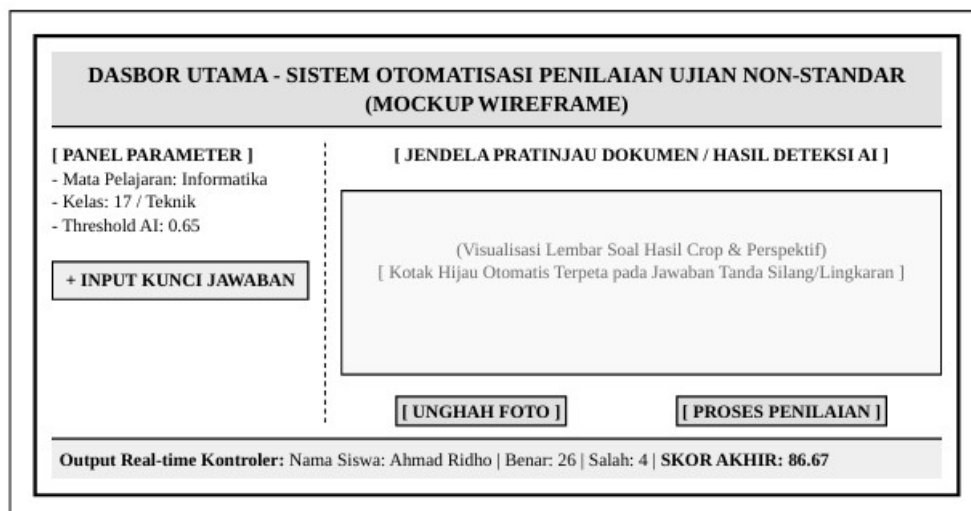
Interaksi pengguna fungsional dirancang sepenuhnya berpusat pada kemudahan operasional tenaga pendidik (guru) agar sistem tidak menyulitkan administrasi sekolah. Detail pemodelan use case dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Matriks Fungsionalitas Use Case Sistem Rancangan

Nama Use Case	Aktor Utama	Deskripsi Logika Skenario Sistem
Kelola Konfigurasi Ujian	Guru Ujian	Aktor memasukkan meta-data berupa nama mata pelajaran, kelas, daftar siswa, serta menginput baris matriks kunci jawaban master ke dalam sistem.
Unggah & Pindai Dokumen	Guru Ujian	Aktor memasukkan foto kertas soal non-standar. Sistem secara otomatis memicu fungsi pra-pemrosesan citra OpenCV dan menjalankan fungsi deteksi tanda objek.
Verifikasi Interaktif Hasil	Guru Ujian	Sistem menampilkan pratinjau lembar kertas dengan penanda kotak hijau pada area jawaban yang terbaca. Guru dapat mengoreksi secara manual jika ada tinta pulpen yang terlalu tipis.
Ekspor Rekap Nilai	Guru Ujian	Sistem mengompilasi skor hasil kalkulasi matematika otomatis ke dalam format file spreadsheet terstruktur (.xlsx / .csv) untuk kebutuhan rapor.

Perancangan Antarmuka Pengguna (User Interface Wireframe Mockup)

Aplikasi dirancang berbasis web agar fleksibel diakses dari perangkat komputer mana pun tanpa instalasi rumit. Gambar 2 merepresentasikan sketsa rancangan layout halaman utama dasbor pemindaian dokumen ujian.



Gambar 2. Rancangan Desain Antarmuka Pengguna (UI Layout Dashboard) Aplikasi Web

Rancangan antarmuka pada Gambar 2 dibagi menjadi tiga wilayah logis: Panel Samping Kiri berfungsi untuk mengunci parameter ujian serta menyimpan konfigurasi kunci jawaban sebelum dokumen dipindai. Panel Utama Kanan merupakan area dinamis canvas yang menampilkan pratinjau citra pasca-transformasi perspektif, lengkap dengan visualisasi bounding box hasil inferensi neural network secara real-time. Panel Bawah menampilkan ekstraksi data teks hasil kalkulasi nilai numerik berupa tabel ringkasan skor siswa yang siap dikirim langsung ke basis data lokal sekolah.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini masih berada pada tahap perancangan sistem sehingga belum mencakup proses implementasi, pelatihan model, maupun pengujian performa. Oleh karena itu, efektivitas sistem yang diusulkan masih perlu divalidasi melalui penelitian lanjutan yang melibatkan data nyata dan pengukuran kinerja model.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem otomatisasi penilaian ujian pilihan ganda pada lembar soal non-standar menggunakan pendekatan computer vision dan deep learning. Rancangan sistem mencakup tahapan pra-pemrosesan citra menggunakan OpenCV, deteksi objek menggunakan arsitektur MobileNet-SSD, pemodelan UML, serta rancangan antarmuka pengguna berbasis web. Hasil perancangan ini dapat dijadikan sebagai dasar pengembangan sistem pada tahap implementasi selanjutnya. Selain itu, rancangan yang dihasilkan diharapkan mampu membantu proses penilaian ujian secara lebih efisien apabila diterapkan dan diuji pada lingkungan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- A. G. Howard, M. Zhu, B. Chen, D. Kalenichenko, W. Wang, T. Weyand, M. Andreetto, and H. Adam, "MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications," arXiv preprint arXiv:1704.04861, 2017.
- F. Jalled, "Object Detection Using Image Processing," arXiv preprint arXiv:1611.07791, pp. 1–6, 2016. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1611.07791>
- J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, and A. Farhadi, "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection," in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), Las Vegas, NV, USA, 2016, pp. 779–788.
- M. A. Ponti, L. S. F. Ribeiro, and T. S. Nazare, "Everything You Wanted to Know About Deep Learning for Computer Vision but Were Afraid to Ask," IEEE Comput. Soc., pp. 17–41, 2017.
- R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, 4th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2018.
- R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd ed. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2022.
- W. Liu, D. Anguelov, D. Erhan, C. Szegedy, S. Reed, C.-Y. Fu, and A. C. Berg, "SSD: Single Shot MultiBox Detector," in Lecture Notes in Computer Science, vol. 9905. Cham, Switzerland: Springer, 2016, pp. 21–37, doi: 10.1007/978-3-319-46448-0_2.