

Deteksi dan Interpretasi Tulisan Tangan Bahasa Indonesia melalui Pemrosesan Citra dan *Optical Character Recognition* (OCR)

Susetyo Bagas Bhaskoro¹, Rizqi Aji Pratama^{2*}, Shafa Aulia Hazim Darmawan³

¹ Sistem Siber Fisik, Politeknik Manufaktur Bandung

² Teknologi Rekayasa Informatika Industri, Politeknik Manufaktur Bandung

³ Teknologi Rekayasa Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung

Email: rizqi@ae.polman-bandung.ac.id

Informasi Artikel:	ABSTRAK
<i>Received:</i> 18 Desember 2025	Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pengenalan tulisan tangan berbasis Optical Character Recognition (OCR) dengan memanfaatkan arsitektur pra-pelatihan DB_ResNet dan CRNN_VGG16, yang diintegrasikan dengan perangkat keras meliputi Arduino Uno, motor stepper, sensor inframerah, kamera, serta rangka aluminium. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mencapai rata-rata akurasi pengenalan teks sebesar 51,70%, berdasarkan validasi terhadap dataset Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi OCR dengan perangkat keras dan perangkat lunak berhasil diimplementasikan, serta berpotensi meningkatkan efisiensi dalam pengolahan data tulisan tangan.
<i>Accepted:</i> 14 Maret 2025	
<i>Available:</i> 9 Mei 2025	
Kata Kunci:	ABSTRACT
CRNN VGG16 OCR Tulisan tangan RestNet	<i>In this research, a handwriting recognition system was developed based on Optical Character Recognition (OCR) technologies, employing pre-trained DB_ResNet and CRNN_VGG16 architectures. The system was integrated with hardware components, including an Arduino Uno, stepper motors, infrared sensors, a camera, and an aluminum frame. Experimental validation against the Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) dataset revealed an average text recognition accuracy of 51.70%. The results confirm the successful integration of OCR technology with hardware and software systems and suggest its potential for improving the efficiency of handwritten data processing.</i>

jtrm.polman-bandung.ac.id

1 PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu komputer, khususnya di bidang pengenalan pola, telah mendorong implementasi teknologi pengenalan tulisan tangan. Pengenalan pola sendiri merupakan proses klasifikasi atau representasi objek berdasarkan karakteristik utama serta pembeda antar objek melalui fitur khas tertentu [1]. Teknologi pengenalan tulisan tangan memungkinkan digitalisasi data teks tanpa memerlukan input manual, seperti pengetikan, sehingga mampu meningkatkan efisiensi dalam hal waktu dan tenaga [2]. Penerapan teknologi ini sangat relevan untuk mendukung otomatisasi proses penyimpanan dan pengambilan kembali dokumen secara sistematis dan cepat [3].

Optical Character Recognition (OCR) merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk mengenali tulisan tangan. Teknologi ini berfungsi mengonversi teks berbentuk citra menjadi data teks yang dapat diolah secara digital [4]. Proses OCR dilakukan dengan mengenali karakteristik unik dari setiap huruf atau angka, kemudian mengelompokkannya berdasarkan pola yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan jenis data masukan yang digunakan, OCR dibedakan menjadi dua kategori, yaitu sistem offline dan sistem online [5]. Pada sistem offline, data masukan berupa citra hasil pemindaian yang bersifat statis. Sebaliknya, sistem online menggunakan data dinamis yang direkam secara langsung dari pergerakan ujung pena, meliputi parameter seperti kecepatan, sudut proyeksi, posisi, serta titik-titik koordinat tertentu [6]. Dengan pendekatan ini, sistem online mampu menangkap karakteristik tulisan secara lebih rinci dibandingkan sistem offline [7].

ResNet merupakan salah satu arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang telah terbukti efektif dalam berbagai tugas pengenalan visual [7] [8]. Pada penelitian ini, dipilih varian DB_ResNet, yakni ResNet yang telah diperluas dengan integrasi modul Differential Binarization (DB). Integrasi ini memungkinkan peningkatan efisiensi dalam mendeteksi area teks dengan akurasi tinggi dan waktu komputasi yang lebih cepat [9]. Untuk tahap pengenalan teks, digunakan arsitektur VGG16 yang dikombinasikan dengan model Convolutional Recurrent Neural Network (CRNN) [7]. CRNN menggabungkan keunggulan CNN dalam ekstraksi fitur spasial dan Recurrent Neural Network (RNN) dalam menangani informasi sekuensial, sehingga mampu memproses citra dengan berbagai ukuran input serta menghasilkan prediksi label sekuensial berdimensi variatif. Pendekatan ini juga mengeliminasi kebutuhan akan anotasi tingkat karakter, karena sistem dapat beroperasi langsung pada tingkat kata atau frasa [10].

Penelitian mengenai pengenalan tulisan tangan telah banyak dilakukan, namun hingga saat ini belum terdapat pendekatan yang mengintegrasikan sistem pengenalan dengan perangkat bergerak yang dapat mengarahkan kamera secara otomatis ke lokasi tulisan. Luaran dari penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dalam pengolahan data berbasis tulisan tangan. Sistem Optical Character Recognition (OCR) yang diusulkan mengimplementasikan arsitektur DB_ResNet untuk deteksi teks dan CRNN berbasis VGG16 untuk proses pengenalan, yang selanjutnya diterapkan pada perangkat bergerak. Perangkat ini dirancang untuk mendeteksi tulisan tangan dan mengonversinya menjadi teks digital secara otomatis. Pendekatan ini diharapkan dapat menghemat waktu dan tenaga dalam proses penyimpanan serta pengelolaan dokumen fisik berbasis tulisan tangan. Secara umum, tahapan penelitian meliputi: pengembangan sistem OCR untuk pengenalan tulisan tangan, pengujian dan evaluasi performa sistem, serta perancangan perangkat keras yang terdiri atas komponen elektrik dan mekanik untuk mendukung sistem pembacaan tulisan tangan secara otomatis.

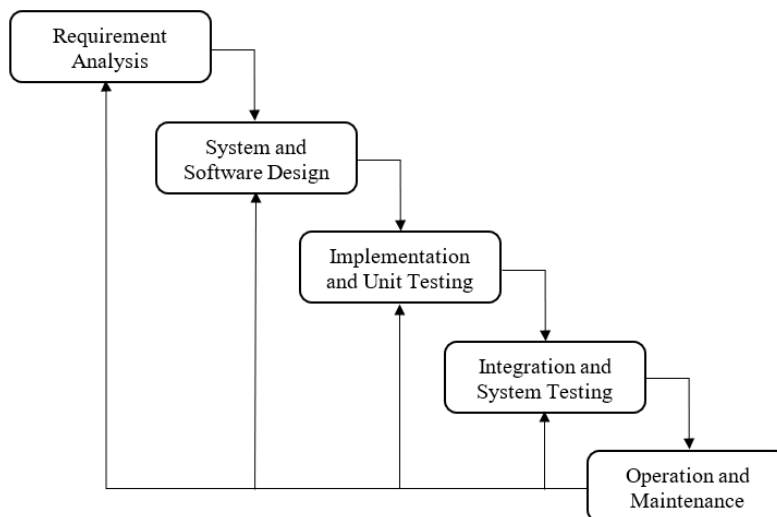
2 METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem Optical Character Recognition (OCR) berbasis arsitektur DB_ResNet dan CRNN-VGG16 guna mendeteksi serta mengenali tulisan tangan, kemudian mengonversinya menjadi teks digital [8], [10]. Selain itu, penelitian ini juga merancang dan membangun perangkat bergerak yang dilengkapi dengan mekanisme penggerak kamera otomatis untuk mendeteksi posisi tulisan tangan pada media fisik. Integrasi sistem pengenalan tulisan tangan dengan perangkat keras berbasis komponen elektrik dan mekanik dilakukan untuk menghasilkan alat pembaca tulisan tangan otomatis. Penelitian ini juga melibatkan proses pengujian dan evaluasi kinerja sistem,

Deteksi dan Interpretasi Tulisan Tangan Bahasa Indonesia melalui Pemrosesan Citra dan Optical Character Recognition (OCR)

yang mencakup aspek akurasi deteksi tulisan, kecepatan konversi ke bentuk digital, serta efektivitas pergerakan perangkat dalam mengakses area tulisan. Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses digitalisasi data tulisan tangan, terutama dalam penyimpanan, pencatatan, dan pengelolaan dokumen fisik.

Gambar 1 menyajikan representasi metodologi penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem. Diagram ini menggambarkan tahapan-tahapan utama yang dilalui, mulai dari identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, hingga tahap pengujian dan evaluasi kinerja. Setiap tahap dirancang untuk mendukung pencapaian tujuan penelitian secara sistematis dan terukur.



Gambar 1. Metode Waterfall

Penjelasan mengenai setiap tahapan yang dilalui dalam proses penelitian disajikan sebagai berikut.

2.1 Requirement Analysis

Analisis kebutuhan merupakan tahap awal dalam metode Waterfall yang bertujuan untuk mengidentifikasi, memahami, serta mendokumentasikan kebutuhan pengguna dan sistem secara terperinci. Pada tahap ini, beberapa kegiatan penting dilakukan sebelum penelitian dimulai, yaitu pengumpulan informasi, analisis informasi, serta penentuan spesifikasi sistem.

Berdasarkan hasil studi observasi terhadap penelitian terdahulu, terdapat sejumlah aspek yang masih dapat dikembangkan. Pertama, belum banyak penelitian yang secara spesifik membahas tentang pengenalan teks (*text recognition*) menggunakan model pra-pelatihan (*pre-trained model*) secara optimal. Kedua, meskipun penelitian terkait *text recognition* telah banyak dilakukan, hingga saat ini belum ditemukan penelitian yang mengintegrasikan sistem pengenalan teks dengan mekanisme gerak otomatis untuk mempermudah proses kerja. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk mengisi celah tersebut melalui pengembangan sistem yang lebih adaptif dan aplikatif. Tabel 1 menyajikan kebutuhan sistem untuk digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Analisis Kebutuhan Sistem

Kategori Kebutuhan	Deskripsi	Jenis (Fungsional/Non-Fungsional)
Kebutuhan Sistem OCR	Sistem harus mampu mendeteksi dan mengenali tulisan tangan menggunakan DB_ResNet dan CRNN-VGG16.	Fungsional

Kategori Kebutuhan	Deskripsi	Jenis (Fungsional/Non-Fungsional)
Kebutuhan Perangkat Gerak	Perangkat harus dapat menggerakkan kamera secara otomatis menuju area tulisan.	Fungsional
Integrasi OCR dan Perangkat	Sistem harus mampu mengintegrasikan hasil deteksi dengan gerak perangkat.	Fungsional
Kecepatan Pemrosesan	Waktu yang dibutuhkan untuk mendeteksi dan mengonversi teks harus minimal.	Non-Fungsional
Akurasi Deteksi	Tingkat akurasi dalam mendeteksi tulisan tangan harus di atas 90%.	Non-Fungsional
Efisiensi Energi	Perangkat harus menggunakan sumber daya listrik secara efisien.	Non-Fungsional
User Interface	Sistem harus menyediakan antarmuka pengguna yang mudah digunakan.	Fungsional

2.2 System and Software Design

Setelah tahap analisis kebutuhan diselesaikan, proses penelitian dilanjutkan dengan tahap perancangan sistem dan perangkat lunak. Tahap ini bertujuan untuk menyusun solusi teknis yang akan diimplementasikan, mencakup desain arsitektur sistem, spesifikasi komponen perangkat keras, serta perancangan modul perangkat lunak yang mendukung fungsi utama sistem.

2.2.1 Gambaran Umum Sistem

Untuk mendukung implementasi sistem pembaca tulisan tangan otomatis, diperlukan beberapa komponen utama yang masing-masing memiliki fungsi spesifik. Komponen-komponen ini saling terintegrasi membentuk sebuah sistem terpadu yang mampu melakukan akuisisi citra, pengolahan data, hingga pengendalian perangkat keras. Deskripsi masing-masing komponen yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Gambaran Umum Sistem

Nama Komponen	Fungsi	Keterangan Tambahan
Website	Antarmuka pengguna untuk memantau kamera dan hasil OCR.	Terintegrasi dengan sistem pengolahan citra.
Database	Menyimpan gambar dari kamera untuk diproses oleh OCR.	Basis data penyimpanan citra.
Kertas Tulisan	Media tulisan tangan yang akan diubah menjadi teks digital.	Input fisik untuk sistem.
Webcam	Menangkap gambar kertas bertulisan tangan.	Tersambung ke website untuk pemantauan dan pemrosesan.
Arduino	Mikrokontroler yang mengendalikan pergerakan motor.	Menerima sinyal dari website, sensor, dan limit switch.
Driver Motor	Mengontrol motor stepper berdasarkan sinyal dari Arduino.	Aktivasi dan penghentian motor.
Motor Stepper	Membawa kamera dan sensor inframerah untuk mencari kertas.	Dikendalikan melalui Driver Motor.

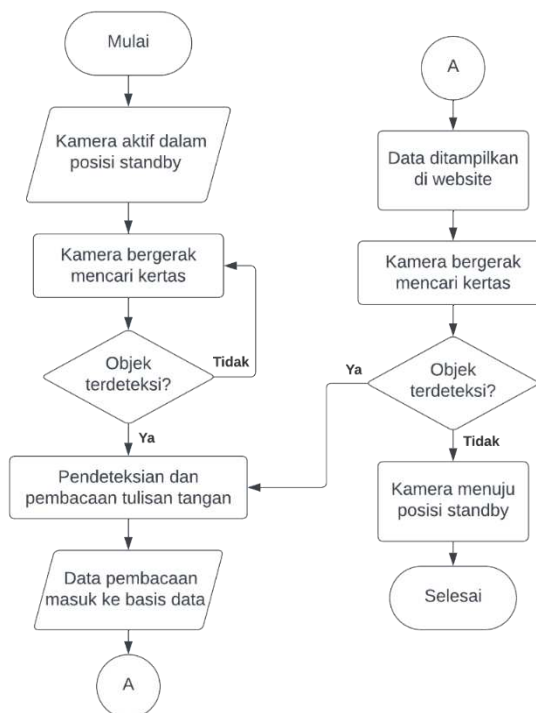
Agar dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai struktur dan alur kerja sistem yang dikembangkan, pada bagian berikut disajikan gambaran umum sistem secara keseluruhan. Gambaran ini mencakup hubungan antar komponen utama, aliran data, serta interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak yang membentuk integrasi sistem pembaca tulisan tangan otomatis.

Flowchart berikut menggambarkan alur kerja dari sistem alat pembaca tulisan tangan yang dikembangkan. Proses dimulai ketika pengguna menekan tombol Start untuk mengaktifkan motor, yang

Deteksi dan Interpretasi Tulisan Tangan Bahasa Indonesia melalui Pemrosesan Citra dan Optical Character Recognition (OCR)

kemudian bergerak mencari objek (kertas bertulisan tangan). Saat objek terdeteksi oleh sensor, motor secara otomatis berhenti. Selama objek masih terdeteksi, motor tetap berada dalam kondisi diam. Pada tahap ini, pengguna dapat menekan tombol Capture untuk mengambil gambar tulisan tangan, diikuti dengan menekan tombol Convert untuk memproses gambar tersebut menjadi teks digital melalui sistem OCR. Setelah konversi berhasil, tombol Save digunakan untuk menyimpan hasil gambar dan teks ke dalam tabel History. Apabila objek telah selesai diproses, maka objek dipindahkan secara manual atau otomatis, sehingga motor dapat kembali bergerak untuk mencari objek lain. Proses ini berlangsung secara berulang hingga motor mencapai batas akhir jalur yang ditandai dengan aktifnya Limit Switch, yang kemudian mengembalikan motor ke posisi standby.

Proses sistem diawali dengan mengaktifkan kamera dalam kondisi standby. Kamera kemudian melakukan pergerakan untuk mencari objek berupa kertas. Apabila objek tidak terdeteksi, kamera akan terus bergerak hingga menemukan objek. Setelah objek terdeteksi, sistem melanjutkan dengan proses pendeteksian serta pembacaan tulisan tangan pada kertas tersebut. Data hasil pembacaan akan disimpan secara otomatis ke dalam basis data. Selanjutnya, data tersebut ditampilkan melalui platform website untuk keperluan monitoring atau analisis lebih lanjut. Pada tahapan berikutnya, kamera kembali bergerak untuk mencari objek baru. Jika objek terdeteksi, sistem akan mengulangi proses pendeteksian dan pembacaan. Namun, apabila tidak terdapat objek, kamera secara otomatis kembali ke posisi standby dan proses operasional dinyatakan selesai. Rangkaian ini dirancang untuk memastikan sistem bekerja secara otomatis, efisien, serta mendukung integrasi data secara real-time. Gambar 2 menampilkan bagan alur yang digunakan pada penelitian saat ini.



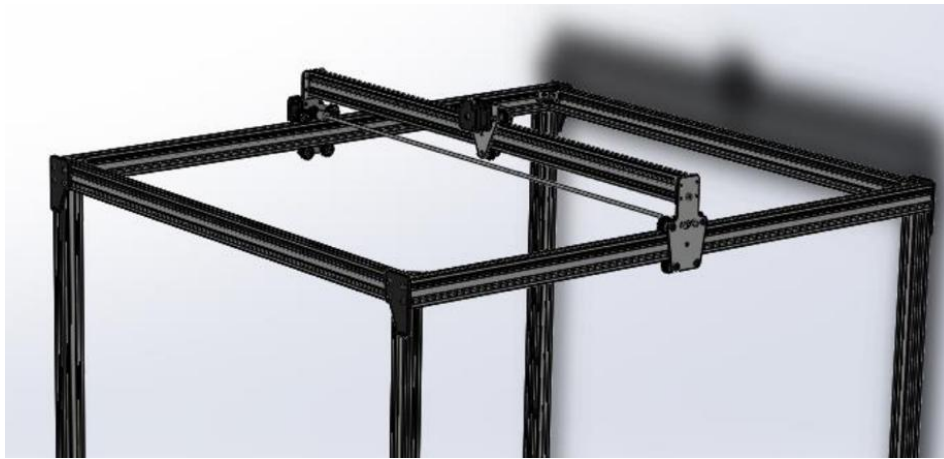
Gambar 2. Diagram Alir Sistem

Diagram alur sistem menggambarkan interaksi antara komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang membentuk keseluruhan sistem pembaca tulisan tangan otomatis. Diagram ini menunjukkan bagaimana proses dimulai dari pengambilan gambar tulisan tangan menggunakan webcam, penyimpanan citra pada database melalui website, hingga proses pengenalan teks menggunakan sistem OCR berbasis DB_ResNet dan CRNN-VGG16 [8], [11]. Selain itu, ditunjukkan pula alur kendali perangkat bergerak yang diatur oleh Arduino berdasarkan sinyal masukan dari antarmuka pengguna, sensor, dan

limit switch. Penyajian diagram ini bertujuan untuk memperjelas aliran informasi dan sinyal dalam sistem, serta memperlihatkan integrasi antar komponen dalam mendukung tujuan penelitian.

2.2.2 Perancangan Mekanik

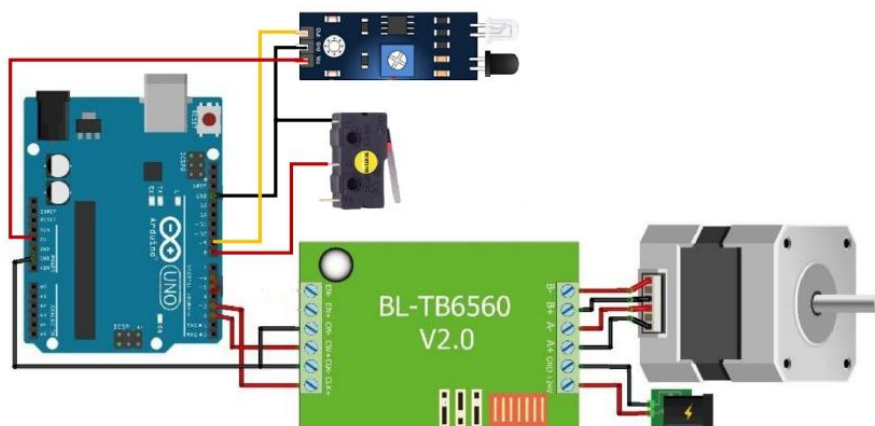
Perangkat mekanik pada sistem ini dirancang menggunakan aluminium profil tipe 2040 sebagai komponen struktural utama. Untuk menyambungkan setiap sudut rangka, digunakan L-shaped bracket sebagai elemen pengikat guna memastikan kekokohan dan kestabilan konstruksi. Selain itu, beberapa komponen hasil cetak 3D (3D printed parts) dimanfaatkan untuk mendukung pemasangan dan penyimpanan komponen elektrik, sehingga memungkinkan integrasi sistem yang lebih rapi dan terorganisasi. Gambar 3 menampilkan desain alat pembaca tulisan tangan.



Gambar 3. Desain alat pembaca tulisan tangan

2.2.3 Perancangan Sistem Elektrik

Gambar 4 memperlihatkan skema sistem elektrik yang digunakan dalam implementasi alat pembaca tulisan tangan. Pada rangkaian ini, Arduino Uno berperan sebagai pusat kendali yang mengatur pergerakan motor stepper melalui driver motor TB6560, serta menerima input dari sensor untuk mendeteksi keberadaan objek. Integrasi antar komponen ini memungkinkan sistem bergerak secara otomatis berdasarkan deteksi sensor, guna mendukung proses pengambilan citra dan konversi tulisan tangan menjadi teks digital.



Gambar 4. Diagram Sistem Elektrik

Gambar di atas memperlihatkan skema sistem elektrik yang digunakan untuk mengontrol motor, membaca sinyal dari sensor, serta mendeteksi batas akhir pergerakan melalui limit switch. Dalam skema ini, Arduino berfungsi sebagai unit kendali utama yang mengatur operasi motor stepper tipe Nema17HS4401 dengan bantuan driver motor TB6560. Arduino menerima perintah dari pengguna melalui antarmuka website, lalu mengeluarkan sinyal kontrol ke driver motor untuk menggerakkan motor sesuai instruksi. Selain itu, Arduino juga bertugas menerima masukan dari sensor inframerah yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek, serta dari limit switch yang berfungsi sebagai penanda batas jalur gerak motor. Integrasi antara komponen-komponen ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dalam mendeteksi objek tulisan tangan, menghentikan motor saat objek ditemukan, dan melanjutkan gerakan setelah proses pengambilan serta konversi gambar selesai. Penyusunan skema elektrik ini dirancang untuk memastikan komunikasi yang efektif antar perangkat keras, meningkatkan responsivitas sistem, serta menjaga kestabilan selama operasional.

2.2.4 Perancangan Antarmuka

Rancangan desain antarmuka sistem monitoring ini dirancang untuk menampilkan beberapa elemen utama yang saling terintegrasi seperti yang terlihat pada Gambar 5. Elemen tersebut meliputi tampilan real-time dari kamera yang berfungsi untuk memantau posisi dan kondisi objek secara langsung, hasil citra yang diambil melalui proses tangkapan kamera, serta hasil konversi tulisan tangan menjadi teks digital. Setiap elemen disusun dalam satu antarmuka yang intuitif dan mudah diakses, sehingga memudahkan pengguna dalam mengontrol jalannya proses monitoring dan pengolahan data. Desain ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemantauan, memastikan keakuratan pengambilan gambar, serta mempercepat proses verifikasi hasil konversi tulisan tangan secara digital.



Gambar 5. Mockup *antarmuka* sistem

2.3 Implementasi

2.3.1 Implementasi Mekanik

Implementasi mekanik ditunjukkan pada Gambar 6. Gambar tersebut memperlihatkan konfigurasi komponen utama, meliputi struktur rangka berbahan aluminium profil, pemasangan kamera, sensor inframerah, serta sistem aktuator yang terintegrasi dengan unit kendali elektronik berbasis mikrokontroler. Penyusunan komponen dirancang untuk mengoptimalkan stabilitas mekanik,

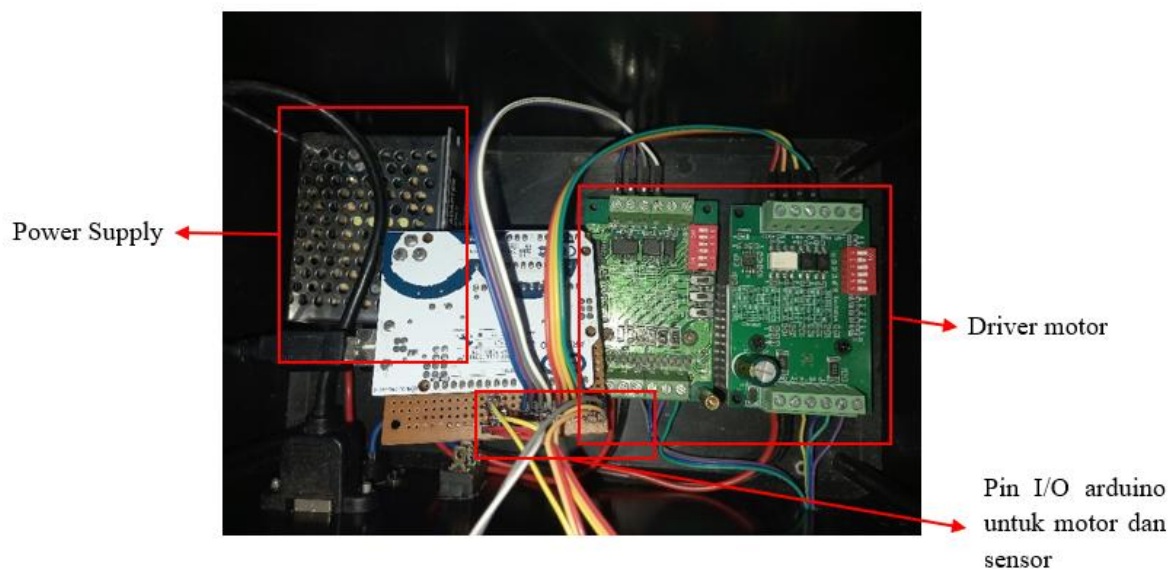
kemudahan integrasi sensorik, serta efektivitas operasional dalam proses deteksi tulisan tangan dan konversi ke format digital.



Gambar 6. Desain dan implementasi perangkat keras

2.3.2 Implementasi Sistem Elektrik

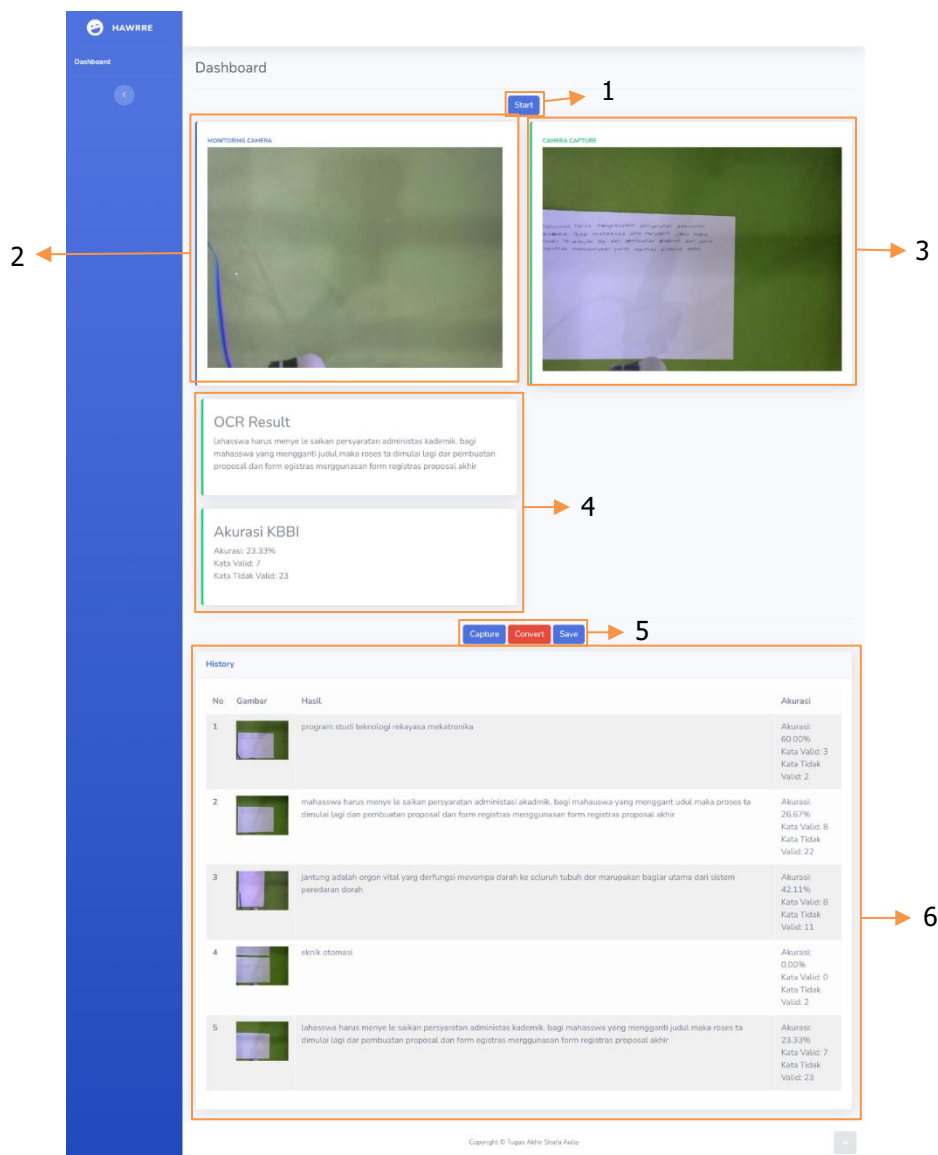
Gambar 7 memperlihatkan implementasi dari perancangan sistem elektrik yang terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu sensor inframerah, driver motor, motor stepper, dan limit switch. Seluruh komponen ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi sebagai pusat pengolahan sinyal dan kendali sistem. Arduino menerima input dari sensor dan limit switch, kemudian mengeluarkan perintah ke driver motor untuk mengontrol pergerakan motor stepper sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Program yang mengatur operasi komponen elektrik ini dikembangkan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE, dengan logika pemrograman yang dirancang untuk mengoptimalkan kecepatan respons dan kestabilan operasi. Implementasi sistem elektrik ini merupakan bagian penting dalam mendukung fungsi otomatisasi alat pembaca tulisan tangan.



Gambar 7. Implementasi sistem elektrik

2.3.3 Implementasi Perangkat Lunak

Gambar 8 menunjukkan implementasi dari perancangan antarmuka website yang digunakan untuk memantau hasil penangkapan gambar serta proses konversi tulisan tangan menjadi teks digital. Antarmuka ini disusun dalam satu halaman utama yang memuat beberapa elemen penting. Pada bagian atas terdapat tombol Start untuk menginisiasi pergerakan motor. Di bawahnya, terdapat kontainer monitoring kamera yang menampilkan video real-time dari webcam, serta kontainer Camera Capture yang menampilkan gambar hasil tangkapan. Selanjutnya, terdapat kontainer hasil konversi yang menampilkan teks digital beserta tingkat akurasi hasil dibandingkan dengan dataset KBBI. Tiga tombol kontrol, yaitu Capture, Convert, dan Save, digunakan untuk mengatur alur pengambilan gambar, konversi teks, dan penyimpanan data. Data yang telah diproses disimpan dalam tabel History, yang mencakup gambar hasil tangkapan, teks digital hasil konversi, dan persentase akurasi.



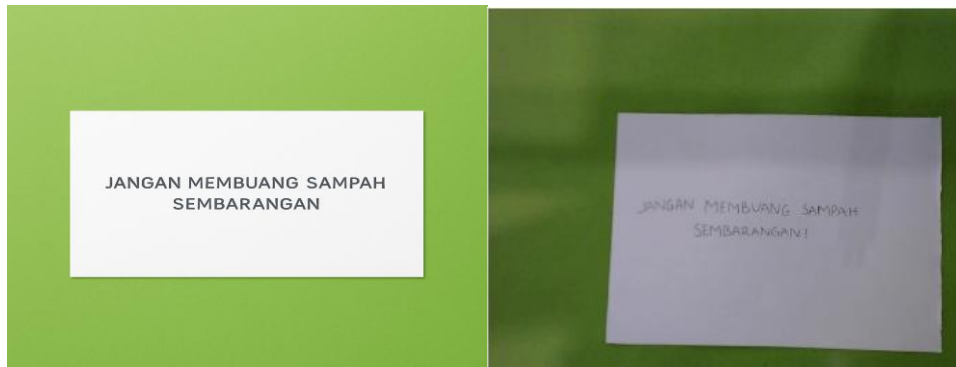
Gambar 8. Tampilan antarmuka

3 HASIL

3.1 Pengujian Kinerja Alat

Pengujian kinerja alat dilakukan untuk mengevaluasi performa masing-masing komponen yang membentuk sistem pembaca tulisan tangan otomatis. Beberapa aspek yang diuji meliputi akurasi sensor

dalam mendeteksi keberadaan objek, ketepatan dan kestabilan pergerakan motor, sinkronisasi antara pergerakan motor dan respons sensor, serta kemampuan kamera dalam menangkap citra tulisan tangan secara optimal. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen bekerja secara terkoordinasi, mendukung keberhasilan proses deteksi, pengambilan gambar, hingga konversi tulisan tangan menjadi teks digital. Gambaran dari tulisan kertas pada penelitian ini adalah satu baris, dua baris dan multi baris. Gambar 9 menampilkan contoh tulisan sederhana yang akan dideteksi oleh sistem.






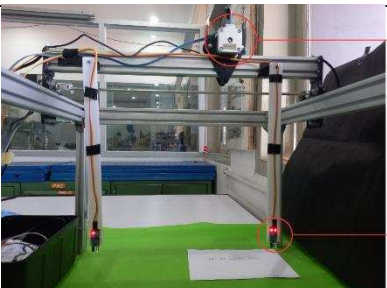
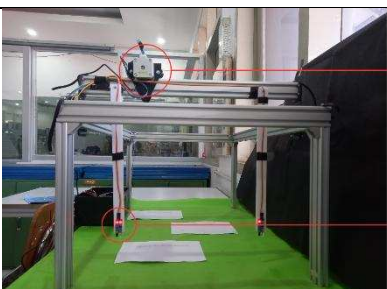
Gambar 9. Contoh Tulisan Tangan yang Dideteksi

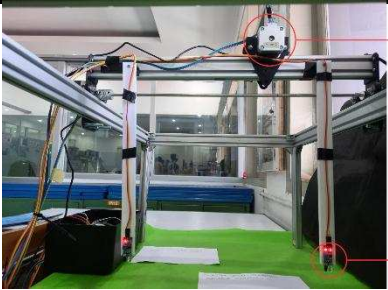
Selengkapnya tentang pengujian kinerja alat, terlihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pengujian Kinerja Alat

No	Pengamatan alat	Keterangan
1		Sensor 1 mendeteksi keberadaan kertas dan memberikan sinyal untuk menggerakkan Motor 2 menuju arah posisi Sensor 1. Pada posisi tersebut, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera, sehingga memungkinkan proses pengambilan gambar berjalan optimal.
2		Sensor 2 mendeteksi keberadaan kertas dan mengirimkan sinyal untuk menggerakkan Motor 2 menuju arah posisi Sensor 2. Pada posisi ini, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera, sehingga proses pengambilan citra dapat dilakukan dengan optimal.
3		Saat Sensor 1 mendeteksi keberadaan kertas, sistem memberikan perintah kepada Motor 2 untuk bergerak menuju arah posisi Sensor 1. Setelah motor mencapai posisi tersebut, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera. Kondisi ini memungkinkan proses pengambilan gambar berlangsung secara optimal, sehingga mendukung akurasi dalam tahapan konversi tulisan tangan menjadi teks digital.

Deteksi dan Interpretasi Tulisan Tangan Bahasa Indonesia melalui Pemrosesan Citra dan Optical Character Recognition (OCR)

No	Pengamatan alat	Keterangan
4		Ketika Sensor 2 mendeteksi keberadaan kertas, sistem memberikan perintah kepada Motor 2 untuk bergerak menuju arah posisi Sensor 2. Setelah motor mencapai posisi yang ditentukan, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera. Kondisi ini memastikan bahwa proses pengambilan citra dapat dilakukan dengan optimal untuk mendukung akurasi konversi tulisan tangan menjadi teks digital.
5		Pada saat Sensor 1 mendeteksi keberadaan kertas, sistem memberikan sinyal kepada Motor 2 untuk bergerak menuju arah posisi Sensor 1. Setelah motor mencapai posisi tersebut, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera, sehingga memungkinkan proses pengambilan citra berlangsung secara optimal untuk mendukung tahap konversi tulisan tangan menjadi teks digital.
6		Ketika Sensor 1 mendeteksi keberadaan kertas, sistem mengaktifkan Motor 2 untuk bergerak menuju posisi Sensor 1. Pada posisi tersebut, kertas berada sepenuhnya dalam bidang pandang kamera, sehingga memungkinkan pengambilan citra dilakukan dengan optimal untuk mendukung proses konversi tulisan tangan ke dalam format teks digital.
7		Ketika Sensor 2 mendeteksi keberadaan kertas, sistem mengaktifkan Motor 2 untuk bergerak menuju arah posisi Sensor 2. Pada posisi ini, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera, sehingga proses pengambilan citra dapat dilakukan secara optimal untuk mendukung tahapan konversi tulisan tangan menjadi teks digital.
8		Saat Sensor 1 mendeteksi keberadaan kertas, sistem mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan Motor 2 agar bergerak menuju arah Sensor 1. Setelah motor mencapai posisi yang sesuai, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera, sehingga proses pengambilan citra dapat dilakukan dengan optimal untuk mendukung konversi tulisan tangan ke dalam format teks digital.

No	Pengamatan alat	Keterangan
9		Saat Sensor 2 mendeteksi keberadaan kertas, sistem mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan Motor 2 agar bergerak menuju arah Sensor 2. Setelah motor mencapai posisi yang ditentukan, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera, sehingga proses pengambilan citra dapat dilakukan secara optimal untuk mendukung konversi tulisan tangan menjadi teks digital.
10		Saat Sensor 1 mendeteksi keberadaan kertas, sistem mengaktifkan Motor 2 untuk bergerak menuju arah Sensor 1. Setelah motor mencapai posisi yang ditentukan, kertas dapat tertangkap sepenuhnya dalam bidang pandang kamera, sehingga proses pengambilan citra dapat dilakukan secara optimal untuk mendukung konversi tulisan tangan menjadi teks digital.

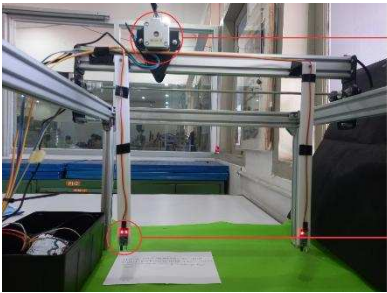


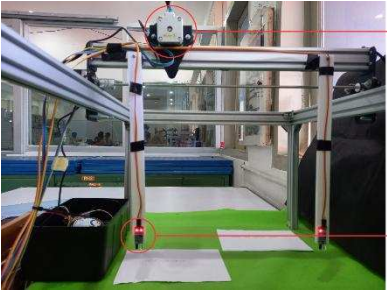
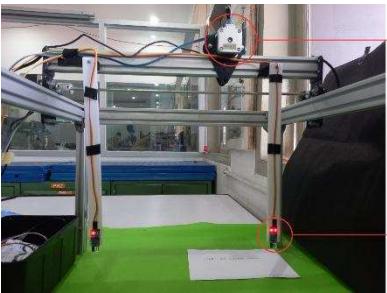
3.2 Pengujian Hasil Konversi

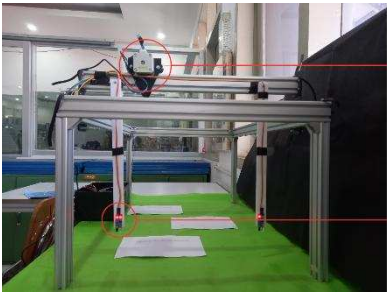
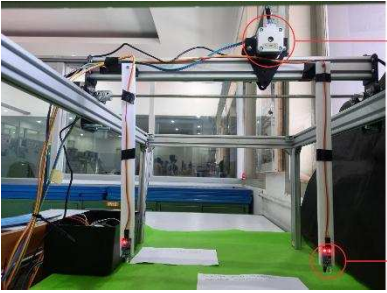

Pengujian hasil konversi dilakukan untuk mengamati dan mengevaluasi kinerja sistem Optical Character Recognition (OCR) dalam mendeteksi serta membaca tulisan tangan [10]. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai tingkat akurasi hasil konversi dari citra tulisan tangan ke dalam format teks digital. Tabel 4 berikut menyajikan hasil pengamatan dari proses pengujian konversi yang telah dilakukan.

Tabel 4. Pengujian Kinerja Alat

No	Pengamatan alat	Hasil OCR dan Akurasi
1		<div>OCR Result</div> <p>punya shafaaeat (sedang istirahat)</p> <div>Akurasi: 16.67%</div> <div>Kata Valid: 1</div> <div>Kata Tidak Valid: 5</div>
2		<div>OCR Result</div> <p>jangan membuang sampah sembarangan</p> <div>Akurasi: 75.00%</div> <div>Kata Valid: 3</div> <div>Kata Tidak Valid: 1</div>

Deteksi dan Interpretasi Tulisan Tangan Bahasa Indonesia melalui Pemrosesan Citra dan Optical Character Recognition (OCR)

No	Pengamatan alat	Hasil OCR dan Akurasi
3		<p>OCR Result</p> <p>kepada yang terhormat orangtua murid diharapkan hadir dalam acara sosialisasi pada jam 1000wib di aula sekolah</p> <p>Akurasi: 56.25% Kata Valid: 9 Kata Tidak Valid: 7</p>
4		<p>OCR Result</p> <p>nama saya aldi, mahasiswa polban</p> <p>Akurasi: 16.67% Kata Valid: 1 Kata Tidak Valid: 5</p>
5		<p>OCR Result</p> <p>ya tuhan. mampukan aku untuk percaya pada hasil baik dari ujian yang akan kwalant bantu aku untuk memberikan gagianku sendipi dari optimisme dan keyakine dengan rahmat - mu.ya tonma untuk menggapal keberhasilan. jauhkan dariku saat ini segala anggapan bamwa semuanya tergantung sepenumnya padaru</p> <p>Akurasi: 60.00% Kata Valid: 27 Kata Tidak Valid: 18</p>
6		<p>OCR Result</p> <p>senim noyember</p> <p>Akurasi: 0.00% Kata Valid: 0 Kata Tidak Valid: 2</p>
7		<p>OCR Result</p> <p>hari ini cerah sekali</p> <p>Akurasi: 50.00% Kata Valid: 2 Kata Tidak Valid: 2</p>

No	Pengamatan alat	Hasil OCR dan Akurasi
8		<div>OCR Result</div> <div>mempertanggungjawabkan</div> <div> Akurasi: 100.00% Kata Valid: 1 Kata Tidak Valid: 0 </div>
9		<div>OCR Result</div> <div>program studi teknologi rekayasa mekatronika</div> <div> Akurasi: 80.00% Kata Valid: 4 Kata Tidak Valid: 1 </div>
10		<div>OCR Result</div> <div>rancang bangun alat pembaca tulisan tangan gahasa Indonesia</div> <div> Akurasi: 62.50% Kata Valid: 5 Kata Tidak Valid: 3 </div>

Ringkasan dari Tabel di atas, seperti yang disajikan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Pengujian Kinerja Alat

No.	Akurasi	Kata Valid	Kata Tidak Valid
1	16.67%	1	5
2	75.00%	3	1
3	56.25%	9	7
4	16.67%	1	5
5	60.00%	27	18
6	0.00%	0	2
7	50.00%	2	2
8	100.00%	1	0
9	80.00%	4	1
10	62.50%	5	3

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap sepuluh sampel tulisan tangan, sistem OCR yang dikembangkan menunjukkan tingkat akurasi yang bervariasi, dengan nilai berkisar antara 0% hingga 100%. Rata-rata akurasi konversi yang diperoleh sebesar 51,70%, dengan akurasi tertinggi tercatat

pada pengujian kedelapan sebesar 100%, dan akurasi terendah sebesar 0% pada pengujian keenam. Jumlah kata valid dan tidak valid yang dihasilkan juga menunjukkan bahwa performa sistem dipengaruhi oleh kualitas tulisan tangan dan kondisi citra hasil tangkapan. Secara umum, sistem telah mampu menjalankan proses deteksi, pengambilan gambar, serta konversi ke teks digital, meskipun tingkat akurasi masih tergolong moderat. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut, seperti peningkatan algoritma OCR, optimasi proses prapengolahan citra, dan penyempurnaan dataset validasi untuk mencapai hasil yang lebih akurat dan konsisten.

5 REFERENSI

- [1] S. B. Bhaskoro and S. H. Supangkat, "An Extraction of Medical Information Based on Human Handwritings," in *International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, 2014.
- [2] S. B. Bhaskoro, S. Akbar, and S. H. Supangkat, "Extracting Important Sentences for Public Health Surveillance Information from Indonesian Medical Articles," in *The International Conference on ICT for Smart Society (ICISS)*, 2017.
- [3] M. Liao, Z. Zou, Z. Wan, C. Yao, and X. Bai, "Real-Time Scene Text Detection With Differentiable Binarization and Adaptive Scale Fusion," *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*, vol. 45, no. 1, pp. 919–931, Jan. 2023, doi: 10.1109/TPAMI.2022.3155612.
- [4] B. Shi, X. Bai, and C. Yao, "An End-to-End Trainable Neural Network for Image-Based Sequence Recognition and Its Application to Scene Text Recognition," *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*, vol. 39, no. 11, pp. 2298–2304, Nov. 2017, doi: 10.1109/TPAMI.2016.2646371.
- [5] S. D. Connell and A. K. Jain, "Template-based online character recognition," *Pattern Recognit*, vol. 34, no. 1, pp. 1–14, 2001, doi: [https://doi.org/10.1016/S0031-3203\(99\)00197-1](https://doi.org/10.1016/S0031-3203(99)00197-1).
- [6] A. D et al., "Image Text Detection and Documentation Using OCR," in *2024 International Conference on Smart Systems for Electrical, Electronics, Communication and Computer Engineering (ICSSECC)*, Jun. 2024, pp. 410–414. doi: 10.1109/ICSSECC61126.2024.10649443.
- [7] R. Raj and A. Kos, "A Comprehensive Study of Optical Character Recognition," in *2022 29th International Conference on Mixed Design of Integrated Circuits and System (MIXDES)*, Jun. 2022, pp. 151–154. doi: 10.23919/MIXDES55591.2022.9837974.
- [8] R. Sumathy, S. N. Swami, T. P. Kumar, V. L. Narasimha, and B. Premalatha, "Handwriting Text Recognition using CNN and RNN," in *2023 2nd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC)*, May 2023, pp. 766–771. doi: 10.1109/ICAAIC56838.2023.10140449.
- [9] R. Mittal and A. Garg, "Text extraction using OCR: A Systematic Review," in *2020 Second International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, Jul. 2020, pp. 357–362. doi: 10.1109/ICIRCA48905.2020.9183326.
- [10] J. Memon, M. Sami, R. A. Khan, and M. Uddin, "Handwritten Optical Character Recognition (OCR): A Comprehensive Systematic Literature Review (SLR)," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 142642–142668, May 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3012542.
- [11] P. Sona, G. V. Mini, and K. S. A. Viji, "OCR (Optical Character Recognition) Based Reading Aid," in *2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, May 2018, pp. 1–7. doi: 10.1109/ICOEI.2018.8553775.

