

**SIMULASI OTOMATISASI DIGITALISASI CATATAN
TRANSAKSI MANUAL MENGGUNAKAN HANDWRITTEN
TEXT RECOGNITION (HTR) BERBASIS DEEP LEARNING**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom.)
Pada Program Studi Teknik Informatika



Oleh :

Ahmad Maulana
NPM : 2213020189

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

Skripsi oleh:

Ahmad Maulana
NPM : 2213020189

Judul :

**SIMULASI OTOMATISASI DIGITALISASI CATATAN TRANSAKSI
MANUAL MENGGUNAKAN HANDWRITTEN TEXT RECOGNITION
(HTR) BERBASIS DEEP LEARNING**

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

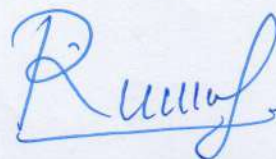
Tanggal : 19 Juni 2026

Pembimbing I



Daniel Swanjaya, S.Kom, M.Kom
NIDN. 0723098303

Pembimbing II



Dr. Resty Wulanningrum. S.Kom, M.Kom
NIDN. 0719068702

Skripsi oleh:

Ahmad Maulana
NPM : 2213020189

Judul :

**SIMULASI OTOMATISASI DIGITALISASI CATATAN TRANSAKSI
MANUAL MENGGUNAKAN HANDWRITTEN TEXT RECOGNITION
(HTR) BERBASIS DEEP LEARNING**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

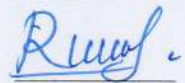
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pada tanggal : 20 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

1. Ketua : Daniel Swanjaya, S.Kom, M.Kom
2. Penguji I : Danar Putra Pamungkas, S.Kom, M.Kom
3. Penguji II : Dr. Resty Wulanningrum, S.Kom, M.Kom



Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Sulistiono, M.Si.
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Ahmad Maulana
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/Tgl Lahir : Jombang 08 Mei 2002
NPM : 2213020189
Fakultas/Prodi : Teknik dan Ilmu Komputer/ Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 19 Juni 2026
Yang Menyatakan



Ahmad Maulana
NPM : 2213020189

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak henti-hentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
2. Adik-adik saya, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, yang menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

HALAMAN MOTTO

"Sura dira jayaningrat, lebur dening pangastuti." (Segala sifat keras hati, picik, dan angkara murka hanya bisa ditaklukkan dengan kelembutan, kesabaran, dan kasih sayang.) — ***R. Ngabehi Ranggawarsita***

"The biggest risk is not taking any risk." (Risiko terbesar adalah tidak berani mengambil risiko sama sekali.) — ***Mark Zuckerberg***

"The more you learn, the more you earn." (Semakin banyak kamu belajar, maka akan semakin banyak kamu menghasilkan) — ***Warren Buffett***

RINGKASAN

Ahmad Maulana, Simulasi Otomatisasi Digitalisasi Catatan Transaksi Manual Menggunakan *Handwritten Text Recognition* (HTR) Berbasis *Deep Learning*, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2026.

Kata Kunci : *Handwritten Text Recognition* (HTR), TrOCR, *Deep Learning*, *Character Error Rate* (CER), *Word Error Rate* (WER).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem simulasi digitalisasi catatan transaksi manual menggunakan teknologi *Handwritten Text Recognition* (HTR) berbasis model TrOCR. Sistem dikembangkan untuk mengenali tulisan tangan pada catatan transaksi dan mengubahnya menjadi teks digital yang terstruktur. Tahapan yang dilakukan meliputi prapengolahan citra, segmentasi per baris, proses pengenalan tulisan tangan menggunakan model TrOCR, serta *parsing* hasil prediksi menjadi informasi transaksi berupa nama barang, jumlah, dan total transaksi. Evaluasi model dilakukan menggunakan metode *5-Fold Cross Validation* dengan metrik *Character Error Rate* (CER) dan *Word Error Rate* (WER). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model TrOCR mampu mengenali tulisan tangan dengan rata-rata nilai CER sebesar 3,84%, WER sebesar 12,29%, dan akurasi sebesar 96,16%. Selain itu, sistem yang dibangun berhasil melakukan simulasi penyimpanan hasil *parsing* ke dalam basis data melalui aplikasi desktop berbasis Python. Pengujian fungsional menggunakan *Blackbox Testing* menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang.

PRAKATA

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas ridha dan karunianya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Penulisan ini juga tak lepas dari dukungan pihak yang selalu membantu dalam penulisan penelitian ini. Oleh karenanya peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Zainal Afandi, M.Pd. Selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Dr. Sulistiono, M.Si. Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.
3. Risa Helilintar, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Bapak Daniel Swanjaya, S.Kom, M.Kom dan Ibu Dr. Resty Wulanningrum, S.Kom, M.Kom. Selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah dan mengarahkan kami selama mengerjakan skripsi.
5. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
6. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu menyelesaikan penulisan penelitian ini.

Disadari penelitian ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Kediri, 19 Juni 2026



Ahmad Maulana
NPM. 2213020189

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I.....	14
A. Latar Belakang.....	14
B. Identifikasi Masalah.....	17
C. Rumusan Masalah.....	18
D. Batasan Masalah	18
E. Tujuan Penelitian	19
F. Manfaat Penelitian	20
BAB II	22
A. Teori dan Penelitian Terdahulu	22
1. Landasan Teori.....	22
2. Kajian Pustaka	30
B. Kerangka Berpikir	32
BAB III.....	35
A. Desain Penelitian	35
1. Jenis Penelitian.....	35
2. Variabel Penelitian.....	35
B. Metode Pengumpulan Data dan Dataset.....	36

C. Jadwal Penelitian	37
D. Lingkungan Eksperimen Laboratorium	37
1. Perangkat Keras	37
2. Perangkat Lunak	38
3. Analisis Kebutuhan Sistem Simulator (Paradigma OOAD).....	38
4. Teknik Analisis Data dan Formulasi Matematika	42
BAB IV	44
A. Hasil Penelitian	44
B. Pembahasan	57
BAB V	63
A. Kesimpulan	63
B. Implikasi Teknis Operasional	64
C. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.....	31
Tabel 3. 1.....	37
Tabel 3. 2.....	39
Tabel 4. 1.....	52
Tabel 4. 2.....	56
Tabel 4. 3.....	57
Tabel 4.4.....	58
Tabel 4.5.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pipeline Pemrosesan Data Menggunakan Library Python.....	28
Gambar 2.2 Bagan Kerangka Berpikir.....	32
Gambar 3. 1 Activity Diagram.....	41
Gambar 4. 1 Data Citra Asli.....	44
Gambar 4. 2 Data Grayscale	44
Gambar 4. 3 Data Adaptive Thresholding	45
Gambar 4. 4 Resize 512x128	45
Gambar 4. 5 Hasil Segmentasi	45
Gambar 4. 6 Hasil Parsing	46
Gambar 4. 7 Hasil Prediksi (Data tulisan tangan orang lain).....	46
Gambar 4. 8 Halaman Utama.....	47
Gambar 4. 9 Proses Pengenalan dan Upload	48
Gambar 4. 10 Hasil OCR dan Parsing Otomatis.....	49
Gambar 4. 11 Halaman Review dan Hasil	49
Gambar 4. 12 Penyimpanan Data ke Database	50
Gambar 4. 13 Halaman Histori Database.....	50
Gambar 4. 14 Grafik Training Loss dan Validation Loss Fold 3.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Bimbingan Skripsi.....	69
Lampiran 2 Contoh Lembar Dataset	71

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital telah mendorong berbagai sektor usaha untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan data dan aktivitas operasional sehari-hari. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa pencatatan transaksi pada usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) serta unit koperasi skala lingkungan kampus masih banyak yang dilakukan secara manual menggunakan tulisan tangan oleh petugas kasir. Cara pencatatan tersebut masih dipertahankan karena dianggap lebih mudah digunakan dan tidak memerlukan perangkat maupun sistem tambahan.

Akan tetapi, seiring meningkatnya volume transaksi harian, penggunaan catatan manual mulai menimbulkan kendala dalam proses pengelolaan data, terutama dari aspek ketelitian dan kecepatan pencatatan. Miftahus et al. (2024, hlm. 20) menyatakan bahwa ketergantungan pada pencatatan manual sering menghadirkan tantangan administratif, terutama terkait keakuratan, kecepatan, dan ketepatan data transaksi. Kondisi kelelahan petugas juga dapat mempengaruhi keterbacaan tulisan tangan yang dihasilkan. Kondisi media catatan kertas yang rentan rusak atau kotor, serta kebutuhan proses penyalinan ulang (*data entry*) data transaksi secara parsial ke dalam sistem komputer menjadikan alur kerja ini sangat rentan terhadap ketidaktepatan data dan keterlambatan pengelolaan informasi.

Kondisi tersebut menimbulkan berbagai persoalan, khususnya di lingkungan Koperasi Kampus Universitas Nusantara PGRI Kediri. Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan peneliti, volume transaksi harian di koperasi ini mencapai rata-rata 150 hingga 200 transaksi per hari. Meskipun sebagian besar petugas kasir telah menggunakan komputer untuk mencatat dan mengelola data transaksi, masih terdapat satu petugas kasir senior, yaitu Ibu T.M., yang tetap mempertahankan metode pencatatan manual

dengan menggunakan tulisan tangan pada buku transaksi fisik harian. Kebiasaan menulis manual ini bertahan karena dianggap oleh yang bersangkutan jauh lebih cepat dan praktis dibandingkan beradaptasi dengan papan ketik (*keyboard*). Namun, dalam implementasinya, metode ini sering menimbulkan keterlambatan signifikan pada proses rekapitulasi harian dengan rata-rata waktu tunda selama 45 menit hingga 1 jam di setiap akhir giliran kerja (*shift*). Selain itu, berdasarkan sampling data buku transaksi fisik selama satu bulan terakhir, ditemukan tingkat kesalahan penyalinan (*input error rate*) data nama barang, jumlah barang, dan nominal harga dari kertas ke sistem digital internal koperasi mencapai angka aktual sebesar 8,5% dari total transaksi harian. Menurut Ramadhina & Riyanto (2025, hlm. 2485) berbagai hambatan muncul dalam pengelolaan data konvensional, mulai dari tulisan tangan yang sulit dibaca oleh petugas lain, risiko kehilangan buku catatan fisik, keterlambatan dalam penyusunan laporan berkala, hingga tingginya tingkat kesalahan input pada saat pencatatan ulang dilakukan ke dalam sistem komputer. Mekanisme input data yang dikerjakan secara manual dan berulang, dari pencatatan fisik lalu disalin kembali ke sistem basis data, sering kali mengakibatkan terjadinya duplikasi data, anomali data, serta keterlambatan dalam alur administrasi pelaporan keuangan (Putri et al., 2025, hlm. 1–2). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu solusi yang memungkinkan kasir tetap menggunakan pencatatan manual, tetapi hasil tulisan dapat diubah menjadi data digital secara otomatis.

Salah satu pendekatan yang potensial adalah penerapan simulasi sistem *Handwriting Text Recognition* (HTR) berbasis *deep learning*. Teknologi ini mampu membaca citra goresan tulisan tangan kasir dan mengubahnya menjadi teks digital secara otomatis (Ciptadi, 2024, hlm. 62). Efektivitas pendekatan ini semakin diperkuat oleh perkembangan model *Optical Character Recognition* (OCR) yang dalam beberapa tahun terakhir telah digunakan secara luas untuk mengenali informasi teks dari berbagai jenis dokumen yang tidak terstruktur. Pada penelitian yang dilakukan oleh Setiawan et al. (2025, hlm. 6590–6591), OCR terbukti mampu mengenali karakter dengan tingkat akurasi yang cukup

baik meskipun kualitas citra dokumen masukan bervariasi, sehingga sangat relevan untuk mengatasi kondisi tulisan tangan kasir yang tidak selalu konsisten secara geometris. Temuan serupa juga dijelaskan oleh Latifa et al. (2024, hlm. 152) di mana proses OCR dimanfaatkan untuk mengekstraksi informasi penting dari struk belanja fisik dan mengurangi kebutuhan input ulang secara manual. Penelitian lain menunjukkan bahwa integrasi OCR dengan teknik pemrosesan lebih lanjut memungkinkan sistem mengotomatisasi tahap ekstraksi teks sehingga hasilnya dapat langsung diproses pada alur digitalisasi selanjutnya (Bhaskoro et al., 2025, hlm. 63). Berdasarkan beberapa temuan tersebut, penerapan HTR di lingkungan koperasi tidak hanya memungkinkan digitalisasi catatan transaksi, tetapi juga menghubungkan hasil pembacaan tulisan tangan langsung ke basis data tanpa tahapan input data ulang.

Beberapa penelitian sebelumnya juga memperkuat potensi penerapan teknologi OCR dan HTR dalam mendukung efisiensi kerja administrasi data. Surya (2025, hlm. 7–8) menyebut bahwa model *Transformer-based OCR* (TrOCR) mampu meningkatkan akurasi pengenalan tulisan tangan setelah melalui proses *fine-tuning* dan prapemrosesan data yang tepat. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem berbasis *transformer* tidak hanya sekadar membaca karakter per karakter secara terisolasi, melainkan mampu memahami konteks semantik antarhuruf secara berurutan sehingga akurasi teks yang dihasilkan jauh lebih tinggi. Pemilihan arsitektur TrOCR didasarkan pada keunggulannya dalam memadukan *Vision Transformer* (ViT) sebagai enkoder fitur visual dan *Language Transformer* sebagai dekoder urutan teks. Kombinasi tersebut memungkinkan model memahami hubungan antar karakter dengan lebih baik dibandingkan metode konvensional, sehingga lebih unggul dibandingkan dengan teknik segmentasi karakter tradisional yang memiliki banyak keterbatasan. Sementara itu, Rahmadani (2025, hlm. 1101–1102) menyoroti bahwa meskipun sistem konvensional seperti Tesseract masih menghadapi kendala besar dalam mengenali bentuk tulisan tangan bebas,

pendekatan berbasis *deep learning* memberikan peningkatan performa yang sangat signifikan. Dengan mempertimbangkan temuan-temuan tersebut, penerapan sistem HTR di koperasi kampus berpotensi besar membantu kasir dalam mempercepat proses rekapitulasi data tanpa harus mengubah kebiasaan kerja menulis manual yang sudah ada.

Meskipun teknologi OCR dan HTR memiliki potensi yang sangat besar, sebagian besar penelitian yang telah dilakukan sebelumnya masih terbatas pada dokumen formal terstruktur seperti formulir digital, surat resmi, atau struk cetak pabrikaan, dan belum menyentuh konteks spesifik berupa variasi tulisan tangan kasir pada buku catatan harian koperasi kampus. Di sisi lain, studi kasus di Koperasi Universitas Nusantara PGRI Kediri menunjukkan adanya kebutuhan mendesak akan sebuah simulator yang dapat menjembatani kebiasaan kasir Ibu T.M. dengan sistem komputerisasi digital koperasi. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi celah penelitian (*research gap*) tersebut dengan mengembangkan simulasi sistem *Handwritten Text Recognition* (HTR) berbasis model TrOCR yang mampu membaca tulisan tangan kasir Ibu T.M., dan secara otomatis melakukan *parsing* hasil ekstraksi teks ke dalam basis data transaksi koperasi secara akurat, cepat, dan efisien.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian mendalam pada latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan komputasi dan rekayasa data yang terjadi pada proses pencatatan transaksi di Koperasi Kampus Universitas Nusantara PGRI Kediri sebagai berikut:

1. Tingginya risiko kesalahan penyalinan data transaksi (*input error*) dari buku manual ke komputer yang mencapai 8,5% akibat variasi bentuk, ukuran, dan ketidakkonsistenan tulisan tangan kasir Ibu T.M.
2. Keterlambatan alur pengolahan data rekapitulasi data administrasi transaksi koperasi yang menimbulkan waktu tunda rata-rata 45–60 menit

per hari disebabkan oleh belum adanya mekanisme konversi otomatis dari media fisik kertas ke sistem digital.

3. Tingginya tingkat kesulitan dalam mengenali karakter tulisan tangan kasir yang saling tumpang tindih dan tidak seragam membuat metode OCR konvensional berbasis segmentasi karakter tradisional kurang efektif untuk digunakan.
4. Belum tersedianya simulasi sistem HTR terintegrasi yang mampu menggabungkan ekstraksi fitur visual model *Transformer* dengan fitur *parsing* otomatis untuk mengubah teks hasil prediksi mentah menjadi format data terstruktur (nama barang, jumlah, dan harga total) yang siap dipetakan ke dalam *database*

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana mensimulasikan proses digitalisasi catatan transaksi menggunakan model TrOCR yang didukung antarmuka PyQt5 dan penyimpanan data berbasis MySQL?
2. Bagaimana mekanisme kerja modul *parsing* otomatis dalam mengubah teks mentah hasil pembacaan model TrOCR menjadi bentuk data terstruktur (nama barang, jumlah barang, dan nominal harga) secara otomatis tanpa intervensi input manual?
3. Seberapa besar tingkat performa dan akurasi model TrOCR hasil *fine-tuning* dalam mengenali karakteristik tulisan tangan kasir Ibu T.M. berdasarkan metrik *Word Error Rate* (WER) dan *Character Error Rate* (CER)?

D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini berjalan secara terarah, fokus, dan tidak keluar dari ruang lingkup komputasi yang direncanakan, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada pengenalan tulisan tangan satu petugas kasir (Ibu T.M.) di Koperasi Kampus Universitas Nusantara PGRI Kediri (*writer-dependent*).
2. Simulasi sistem perangkat lunak yang dikembangkan dibatasi untuk memproses input citra tulisan tangan, mengubahnya menjadi teks digital, melakukan parsing otomatis, serta menyimpannya ke dalam database transaksi koperasi, tanpa melibatkan fungsi perhitungan akuntansi atau analisis laporan keuangan lanjutan.
3. Eksperimen dilakukan dalam bentuk simulasi sistem dengan menggunakan dataset mandiri berupa citra tulisan tangan kasir yang diambil dari buku transaksi riil koperasi sebanyak 666 citra baris transaksi.
4. Spesifikasi dimensi citra masukan yang diproses oleh model diatur secara absolut berukuran 512 x 128 piksel untuk menjaga kesesuaian dengan arsitektur model TrOCR yang digunakan. yang digunakan dalam eksperimen.
5. Pengujian fungsionalitas sistem simulator dibatasi dengan menggunakan metode *Black Box Testing*, sedangkan pengujian performa pengenalan model dianalisis menggunakan metode *5-Fold Cross Validation* dengan metrik utama *Character Error Rate (CER)* dan *Word Error Rate (WER)*.

E. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang ingin dipecahkan, tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mensimulasikan proses digitalisasi catatan transaksi harian manual menggunakan model TrOCR yang diintegrasikan dengan antarmuka PyQt5 dan penyimpanan data berbasis MySQL.
2. Mengembangkan modul *parsing* otomatis berbasis ekspresi regular atau pemetaan token untuk mengekstraksi teks hasil prediksi TrOCR menjadi format data transaksi digital terstruktur yang meliputi nama barang, jumlah, harga yang siap disimpan ke *database* koperasi.

3. Mengukur dan menganalisis performa model TrOCR hasil *fine-tuning* menggunakan metrik *Character Error Rate* (CER) dan *Word Error Rate* (WER).

F. Manfaat Penelitian

Hasil akhir dari pengembangan sistem simulator HTR ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata yang terbagi ke dalam tiga aspek pemangku kepentingan, yaitu:

1. Manfaat Teoritis (Akademis)
 - a. Menambah referensi ilmiah di bidang rekayasa kecerdasan buatan, khususnya pada sub-bidang *Handwritten Text Recognition* (HTR) berbasis *deep learning* untuk dokumen semi-terstruktur penjualan.
 - b. Memberikan kontribusi teoretis mengenai efisiensi penerapan kombinasi model *Vision-Language Transformer* pada pengenalan tulisan tangan non-formal berbahasa Indonesia.
 - c. Menjadi landasan rujukan dan acuan akademis bagi penelitian lanjutan yang membahas model TrOCR maupun optimasi hiperparameter prapemrosesan citra masukan.
2. Manfaat Praktis (Organisasi)
 - a. Memberikan solusi teknologi nyata bagi Koperasi Kampus Universitas Nusantara PGRI Kediri untuk mempercepat proses administrasi rekapitulasi data transaksi harian tanpa merusak kebiasaan kerja konvensional kasir.
 - b. Membantu meminimalkan waktu tunda (*delay*) rekapitulasi harian kasir dari yang semula 45–60 menit menjadi instan melalui konversi digital otomatis.
 - c. Menekan risiko kesalahan penyalinan data (*input error rate*) dari angka 8,5% menuju batas minimum toleransi lewat modul pengenalan otomatis dan bank data barang.
3. Manfaat bagi Pengembang sistem dan Mahasiswa

- a. Menjadi sarana implementasi praktis rekayasa perangkat lunak yang memadukan model kecerdasan buatan *deep learning* dengan pemrograman antarmuka desktop (PyQt5) serta basis data (MySQL).
- b. Meningkatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai alur prapemrosesan citra, augmentasi data laboratorium, dan evaluasi performa model komputasi menggunakan metrik CER dan WER berbasis *K-Fold Cross Validation*.

DAFTAR PUSTAKA

- Banu, K., Andreas, D., Anggoro, W., & Setiawan, A. (2023). OCR: Masa Depan Pengenalan Karakter Optik dan Dampaknya pada Kehidupan Modern. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(2), 147–156.
- Bhaskoro, S. B., Pratama, R. A., & Darmawan, S. A. H. (2025). Deteksi dan Interpretasi Tulisan Tangan Bahasa Indonesia melalui Pemrosesan Citra dan Optical Character Recognition (OCR). *JTRM (Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Manufaktur)*, 7(1), 48–64.
- Bratha, W. G. E. (2022). Literature review komponen sistem informasi manajemen: software, database dan brainware. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 3(3), 344–360.
- Ciptadi, P. W. (2024). Implementasi CNN untuk Penerjemahan Bahasa melalui Pengenalan Citra Tulisan Tangan. *Jurnal Dinamika Informatika*, 13(2), 60–71.
- Fatmalasari, D., & Lumbanraja, F. R. (2022). Peringkasan Teks Artikel Ilmiah Berbahasa Indonesia dengan Metode Pembobotan Kalimat. *Jurnal Pepadun*, 3(3), 314–322.
- Firmansyach, W. A., Hayati, U., & Wijaya, Y. A. (2023). Analisa Terjadinya Overfitting Dan Underfitting Pada Algoritma Naive Bayes Dan Decision Tree Dengan Teknik Cross Validation. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 262–269.
- Hugging Face. (2025). *Transformers: State-of-the-art machine learning for PyTorch, TensorFlow, and JAX (version 4.45)*. <https://huggingface.co/docs/transformers>
- Jiwer Developers. (2025). *Jiwer: Evaluation metrics for speech and text recognition (version 3.0)*. <https://pypi.org/project/jiwer/>
- Kamath, U., Graham, K., & Emara, W. (2022). *Transformers for machine learning: a deep dive*. Chapman and Hall/CRC.
- LATIFA, K., RINO, A., & Supiyandi, S. (2024). Implementasi Algoritma OCR (Optical Character Recognition) untuk Ekstraksi Informasi dari Citra Struk Transaksi Keuangan. *MARS*, 2(6), 151–160.
- Miftahus, S., Nufan, B., & Murtadho, M. A. (2024). Sistem Informasi Koperasi Simpan Pinjam Berbasis WEB. *Teknologi: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 14(1), 19–26.
- Muzakir, A., & Kom, S. (2024). *Penerapan Konsep Machine Learning & Deep Learning*. Asosiasi Dosen Sistem Informasi Indonesia.
- Nurhaliza, S. S., & Lussiana, E. T. P. (2022). Sistem Pengenalan Karakter Dokumen Secara Otomatis Menggunakan Metode Optical Character

- Recognition. *Petir*, 15(1), 523996.
- Putri, A., Misnawati, M., Setiawan, Y., & Haryono, W. (2025). Aplikasi sistem pembayaran administrasi sekolah berbasis web di SMPI Nurush Shodiqin. *Polygon: Jurnal Ilmu Komputer Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(1), 1–10.
- Python Software Foundation. (2025). *Python programming language: Official documentation*. <https://www.python.org/doc/>
- Rahmadani, O. (2025). EVALUASI KINERJA TESSERACT-OCR DALAM PENGENALAN TEKS TULISAN TANGAN MENGGUNAKAN DATASET KUSTOM. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3).
- Rahmawati, D. A., & Candradewi, I. (2024). PENGENALAN TEKS BAHASA INDONESIA PADA CITRA TULISAN TANGAN BERBASIS TRANSFORMER. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 14(1).
- Ramadhina, N. R., & Riyanto, R. (2025). IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI DATA SISWA PADA BUKU INDUK BERBASIS MICROSOFT ACCESS DI SMK YPE NUSANTARA SLAWI. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(2), 2485–2490.
- Setiawan, A. A., Guntara, R. G., & Purwaamijaya, B. M. (2025). Ekstraksi Informasi Struk Belanja Melalui Pemanfaatan Tesseract dan Regular Expressions. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(2), 6586–6594.
- Suarjaya, I. M. A. D., Wiratama, B. A., & Wirdiani, A. (2024). Sistem Pengenalan Huruf Braille Menggunakan Metode Deep Learning Berbasis Website. *JITSi: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 5(3), 93–99.
- Surya, R. (2025). Peningkatan Akurasi OCR dalam Pemrosesan Formulir Keuangan melalui Fine-Tuning Transformer dan Strategi Pra-pemrosesan Data. *Jurnal Inovasi Informatika*, 7(2), 1–12.
- Tamba, M. (2024). Analisis dan Implementasi Teknologi Deep Learning dalam Pengolahan Citra Digital. *Circle Archive*, 1(6).
- The PyTorch Foundation. (2025a). *PyTorch documentation (version 2.2)*. <https://pytorch.org/docs/stable/>
- The PyTorch Foundation. (2025b). *TorchVision documentation (version 0.17)*. <https://pytorch.org/vision/stable/index.html>