

**TESIS**  
**PENGENALAN POLA CITRA AKSARA JAWA TULISAN**  
**TANGAN**



Oleh :  
**Arif Riyandi**  
**NIM : 20206051001**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**  
**PROGRAM MAGISTER**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Riyandi

NIM : 20206051001

Jenjang : Magister

Program Studi : Informatika

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya

Yogyakarta, 22 Agustus 2022

Saya yang menyatakan,



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Arif Riyandi

NIM: 20206051001

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arif Riyandi

NIM : 20206051001

Jenjang : Magister

Program Studi : Informatika

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan benar-benar bebas dari plagiasi. Jika di kemudian hari terbukti melakukan plagiasi, maka saya siap ditindak sesuai ketentuan hukum yang berlaku

Yogyakarta, 22 Agustus 2022  
Saya yang menyatakan,



Arif Riyandi  
NIM: 20206051001



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1816/Un.02/DST/PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : PENGENALAN POLA CITRA AKSARA JAWA TULISAN TANGAN

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ARIF RIYANDI, S.Kom  
Nomor Induk Mahasiswa : 20206051001  
Telah diujikan pada : Kamis, 18 Agustus 2022  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Ir. Shofwatul 'Uyun, S.T., M.Kom.

SIGNED

Valid ID: 6301d04a05ec3



Penguji I

Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D.

SIGNED

Valid ID: 63018db04fe8d



Penguji II

Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T.

SIGNED

Valid ID: 62fef2dea07e1



Yogyakarta, 18 Agustus 2022

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.

SIGNED

Valid ID: 6301de7de683e



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**  
**MAGISTER INFORMATIKA**  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 515856 Yogyakarta 55281

---

**SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Tugas Akhir

Kepada:  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Di Yogyakarta

*Assalamualaikum wr.wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka saya selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Arif Riyandi, S.Kom  
NIM : 20206051001  
Judul Tesis : *PENGENALAN POLA CITRA AKSARA JAWA TULISAN TANGAN*

Sudah dapat diajukan kepada Program Studi Magister Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Informatika.

Dengan ini saya mengharap agar tugas akhir tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya saya ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 4 Agustus 2022

Pembimbing

Dr. Ir. Shofwatul 'Uyun, S.T., M.Kom.

NIP. 19820511 200604 2 002



## ABSTRAK

Aksara Jawa merupakan tulisan khas suku Jawa dan merupakan aset budaya bangsa Indonesia. Banyak naskah kuno yang tersimpan dengan baik di berbagai museum atau perpustakaan di Indonesia. Alat baca aksara Jawa otomatis yang sangat membantu dalam menyederhanakan dan mempercepat pembacaan manuskrip ini. Dengan ini, lebih banyak generasi di Indonesia yang dapat menggunakan pengetahuan penting yang terkandung dalam naskah. Dengan adanya perkembangan ilmu komputasi saat ini dan kapasitas proses komputer semakin meningkat. Salah satu penerapannya adalah dalam melakukan pengenalan objek secara otomatis dengan menggunakan komputer dengan mengambil dan mengolah informasi suatu citra. Penelitian ini bertujuan melakukan klasifikasi citra aksara Jawa menggunakan pengolahan citra. Proses pengolahan citra berupa prapemrosesan, segmentasi yang menerapkan metode adaptive thresholding, operasi morfologi opening dan operasi morfologi closing untuk memperbaiki citra yang aksara Jawa yang terlalu tipis atau putus-putus, cropping dengan bantuan metode CCL dan klasifikasi menggunakan CNN. Dataset diambil langsung dari 100 responden sejumlah 2400 citra untuk 24 kelas dari 20 jenis aksara Jawa. Citra dari dataset Kaggle sejumlah 1440 gambar juga digunakan sebagai data uji di luar dataset. Hasil dari penelitian ini diperoleh akurasi

pelatihan model CNN sebesar 94,27 %. Pengujian dengan menggunakan data uji menghasilkan akurasi sebesar 88,25 % sedangkan pengujian dengan menggunakan data citra uji di luar dataset diperoleh hasil akurasi sebesar 88,54 %. Metode pengolahan citra yang dirancang diharapkan dapat diterapkan dalam merancang sistem untuk melakukan identifikasi dan klasifikasi citra aksara jawa.



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Segala puji bagi Allah swt yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyelesaikan tulisan ini berkat dorongan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, S.Si., M.T., selaku Ketua Program Studi Magister Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.



4. Dr. Ir. Shofwatul ‘Uyun, S.T., M. Kom. selaku dosen pembimbing tesis yang selalu sabar, mencurahkan waktu dan pikirannya, memberikan saran, dan nasehat yang berguna dalam setiap bimbingan.
5. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Teman-teman yang selalu menyemangati dalam penelitian dan pembuatan laporan.

Penulis menyadari penelitian ini belum sempurna. Oleh sebab itu, mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, Agustus 2022

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA Penulis

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah .....	6
C. Rumusan Masalah .....	7
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat dan Kegunaan Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	9
A. Tinjauan Pustaka .....	9
B. Landasan Teori .....	16
1. Citra Greyscale .....	16
2. Citra Biner.....	19
3. Noising (Gaussian Noise) .....	22
4. Adaptive Thresholding .....	25
5. Dilasi .....	28
6. Erosi.....	31

7. Morfologi Closing.....	32
8. Connected Component Labeling.....	36
9. Convolutional Neural Network.....	40
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>48</b>
A. Metode Penelitian .....	48
B. Dataset dan Data Uji.....	50
C. Prapemrosesan Citra .....	51
D. Segmentasi Citra.....	54
E. Klasifikasi Citra.....	58
F. Pengujian Hasil Klasifikasi .....	62
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>63</b>
A. Hasil Uji Coba Segmentasi Citra.....	63
B. Hasil Uji Coba Klasifikasi Citra.....	68
C. Pengujian Citra dari Data Uji .....	75
D. Pengujian Citra dari Luar Data Uji.....	79
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>83</b>
A. Kesimpulan.....	83
B. Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>85</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>92</b>

## DAFTAR TABEL

No. Tabel	Halaman
2.1	Rangkuman Penelitian Terdahulu ..... 10
4.1	Kernel operasi morfologi opening ..... 62
4.2	Kernel operasi morfologi closing ..... 63
4.3	Tabel Arsitektur metode CNN ..... 65
4.4	Tabel Parameter training CNN ..... 66
4.5	Tabel Data Latih ..... 71
4.6	Tabel Data Validasi ..... 75
4.7	Metrik klasifikasi pada data uji ..... 76
4.8	Metrik klasifikasi di luar data uji ..... 78

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
2.1	Layer CNN .....37
2.2	Proses Metode CNN .....38
2.3	Lapisan-lapisan dalam CNN.....40
3.1	Tahapan Klasifikasi Citra Aksara Jawa.....47
3.2	Contoh Gambar Aksara Jawa .....48
3.3	Citra Greyscale Aksara Jawa.....49
3.4	Citra Biner .....50
3.5	Citra hasil Gaussian Filter .....51
3.6	Scan dan 4 Connection CLL.....54
3.7	Citra hasil Olahan CCL .....54
3.8	Citra Hasil Cropping.....56
3.9	Arsitektur Alexnet .....57
3.10	Representasi Visual Layer Konvolusi .....58
4.1	Hasil 6 kombinasi kernel citra operasi morfologi opening.....62
4.2	Hasil 6 kombinasi kernel citra operasi morfologi closing.....63
4.3	Hasil Akurasi Pelatihan 50 Epoch.....68

4.4	Hasil Akurasi Pelatihan 100 Epoch.....	68
4.5	Hasil Akurasi Pelatihan 150 Epoch.....	69
4.6	Hasil Loss Pelatihan 50 Epoch.....	70
4.7	Hasil Loss Pelatihan 100 Epoch.....	70
4.8	Hasil Loss Pelatihan 150 Epoch.....	71
4.9	Matriks Konfusi Pengujian Data Uji.....	74
4.10	Matriks Konfusi Pengujian Diluar Data Uji.....	77





## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia kaya ragam suku dan budaya, seperti dalam budaya bahasa terdapat sekitar lebih dari 500 ragam bahasa dan beberapa diantara memiliki penulisan aksara tersendiri. Salah satu bahasa yang digunakan yaitu bahasa jawa dan penulisan aksara jawa. Dalam budaya jawa, aksara jawa memiliki fungsi sebagai sistem penulisan masyarakat terdahulu yang mengalami banyak perubahan hingga bentuk terakhir yang dikenal dengan hancaraka.

Aksara jawa merupakan hasil pengembangan dari aksara kawi yang sebelumnya juga hasil pengembangan dari aksara palawa. Aksara palawa diketahui sebagai aksara pertama yang masuk ke Indonesia. Aksara jawa termasuk dalam jenis aksara *abugida* atau aksara yang diikuti penanda vokal untuk merubah bunyi vokal dasar dan ditulis dari kiri ke kanan. Dalam aksara jawa terdapat 20 konsonan yang memiliki inheren vokal 'a' serta lima diakritik vokal yang mewakili sembilan fonem lokal bahasa lisan. Selain itu, aksara jawa juga meliputi tanda baca seperti titik, koma, petikan, titik

dua, awal dan akhir kalimat, serta penanda awal, pertengahan dan akhir sebuah puisi atau perubahan melodi dalam lagu.

Aksara jawa telah dikenal menjadi salah satu tulisan tradisional, sehingga keberadaannya perlu untuk dilestarikan agar budaya jawa khususnya aksara jawa dapat tetap ada dan kembali dinikmati. Penelitian ini merupakan salah satu upaya untuk melestarikan aksara jawa dengan melakukan penerjemahan aksara jawa ke dalam bahasa latin. Dengan upaya yang dilakukan, diharapkan masyarakat umum dapat kembali tertarik untuk mengetahui lebih dalam penulisan aksara jawa. Sistem otomatis diperlukan untuk menerjemahkan penulisan aksara jawa. Sistem yang diciptakan dapat membantu seseorang untuk memahami suatu dokumen yang didalamnya terkandung penulisan aksara jawa. Selain itu, juga membantu seseorang dalam mempelajari pengetahuan yang tercantum dalam dokumen tersebut. Di Indonesia, banyak sekali peninggalan seperti naskah kuno yang tersimpan dengan baik di museum atau perpustakaan dan didalamnya tertulis menggunakan aksara jawa. Alat bantu baca aksara jawa secara otomatis dapat membantu dalam menyederhanakan dan mempercepat pembacaan manuskrip dengan model seperti itu.

Dengan cara ini, akan lebih banyak generasi di Indonesia yang dapat lebih memahami pengetahuan penting dalam naskah.

Di era digitalisasi, perkembangan ilmu komputasi dan kapasitas proses komputer semakin meningkat. Salah satu penerapannya adalah melakukan pengenalan objek secara otomatis dengan menggunakan komputer dengan cara mengambil dan mengolah informasi menggunakan suatu citra. Hadirnya Artificial Intelligence (AI) membantu dalam mengidentifikasi aksra jawa dan objek terkait dalam citra, terlebih di era revolusi industri 4.0 ini. Penggunaan AI biasanya dalam media sosial berkaitan dengan Bisnis yang menggunakan AI dalam media sosial untuk menggapai tujuan perusahaan. Saat ini AI sudah banyak digunakan oleh bisnis secara komersial untuk pemasaran. Selain itu, dengan adanya AI dalam media sosial sebagai monitoring berbagai hal terutama untuk tren kedepannya, dan menemukan hal yang menguntungkan kedepannya dalam berbagai aspek. Sebenarnya potensi kecanggihan teknologi AI sebagai pendukung dalam media sosial sangat membantu untuk prospek kedepannya. Semakin hari adanya perkembangan teknologi dituntut untuk lebih efektif demi mempermudah dan mempersingkat waktu. sering

masyarakat gunakan adalah Instagram, Whatsapp, dan Tiktok yang saat ini ramairamanya. Media sosial saat ini sangat banyak yang terdiri dari twitter, facebook, blog, wiki, dan masih banyak lagi. Pengertian Artificial Intelligence Artificial Intelligence (AI) atau Kecerdasan buatan adalah teknologi komputer yang mampu menirukan kecerdasan dan mampu untuk analisis tugas dan mengambil keputusan selayaknya kecerdasan manusia. Dalam AI sendiri dapat beberapa proses seperti learning, reasoning, dan self correction. Dengan adanya AI dapat mempermudah beberapa pekerjaan yang seharusnya dilakukan manusia namun dapat tergantikan. Semakin berkembangnya teknologi AI juga dapat digunakan sebagai sistem pembelaran (Husaini, 2022).

Didalam pelestarian aksara jawa teknologi AI sangat berperan penting dalam pelestarian agar tetap ada dan aksara tetap dikenal oleh masyarakat luas. Peran AI terutama computer vision, citra aksara jawa yang telah di digitalisasi dan disimpan dapat dimengerti kandungan isi didalam tulisan aksara jawa tersebut. Banyak sekali makna yang sangat penting untuk kondisi saat ini. computer vision hadir dengan kemampuan dalam membaca pola aksara jawa bahkan memperbaiki citra yang telah rusak dan tidak mampu dibaca dengan

mata. Berdasarkan permasalahan tersebut penulis ingin memberikan sebuah solusi dengan memanfaatkan kemampuan teknologi object detection atau kemampuan komputer yang mampu mendeteksi dan mengenali sebuah objek tertentu. Kemampuan deteksi objek masuk ke dalam ilmu computer vision yaitu bidang yang mempelajari bagaimana komputer mampu mempunyai kemampuan melihat seperti manusia. Pengenalan objek pada computer vision mampu menganalisa sebuah gambar untuk membantu menyelesaikan sebuah permasalahan Computer vision juga terdapat metode yang berfungsi untuk mengelola citra gambar. Mengolah citra agar lebih baik dari sebelumnya atau mengolah citra agar dapat mudah dibaca. Ada beberapa metode prapemrosesan citra yang tentunya dapat membuat citra itu lebih baik dari citra asli ketika citra itu di digitalisasi. Ada beberapa contoh metode prapemrosesan antara lain metode greyscale, biner, noising gaussian filter, median filter dan mean filter. Pengolahan citra seperti ini diharapkan dapat menjadi salah satu pilihan dalam mengelola citra agar lebih baik yang tentu hasil dari citra baik itu dapat mudah di kenali dengan metode pengelana pola dan klasifikasi dengan salah satu metode yang dapat

digunakan adalah Convolutional Neural Network (CNN).

Penelitian ini dilakukan dengan data citra aksara jawa tulisan tangan dengan menggunakan metode klasifikasi citra yaitu Convolutional Neural Network. Klasifikasi ini berfungsi untuk mengklasifikasi jenis-jenis aksara jawa dan mengetahui pola aksara jawa tulisan tangan. Kemudian untuk mengolah citra agar mudah diklasifikasi, penelitian menggunakan metode pada prapemrosesan yaitu metode citra greyscale, citra biner, dan gaussian filter. Setelah tahapan prapemrosesan, ada beberapa tahapan berikut sebelum memasuki tahapan klasifikasi yaitu dengan menggunakan metode segmentasi citra. Dalam segmentasi citra penelitian ini menggunakan metode adaptive thresholding, operasi morfologi opening dan operasi morfologi closing.

#### B. Batasan Masalah

Mengingat luasnya penelitian ini, tentunya batasan masalah diperlukan, sehingga penelitian akan lebih terfokus. Adapun batasan penelitian ini adalah:

1. Data aksara jawa tulisan tangan dikumpulkan dari 100 citra yang berbeda penulis. Untuk setiap citra memiliki 20 jenis aksara jawa.



2. Tahapan prapemrosesan menggunakan metode citra greyscale, citra biner dan noising gaussian filter.
3. Tahapan segmentasi citra menggunakan metode adaptive thresholding, metode operasi morfologi closing dan connected component labelling.
4. Tahapan klasifikasi menggunakan metode convolutional neural network dengan metode layer metode relu.

#### C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu: bagaimana mendapatkan akurasi baik dalam klasifikasi citra aksara jawa tulisan tangan menggunakan convolutional neural network dengan metode layer convolutional relu dan 2 proses segmentasi citra yaitu operasi morfologi closing dan operasi morfologi opening?

#### D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan akurasi baik dalam klasifikasi citra aksara jawa tulisan tangan menggunakan convolutional neural network dengan metode layer convolutional relu dan 2 proses segmentasi citra yaitu operasi morfologi closing dan operasi morfologi opening.

#### E. Manfaat dan Kegunaan Penelitian

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah hasil eksperimen tentang perbaikan kualitas citra menggunakan metode segmentasi operasi morfologiklasifikasi citra aksara jawa tulisan tangan dengan menggunakan metode convolutional neural network. Manfaat yang di dapat yaitu:

1. Mendapatkan kualitas citra yang baik dan aksara yang utuh dari aksara jawa tulisan tangan yang terlalu tipis dan akhirnya setelah di digitalisasi, citra menjadi tidak jelas dan putus-putus.
2. Mendapatkan hasil akurasi yang baik dari klasifikasi citra menggunakan Convolutional Neural Network
3. Mendapatkan hasil pengujian yang baik dari hasil modeling klasifikasi citra.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan pengujian dapat disimpulkan bahwa algoritma yang diterapkan dengan menggunakan proses prapemrosesan yaitu greyscale, biner dan noising. Kemudian melanjutkan ke proses segmentasi citra dengan metode adaptive thresholding dan operasi morfologi closing berdasarkan hasil perbandingan metode antara operasi morfologi closing dan operasi morfologi opening dengan 6 kernel yang berbeda. Hasil dari tahapan segmentasi citra dilanjutkan ke cropping image dengan bantuan metode CCL dan klasifikasi CNN untuk mengklasifikasi citra aksara jawa dengan baik. Nilai akurasi yang diperoleh pada proses pelatihan sebesar 94,27% yang pada penelitian sebelumnya hanya mencapai 70%, kemudian pada pengujian 2400 citra uji dalam dataset sebesar 88,25%, dan pada pengujian 1440 citra uji di luar dataset sebesar 88,54%.

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian ini ada beberapa saran khususnya bagi penerima manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Dapat melakukan pengembangan pada prapemrosesan citra dan segmentasi citra agar citra yang diolah ke dalam metode Connected Component Labeling lebih sesuai dalam pemotongan citra untuk setiap aksara.
2. Bagi peneliti selanjutnya, dapat melakukan pengembangan penelitian pada metode klasifikasi citra yang lebih baik agar menemukan solusi dari aksara jawa "KA" yang memiliki presisi atau akurasi paling rendah.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, M., Farisi, A., & Astuti, W. (2021). *Klasifikasi Multi-label pada Hadis Sahih Bukhari Terjemahan Bahasa Indonesia Menggunakan Convolutional Neural Networks*. 8(5), 10594–10604.
- Alwanda, M. R., Ramadhan, R. P. K., & Alamsyah, D. (2020). Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle. *Jurnal Algoritme*, 1(1), 45–56. <https://doi.org/10.35957/algoritme.v1i1.434>
- Aslan, M. F., Sabanci, K., Durdu, A., & Unlersen, M. F. (2022). COVID-19 diagnosis using state-of-the-art CNN architecture features and Bayesian Optimization. *Computers in Biology and Medicine*, 142(October 2021), 105244. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2022.105244>
- Asti, A. N., Passarella, R., & Sutarno. (2022). Pengolahan Citra Radiograf Panoramik Pada Deteksi Filling Gigi Manusia. *Journal Sistem Komputer*, 13–18.
- Azhar, M., Ghifari, A., Sasmito, A. P., & Rudhistiar, D. (2022). Aplikasi Pendeteksian Kematangan Tomat Menggunakan Thresholding. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 294–300. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/4606>
- Banjarnahor, J., Giawa, W. F., Simamora, W. P. P., Pratiwi, D., Rahil, R., & Indra, E. (2021). Analisis Sistem Menggunakan Metode Substraksi Untuk Model Lalu Lintas Kendaraan Secara Realtime. *Jurnal Sistem Informasi Dan Ilmu Komputer Prima(JUSIKOM PRIMA)*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.34012/jurnalsisteminformasidanilm>

ukomputer.v5i1.1891

- Cahya, F. N., Hardi, N., Riana, D., & Hadiyanti, S. (2021). Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). *Sistemasi*, 10(3), 618. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i3.1248>
- Citra, P. (2022). KOMBINASI SOBEL , CANNY DAN OTSU UNTUK SEGMENTASI CITRA. *Technologia*, 13(2), 102–107.
- Desiani, A., Zayanti, D. A., Primartha, R., Efriliyanti, F., & Andriani, N. A. C. (2021). Variasi Thresholding untuk Segmentasi Pembuluh Darah Citra Retina. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 7(2), 255. <https://doi.org/10.26418/jp.v7i2.47205>
- Fadjeri, A., Setyanto, A., & Kurniawan, M. P. (2020). Pengolahan Citra Digital Untuk Menghitung Ekstraksi Ciri Greenbean Kopi Robusta Dan Arabika (Studi Kasus: Kopi Temanggung). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKOMSiN)*, 8(1), 8–13. <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v8i1.462>
- Falah, H. N. Al, & Purnamasari, K. K. (2019). *Implementasi Convolutional Neural Network Pada Pengenalan Tulisan Tangan*. 112.
- Fauzi, A. (2022). Pengurangan Derau ( Noise ) pada Citra Paper Dokumen menggunakan Metode Gaussian Filter dan Median Filter. *KAKIFIKOM*, 04(01), 7–15.
- Hamzah, S., & Pamungkas, D. P. (2021). Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Jawa Menggunakan Metode Learning Vector Quantization (LVQ) dan Euclidean Distance. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 5(1), 225–230.
- Hardiyanti, K. (2020). *Scanning Plat Kendaraan Pada Apill Area Dengan Menerapkan Algoritma Connected*



*Component Labelling*. 1(2), 49–56.  
<https://djournals.com/index.php/klik%7CPage49>

Hidayat Deni. (2022). KLASIFIKASI JENIS MANGGA BERDASARKAN BENTUK DAN TEKSTUR DAUN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK(CNN). *Journal of Information Technology and Computer Science*, 5, 9–25.

Hidayat, J. (2022). Implementasi Metode Otsu Thresholding Pada Binerisasi Citra Wajah. *JURNAL ONLINE PERSEGI BULAT*, 1(1).

Husaini, N. A. (2022). Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Analisis Media Sosial Utilization of Artificial Intelligence in Social Media Analysis. *Universitas 17 Agustus 1945*.

Ilham, F., & Rochmawati, N. (2020). Transliterasi Aksara Jawa Tulisan Tangan ke Tulisan Latin Menggunakan CNN. *Jinacs*, 1(4), 200–208.

Khilmawan, M. R., & Riadi, A. A. (2018). Implementasi Pengurangan Noise Pada Citra Tulang Menggunakan Metode Median Filter Dan Gaussian Filter. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 3(2), 116–121.  
<https://doi.org/10.29100/jipi.v3i2.865>

Kurnia, T. A., Endrasmono, J., Adhitya, R. Y., Identifikasi, S., Pelindung, A., & Apd, D. (2018). ( APD ) MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK ( CNN ) Abstrak. 24–31.

Lorentius, C. A., Adipranata, R., & Tjondrowiguno, A. (2020). Pengenalan Aksara Jawa dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. *E-Proceeding of Engineering*, 7(1), 2558–

2567.

- Luthfi, M., Amin, I. H. Al, & Cahyono, T. D. (2019). Penghalusan Kontur dan Tepi Obyek Citra Menggunakan Operasi Opening dan Closing. *PProceeding SINTAK 2019, 1*, 352–360.
- Mellyssa, W., Misriana, M., Suryati, S., & Milawarni, M. (2020). Perbandingan Penggunaan Metode Otsu Thresholding dan Adaptive Thresholding pada Proses Binerisasi Sistem Dokumentasi Buku Tugas Akhir. *4(1)*, 49–54.
- Mulyana, T. M. S., Widyaningrum, D., & Herlina, H. (2021). Ocr Huruf Jawa Dengan Fitur Kode Rantai Dan Levenshtein Distance. *Network Engineering Research Operation, 6(1)*, 67. <https://doi.org/10.21107/nero.v6i1.217>
- Nabusa, Y. N. (2019). Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesification Pada Citra Abu-Abu. *J-Icon, 7(1)*, 87–95.
- Nasional, S., Elektro, T., Informasi, S., & Informatika, T. (2022). Deteksi Citra Nomor Panggil Buku Menggunakan Metode Template Matching Studi Kasus Perpustakaan ITATS. *SNESTIK, 461–465*.
- Nugrohoputri, R. F., Desiani, A., Wahyudi, Y., Al-filambany, M. G., Susanto, S., Maiyanti, S. I., Matematika, J., Sriwijaya, U., Citra, P., Thresholding, O., & Closing, M. (2022). Segmentasi citra nukleus sel kanker serviks menggunakan otsu thresholding dan morfologi closing. *14(1)*, 2533–2543.
- Pranadia, A., & Rachmawati, E. (2021). Deteksi Jenis Kendaraan Berdasarkan Nomor Plat Menggunakan Metode Vertical Edge Detection dan Connected

Component Labelling. *Jurnal Tugas Akhir Fakultas Informatika*, 8(2), 3014–3027.

- Pranita, E. (2022). Analisis Karakterisasi Penyakit pada Tanaman Pisang Menggunakan Kamera Termal dengan Metode Tresholding. *Electrician*, 16(1), 73–80. <https://doi.org/10.23960/elc.v16n1.2278>
- Riana, D., Syahrani, M., Mandiri, U. N., Melayu, C., & Timur, K. J. (2022). Pengelolaan Citra Digital Dengan Menggunakan Metode Transformasi Gryyscale dan Pemerataan Histogram. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK)*, 6(1), 108–119. <https://jurnal.kaputama.ac.id/index.php/JTIK/article/view/724>
- Rindengan, A. J., & Mananohas, M. (2017). Perancangan Sistem Penentuan Tingkat Kesegaran Ikan Cakalang Menggunakan Metode Curve Fitting Berbasis Citra Digital Mata Ikan. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(2), 161. <https://doi.org/10.35799/jis.17.2.2017.18128>
- Sabilla, I. A. (2020). Arsitektur Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Klasifikasi Jenis Dan Kesegaran Buah Pada Neraca Buah. *Tesis, 201510370311144*, 1–119. [https://repository.its.ac.id/73567/1/05111850010020-Master\\_Thesis.pdf](https://repository.its.ac.id/73567/1/05111850010020-Master_Thesis.pdf)
- Salawazo, V. M. P., Gea, D. P. J., Gea, R. F., & Azmi, F. (2019). Implementasi Metode Convolutional Neural Network ( CNN ) Pada Penegagalan Objek Video CCTV. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(1), 74–79.
- Samsu, L. M., Saiful, M., & Bahtiar, H. (2020). Komparasi Algoritma Denoising Dan Binarization Dengan Adaptive Thresholding Dan Morfologi Untuk Meningkatkan Kualitas Keterbacaan Citra Naskah Lontar (Takepan) Sasak. *Infotek : Jurnal Informatika*

*Dan Teknologi*, 3(2), 204–210.  
<https://doi.org/10.29408/jit.v3i2.2304>

- Setiawan, I., Dewanta, W., Nugroho, H. A., & Supriyono, H. (2019). Pengolah Citra Dengan Metode Thresholding Dengan Matlab R2014A. *Jurnal Media Infotama*, 15(2).  
<https://doi.org/10.37676/jmi.v15i2.868>
- Sistem, R., Masril, M. A., & Noviardi, R. (2021). *Analisa Morfologi Dilasi untuk Perbaikan Kualitas Citra Deteksi Tepi pada*. 1(10), 9–11.
- Suartika E. P, I. W. (2016). Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Caltech 101. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1), 76.  
<http://repository.its.ac.id/48842/>
- Sukemi, & Pratama, Y. T. (2018). *Optimalisasi Image Analisis Noise Citra Menggunakan Algoritma Gaussian Filter*. 4(1), 978–979.
- Susanto, A. (2019). Penerapan Operasi Morfologi Matematika Citra Digital Untuk Ekstraksi Area Plat Nomor Kendaraan Bermotor. *Pseudocode*, 6(1), 49–57. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.6.1.49-57>
- Sutariawan, I. P. E., Dates, G. R., & Aryanto, K. Y. E. (2018). Segmentasi Mata Katarak pada Citra Medis Menggunakan Metode Operasi Morfologi. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia*, 3(1), 23–31.
- Warna, F., & Neighbors, M. K. (2022). Klasifikasi Kematangan Daun Selada Berdasarkan. *Techno Xplore*, 7(1), 35–44.
- Wijaya, E. P. N. A., Armanto, H., Zaman, L., & Informasi, T. (2020). Klasifikasi akasara jawa dengan cnn. *Jurnal Teknika*, 13(2), 61–64.

Zakiya, P. N., Novamizanti, L., Rizal, S., & Telkom, U. (2021). *KLASIFIKASI PATOLOGI MAKULA RETINA MELALUI CITRA OCT MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ( CLASSIFICATION OF PATHOLOGY OF MACULA RETINA THROUGH OCT IMAGE USING. 8(5), 5072–5082.*

