

IDENTIFICATION OF DIGITAL SIGNATURE PATTERNS BASED ON THE CNN METHOD AT ALMAS'UDIYYAH ISLAMIC BOARDING SCHOOL

IDENTIFIKASI POLA TANDA TANGAN DIGITAL BERBASIS METODE CNN PADA PONDOK PESANTREN ALMAS'UDIYYAH

Muhammad Ulumul Ikhsanil Huda¹, Kustiyono²

Teknik informatika, Universitas Ngudi Waluyo Jl. Diponegoro no 126 Gedanganak, Jawa Tengah,
Indonesia

ulumxagp@gmail.com¹, kustiyono@unw.ac.id²

Abstract - This study aims to identify digital signature patterns using the Convolutional Neural Network (CNN) method at Al Mas'udiyyah Islamic Boarding School. Digital signatures are an essential form of authentication in electronic transactions. Using MATLAB, we developed a CNN model to classify signatures and evaluate its accuracy. The dataset comprises images of students' signatures. The research stages included collecting 60 signature images for training data and 30 signature images for testing data, which were then acquired using a scanner. The results show that the Convolutional Neural Network method can recognize each signature image with high accuracy during the testing process. Al Mas'udiyyah Islamic Boarding School frequently requires verification processes for administrative purposes, such as signing attendance sheets and documents. With a CNN-based digital signature verification system, the boarding school can ensure the security and authenticity of signatures automatically, reducing the risk of forged signatures and increasing efficiency. The CNN model developed in this study achieved an accuracy of 86% in identifying genuine and forged signatures.

Keywords – Signature, CNN, MATLAB, Identification

Abstrak - Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola tanda tangan digital menggunakan metode Convolution Neural Network (CNN) di Ponpes Al Mas'udiyyah. Tanda tangan digital merupakan bentuk autentikasi penting dalam transaksi elektronik. Dengan menggunakan MATLAB, kami mengembangkan model CNN untuk mengklasifikasikan tanda tangan dan mengevaluasi akurasi. Dataset yang digunakan dari gambar tanda tangan santri. Tahap penelitian meliputi pengambilan data tanda tangan sebanyak 60 citra tanda tangan untuk data training, dan 30 tanda tangan untuk data testing yang kemudian diambil dengan skanner. Hasil penelitian menggunakan metode Convolution Neural Network dapat mengenali setiap citra tanda tangan dengan akurasi tinggi dalam proses testing. Pondok pesantren Al Mas'udiyyah sering membutuhkan proses verifikasi untuk keperluan administrasi, seperti penanda tangan absensi, dokumen. Dengan system verifikasi tanda tangan digital berbasis Convolutional Neural Network (CNN), pondok pesantren dapat memastikan keamanan dan keaslian tanda tangan secara otomatis, sehingga mengurangi resiko tanda tangan palsu dan meningkatkan efisien. Model CNN yang dikembangkan dalam penelitian ini mencapai akurasi 86% dalam mengidentifikasi tanda tangan asli atau palsu.

Kata Kunci - Tanda tangan, CNN, MATLAB, Identifikasi

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi informasi telah merambah ke berbagai sektor, termasuk pendidikan. Pondok Pesantren Al Mas'udiyah sebagai salah satu lembaga pendidikan Islam di Indonesia juga merasakan kebutuhan akan keamanan digital, terutama dalam proses absensi. Penelitian ini mengembangkan sistem identifikasi tanda tangan digital dengan memanfaatkan metode CNN yang dikenal efektif dalam pengenalan pola, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan verifikasi tanda tangan digital di Pondok Pesantren Al Mas'udiyah. Dalam era digital saat ini, tanda tangan digital telah menjadi salah satu elemen penting dalam keamanan dan autentikasi dokumen elektronik. Tanda tangan tidak hanya berfungsi sebagai identifikasi individu, tetapi juga sebagai jaminan keaslian dan integritas informasi yang terkandung dalam absensi tersebut. Di banyak institusi, termasuk pesantren, pengelolaan absensi sering kali melibatkan tanda tangan sebagai bentuk verifikasi. Berdasarkan data yang diperoleh dari beberapa jurnal Identifikasi Pola tanda tangan digital menggunakan CNN telah terbukti memberikan performa yang sangat baik. Namun untuk memahami sejauh mana Convolutional Neural Network (CNN) efektif. Salah satu metode yang saat ini digunakan secara luas dalam bidang pengenalan pola dan verifikasi adalah Convolutional Neural Network (CNN).

CNN merupakan jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk mengenali dan menganalisis data berbentuk gambar, yang dalam konteks penelitian ini adalah pola tanda tangan digital. CNN bekerja dengan cara mendeteksi fitur-fitur spesifik pada tanda tangan sehingga dapat membedakan antara tanda tangan asli dan tanda tangan palsu. Keunggulan CNN dalam mengidentifikasi gambar dan pola kompleks menjadikannya metode yang cocok untuk analisis tanda tangan digital. Penelitian tentang identifikasi pola tanda tangan digital berbasis CNN telah banyak dilakukan di berbagai institusi, pendidikan, seperti pesantren, masih jarang dijumpai. Padahal, kebutuhan untuk meningkatkan keamanan dokumen di lembaga seperti pondok pesantren sangat penting, mengingat banyaknya dokumen yang memerlukan autentikasi. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi relevan untuk diterapkan di Pondok Pesantren Al Mas'udiyah, sebagai bentuk upaya untuk menjaga keaslian tanda tangan dan mencegah penyalahgunaan dokumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model identifikasi tanda tangan digital berbasis CNN yang mampu memverifikasi keaslian tanda tangan dengan akurasi tinggi. Dalam proses penelitian ini, data tanda tangan digital dikumpulkan dari para staf dan santri Pondok Pesantren Al Mas'udiyah.

Data ini kemudian diproses dan dilatih menggunakan arsitektur MATLAB dan arsitektur CNN untuk menghasilkan model pola tanda tangan. Evaluasi dilakukan untuk mengukur akurasi model dalam membedakan tanda tangan asli dan palsu. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan Pondok Pesantren Al Mas'udiyah dapat memiliki sistem digital yang efektif dan aman, yang nantinya dapat diimplementasikan secara langsung. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi autentikasi di lingkungan pendidikan pesantren, serta menjadi referensi bagi pesantren lain yang ingin mengadopsi tanda tangan digital.

1. Seberapa akurat model CNN dalam mengidentifikasi dan membedakan tanda tangan asli atau palsu di Pondok Pesantren Al Mas'udiyah?

2. Bagaimana performa CNN dalam hal precision, recall, dan F1-score untuk verifikasi tanda tangan digital?
3. Seberapa besar pengaruh pra-pemrosesan gambar dalam meningkatkan performa model CNN untuk pengenalan tanda tangan?

Penelitian ini penting dalam mengidentifikasi pola tanda tangan digital, dipondok Pesantren Al Mas'udiyah. Dengan menjawab pertanyaan ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga mengenai keamanan tanda tangan dan mengidentifikasi keaslian analisis tanda tangan dengan metode CNN paling efektif untuk digunakan dalam konteks ini. Hasil penelitian dapat digunakan oleh para pengurus atau staf di pondok pesantren untuk mengevaluasi akurasi model dalam membedakan tanda tangan asli dan palsu. Dengan mempertimbangkan respons data tanda tangan yang diolah dan penelitian ini juga dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya. Penulis melakukan perbandingan dengan metode lain dalam identifikasi. Beberapa peneliti yang menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengidentifikasi menunjukkan hasil yang bervariasi. Dalam penerapan Implementasi algoritma CNN dalam mengidentifikasi tingkat keparahan jerawat pada wajah dengan (CNN) mencapai 85%. [1], [2], [11]–[14], [3]–[10]

II. SIGNIFIKANSI STUDI

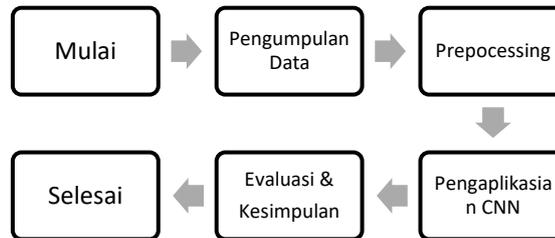
Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini, verifikasi tanda tangan digital menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) telah banyak digunakan dalam klasifikasi dan verifikasi gambar, termasuk gambar tanda tangan, karena kemampuannya dalam mengekstrak fitur gambar secara otomatis. Beberapa topik utama dalam literatur yang relevan dengan penelitian ini adalah arsitektur CNN untuk verifikasi tanda tangan, augmentasi data, penggunaan metrik evaluasi, dan implementasi sistem autentikasi berbasis tanda tangan. Penelitian ini memanfaatkan teknik-teknik untuk mengembangkan model verifikasi pola tanda tangan digital menggunakan CNN di Pondok Pesantren Al Mas'udiyah, dengan harapan dapat menyediakan sistem autentikasi yang akurat, efisien, dimana tingkat akurasinya tinggi dan tahan terhadap tanda tangan palsu. Penelitian Hafemann et al. (2017) menunjukkan bahwa CNN lebih efektif dalam mengenali pola tanda tangan asli dan palsu. Arsitektur CNN yang mereka gunakan berhasil mengidentifikasi pola visual dari gambar tanda tangan, bentuk, garis, yang menjadi dasar untuk membedakan mana tanda tangan asli atau palsu. Penelitian ini memiliki dampak potensial yang signifikan dan penerapan praktis di Pondok Pesantren Al Mas'udiyah yaitu meningkatkan keamanan administrasi dokumen, absensi santri, menjadi contoh bagi pesantren atau lembaga pendidikan lain. Penerapan penelitian ini dapat menciptakan lingkungan administrasi yang lebih aman, efisien, dan berteknologi maju. Dengan dukungan keamanan dan efisien, pesantren dan lembaga pendidikan.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan model Convolutional Neural Network (CNN) yang mampu mengenali pola tanda tangan digital secara akurat. Sistem ini dirancang untuk memverifikasi keaslian tanda tangan digital dari 30 individu yang terdiri dari staf dan santri di Pondok Pesantren Al Mas'udiyah. Pada bagian ini, akan

dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan mulai dari pengumpulan data tanda tangan, pra-pemrosesan, desain arsitektur MATLAB, pelatihan, pemrosesan CNN, hingga evaluasi performa model, proses identifikasi pola tanda tangan digital dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Proses Identifikasi Pola Tanda Tangan Digital

Pengumpulan Data

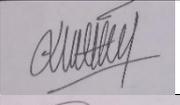
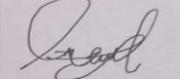
Dataset tanda tangan digital dalam penelitian ini diperoleh dari 30 individu yang terdiri dari santri Al Mas’udiyah. Setiap individu diminta untuk absensi tanda tangan menggunakan buku absen.

- Setiap tabel buku absen diambil 1 sampel tanda tangan, sehingga total terdapat 30 sampel tanda tangan asli.
- Untuk memfasilitasi pelatihan model dengan variasi, 30 sampel tanda tangan yang diperoleh dengan mencari data yang sekiranya beda dengan aslinya.

Dengan demikian, dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 tanda tangan, yang di bagi menjadi tanda tangan asli dan palsu.

TABEL I.
HASIL PENGAMBILAN DATA

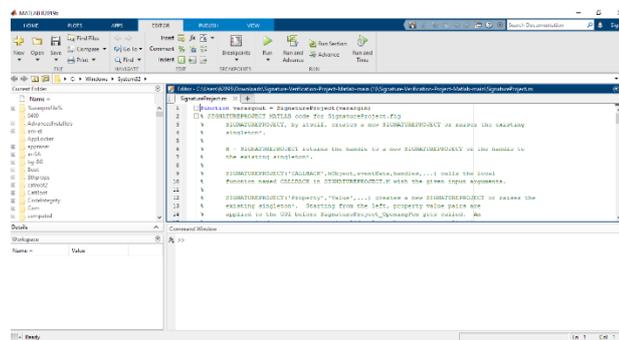
NO	NAMA	TTD
1.	Azalia Q.	
2.	Rizki Aida	
3.	Gladiska Safa	
4.	Riyadhul Asna	
5.	Ayu Chalifatun	
6.	Nayla Hikmatun	
7.	Adelia Zahrotus	

8. Zivana	
9. Caca M.	
10. Maurel Salfa	

Pra-pemrosesan Data

Pra-pemrosesan data dilakukan untuk memastikan dataset dalam kondisi optimal bagi pelatihan model MATLAB.dan algoritma CNN Gambar tanda tangan perlu diubah kedalam format dan ukuran yang seragam agar mudah untuk diproses. Pemrosesan ini dilakukan dengan 2 perhitungan yaitu secara manual dan secara otomatis. Langkah-langkah untuk melakukan verifikasi tanda tangan digital secara otomatis menggunakan matlab meliputi:

- Untuk verifikasi tanda tangan, kita dapat mengekstraksi fitur dari gambar binarisasi. Metode ini bisa berguna untuk mempelajari pola unik dari setiap tanda tangan. Hasil identifikasi tanda tangan bisa dilihat pada gambar 2 :



Gambar 2. Proses Mengaplikasikan

- Kemudian untuk pra pemrosesan data secara manual menggunakan algoritma CNN, pertama kita perlu membuat asumsi seputar jumlah data yang digunakan untuk pelatihan,validasi serta hasil evaluasi dan model untuk mencakup metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score,serta sebagai alat evaluasi performa model. Hasil prediksi model disajikan dalam bentuk confusion metrik, yang menggambarkan jumlah prediksi yang benar dan salah untuk setiap kategori tanda tangan asli atau palsu

TABEL II
HASIL TOKENIZE

	Prediksi Asli	Prediksi Palsu
Aktual asli	True Positive (TP)	False Negative (FN)
Aktual Palsu	False Positive (FP)	True Negative (TN)

Dengan demikian:

- **True Positive (TP)** : Jumlah tanda tangan asli yang diprediksi sebagai asli.
- **False Negatife (FN)** : Jumlah tanda tangan asli yang diproyeksi sebagai palsu.
- **False Positive (FP)** : Jumlah tanda tangan palsu yang diprediksi sebagai asli.
- **True Negatife (TN)** : Jumlah tanda tangan palsu yang diprediksi sebagai palsu

Dari rumus diatas kita bisa menghitung berbagai metrik :

- Akurasi

Akurasi adalah persentase jumlah prediksi benar dari seluruh prediksi.

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} = \frac{90+85}{90+85+15+10} = \frac{175}{200} = 0.875(87,5\%)$$

- Precision

Precision adalah persentase tanda tangan yang diprediksi sebagai asli dan benar-benar asli dari seluruh prediksi asli.

$$Precision = \frac{tpTP}{TP + FP} = \frac{90}{90 + 15} = \frac{90}{105} = 0,857(85,7\%)$$

- Recall

Recall atau sensitivitas adalah persentase tanda tangan asli yang berhasil dikenali oleh model dari seluruh tanda tangan asli yang ada.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{90}{90 + 10} = \frac{90}{100} = 0,9(90)$$

- F1-Score

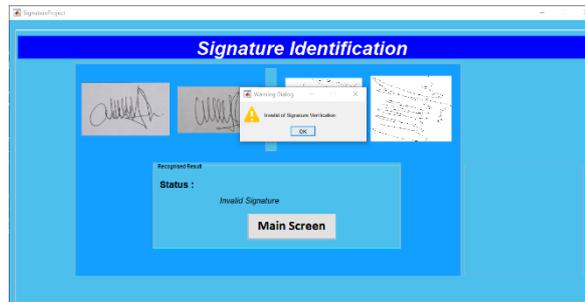
F1-Score adalah rata-rata harmonis antara precision dan recall, digunakan untuk mengevaluasi keseimbangan antara precision dan recall.

$$F1 - Score = 2 \times \frac{0,867 \times 0,9}{0,857 \times 0,9} = 2 \times \frac{0,7713}{1,757} = 0,439(87,8)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

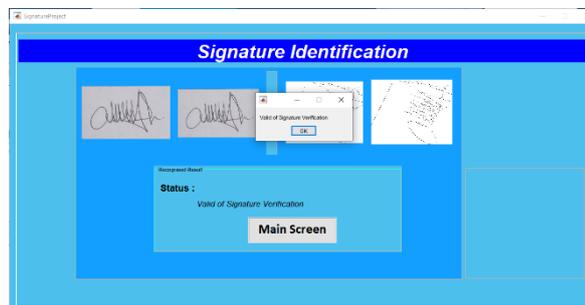
Penelitian ini menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mendeteksi tanda tangan digital dari 30 individu. Setiap individu menyumbangkan satu sampel tanda tangan asli dan tanda tangan palsu, sehingga total terdapat 60 sampel yang digunakan untuk pengujian

model. Berdasarkan hasil pengujian otomatis dan manual, model ini bisa menghasilkan akurasi dengan baik. Dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 3. Menunjukkan Ketidakvalidan Tanda Tangan

Gambar 3 menampilkan ketidak validan .pelatihan. Pada pelatihan ini menunjukkan tidak valid dikarenakan ada perbedaan antara tanda tangan satu dengan tanda tangan dua, berdasarkan sistem diatas maka hasil tanda tanganya palsu.



Gambar 4. Menunjukkan Kevalidan Tanda Tangan

Gambar 4 menampilkan kevalidan. Pada pelatihan ini menunjukkan valid dikarenakan tidak ada perbedaan antara tanda tangan satu dengan dua, berdasar sistem diatas maka hasil tanda tanganya asli.

- Seperti yang kita lihat diatas terdapat proses indentifikasi secara otomatis pola tanda tangan digital menggunakan sistem, dan tingkat akurasi sangat baik.
- Selanjutnya berdasarkan hasil pengujian secara manual, pengujian menggunakan model CNN, model ini menghasilkan metrik evaluasi sebagai berikut :

TABEL III
METRIK EVALUASI

	Prediksi Asli	Prediksi Palsu
Aktual Asli	25	5
Aktual Palsu	3	27

- $Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} = \frac{25+27}{25+27+3+5} = \frac{52}{60} = 0,866(86,6\%)$
- $Precision = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{25}{25+3} = \frac{25}{28} = 0,893(89,3\%)$
- $Recall = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{25}{25+5} = \frac{25}{30} = 0,833(83,3\%)$
- $F1 - Score = \frac{Precision+Recall}{Precision+Recall} = 2x \frac{0,893x0,833}{0,893x0,833} = 2x \frac{0,744}{1,726} = 0,862(86,2\%)$

Berdasarkan perhitungan di atas, metrik evaluasi model adalah sebagai berikut :

- Akurasi : 86,6%
- Precision : 89,3%
- Recall : 83,3%
- F1-Score : 86,2%

Model CNN ini menunjukkan performa yang baik dalam tanda tangan asli atau palsu, dengan tingkat precision yang cukup tinggi, menunjukkan bahwa model cenderung akurat dalam mengidentifikasi tanda tangan asli. Recall yang sedikit lebih rendah mengindikasikan bahwa ada beberapa tanda tangan asli yang tidak dikenali sebagai asli. Jadi untuk perbandingan verifikasi tandan tangan asli dan palsu dari kedua metode akurasinya sama-sama sangat baik digunakan dalam identifikasi masalah trsebut.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model Convolutional Neural Network data dari 30 individu. Setiap individu menyumbangkan satu sampel tanda tangan asli dan satu sampel tanda tangan palsu, sehingga total terdapat 60 data tanda tangan. Model CNN yang dibangun berhasil mencapai performa yang memadai, dengan akurasi sebesar 86,6%, precision sebesar 89,3%, recall sebesar 83,3%, dan F1-Score sebesar 86,2%. Hasil penelitian ini mendukung penggunaan CNN sebagai teknologi yang efektif untuk identifikasi tanda tangan digital dan memiliki prospek yang baik untu diimplementasikan di Pondok Pesantren Al Mas'udiyah sebagai bagian dari sistem autentikasi digital yang amana. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem verifikasi tanda tangan digital CNN yang dikembangkan memiliki akurasi tinggi dan dapat diimplementasikan secara efektif di Pondok Pesantren Al Mas'udiyah. Sebagai tindak lanjut dari penelitian ini, beberapa rekomendasi yang dapat diprtimbangkan adalah pengujian dengan dataset lebih besar untuk membantu mengoptimalkan model dan memperluas cakupan pengenalan terhadap variasi tanda tangan. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap upaya penerapan teknologi verifikasi tanda tangan di pesantren dan menunjukkan bagaimana teknologi modern dapat diterapkan di pesantre atau lebaga-lembaga pendidikan lainnya.

REFERENSI

- [1] HAMDANI MUBAROK, "Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)," *Skripsi*, vol. 4, no. 2, pp. 89–96, 2019.
- [2] Ihlusul Amal, Ishak, Muh.Devan Fahresi, and Maulana Muhammad, "Identifikasi Tulisan Tanda Tangan Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network," *J. Deep Learn. Comput. Vis. Digit. Image Process.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2023, doi: 10.61255/decoding.v1i2.157.

- [3] R. A. Asmara, A. R. Syulistyo, and N. K. Qudsi, "Identifikasi Citra Tulisan Tangan Digital Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *Semant. Sch.*, pp. 48–53, 2019, [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Identifikasi-Citra-Tulisan-Tangan-Digital-Neural-Asmara-Syulistyo/6731158f201063f3321de7e0c5ebaae632e82b8f>
- [4] B. D. Y. Asmara, R. Wulanningrum, and R. Helilintar, "Pengenalan Pola Untuk Otentikasi Keaslian Tanda Tangan Menggunakan Metode CNN," Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2023. [Online]. Available: <https://repository.unpkediri.ac.id/10725/>
- [5] F. Hendyansyah, "Sistem Deteksi Kepribadian Berdasarkan Tanda Tangan Menggunakan Convolutional Neural Network," Universitas Komputer Indonesia, 2020. [Online]. Available: <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/2947/>
- [6] E. Adhi Guna, E. Fransiska Sihombing, M. Nico Pasaribu, H. Syahputra, and F. Ramadhani, "Implementasi Algoritma Cnn Dalam Mengidentifikasi Tingkat Keparahan Jerawat Pada Wajah," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 5778–5782, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i4.10010.
- [7] R. Jannah, M. Walid, and H. Hoiriyah, "Sistem Pengenalan Citra Dokumen Tanda Tangan Menggunakan Metode CNN (Convolutional Neural Network)," *Energy - J. Ilm. Ilmu-Ilmu Tek.*, vol. 12, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: 10.51747/energy.v12i2.1116.
- [8] L. Lestari, D. Sartika, and M. H. Irfani, "Deteksi Pemalsuan Tanda Tangan Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)," *J. Pengemb. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 23–33, 2023.
- [9] P. Anugerah and A. L. Sa'pang, "Pengenalan Pola Keaslian Tanda Tangan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (Studi Kasus: Lembaran Pengesahan Skripsi Mahasiswa Universitas Dipa Makassar)," Universitas DIPA Makassar, 2024. [Online]. Available: https://elibrary.undipa.ac.id/index.php?p=show_detail&id=9227
- [10] D. D. Indriani.S, E. J. A. Sinaga, G. Oktavia, H. Syahputra, and F. Ramadhani, "Identifikasi Tanda Tangan Dengan Menggunakan Metode Convolution Neural Network (CNN)," *J-Intech*, vol. 12, no. 1, pp. 138–147, 2024, doi: 10.32664/j-intech.v12i1.1273.
- [11] B. Santoso, "Pengembangan Sistem Pengenalan Tulisan Tangan Berbasis Convolutional Neural Network (CNN).," *Tugas Mhs. Progr. Stud. Inform.*, vol. 1, no. 2, 2024, [Online]. Available: <https://coursework.uma.ac.id/index.php/informatika/article/view/1109>
- [12] K. Wijaya and E. P. Widiyanto, "Klasifikasi Kepemilikan Tanda Tangan Menggunakan Convolutional Neural Network dengan Arsitektur AlexNet," *MDP Student Conf.*, vol. 2, no. 1, pp. 133–143, 2023, doi: 10.35957/mdp-sc.v2i1.4328.
- [13] U. S. Nuraini, "Identifikasi Wajah Menggunakan Metode Multilayer Perceptron (MLP) dan Convolutional Neural Network (CNN)," 2019, [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/64262/1/06211540000021-Undergraduate_Theses.pdf
- [14] Hariyanto, S. A. Sudiro, and S. Lukman, "Keakuratan Deteksi Keaslian Sidik Jari Menggunakan Metode CNN," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun. STI&K*, vol. 3, pp. 247–252, 2019.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, kedua orang tua, pondok pesantren, dan kepada teman-teman saya yang telah mendukung semuanya dari awal sampai akhir pembuatan jurnal ini.

