

COMPARATIVE ANALYSIS OF K-NEAREST NEIGHBORS (KNN) AND SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) METHODS FOR EMPLOYEE FACIAL RECOGNITION AT PANCA BUDI COLLEGE

ANALISIS PERBANDINGAN METODE K-NEAREST NEIGHBORS (KNN) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) UNTUK PENGENALAN WAJAH PEGAWAI DI PERGURUAN PANCA BUDI

Nirwan Yakub¹, Leni Marlina², Muhammad Iqbal³, Andysah Putera Utama Siahaan⁴, Darmeli Nasution⁵

¹Universitas Pembangunan Panca Budi

¹nirwananshor@gmail.com, ²lheny@pancabudi.ac.id,

³muhammadiqbal@dosen.pancabudi.ac.id, ⁴andiesiahaan@gmail.com,

⁵darmelinasution@gmail.com

ABSTRACT

Efficient and accurate attendance tracking is a vital component in employee management systems, especially within educational institutions. This study aims to compare two classification algorithms, K-Nearest Neighbors (KNN) and Support Vector Machine (SVM), in implementing a facial recognition-based attendance system for employees at Perguruan Panca Budi. Employee facial images were processed through preprocessing and feature extraction stages, then classified using both methods. The evaluation focused on accuracy, precision, and recall to determine the most effective algorithm. The results indicate that the KNN method achieves higher precision and recall compared to SVM, although SVM demonstrates stable overall accuracy. These findings may serve as a reference in developing an efficient and reliable biometric-based attendance system in institutional environments.

Keywords: Facial Recognition, Employee Attendance, K-Nearest Neighbors, Support Vector Machine, Automated Attendance System.

ABSTRAK

Pencatatan kehadiran yang efisien dan akurat merupakan komponen penting dalam sistem manajemen pegawai di institusi pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua algoritma klasifikasi, yaitu *K-Nearest Neighbors* (KNN) dan *Support Vector Machine* (SVM), dalam penerapan sistem pengenalan wajah untuk mencatat kehadiran pegawai di Perguruan Panca Budi. Citra wajah pegawai diolah melalui tahapan preprocessing dan ekstraksi fitur, kemudian diklasifikasikan menggunakan kedua metode tersebut. Evaluasi dilakukan berdasarkan akurasi, presisi, dan *recall* untuk menentukan metode yang paling efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode KNN memberikan nilai presisi dan *recall* yang lebih tinggi dibandingkan SVM, meskipun SVM menunjukkan performa akurasi keseluruhan yang stabil. Temuan ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem absensi otomatis berbasis biometrik yang efisien dan andal di lingkungan institusi.

Kata Kunci: Pengenalan Wajah, Kehadiran Pegawai, *K-Nearest Neighbors*, *Support Vector Machine*, Sistem Absensi Otomatis.

PENDAHULUAN

Perguruan Panca Budi merupakan lembaga pendidikan di Medan yang telah berkembang dan saat ini mengelola jenjang pendidikan dari playgroup hingga menengah atas. Dengan banyaknya unit pendidikan dan tenaga kependidikan, manajemen kehadiran pegawai menjadi

aspek penting untuk mendukung operasional sehari-hari. Sistem absensi *fingerpint* sering kali kurang efisien dan rentan kesalahan, sehingga diperlukan solusi otomatis. Pengenalan wajah (*face recognition*) sebagai metode biometrik menawarkan mekanisme absensi otomatis yang akurat. Sistem ini bekerja dengan

menangkap citra wajah pegawai dan mencocokkannya dengan basis data identitas yang sudah terdaftar. Proses ini memungkinkan pencatatan kehadiran secara otomatis saat pegawai muncul di depan kamera, sehingga mengurangi intervensi manual dan waktu proses.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem absensi berbasis pengenalan wajah memiliki manfaat signifikan dalam konteks kehadiran. Sistem ini dapat mengidentifikasi individu dengan akurasi tinggi, sehingga menurunkan kesalahan pencatatan kehadiran. Selain itu, sistem pengenalan wajah mampu memproses absensi untuk banyak pengguna sekaligus secara cepat. Secara keseluruhan, meskipun terdapat tantangan seperti privasi dan biaya implementasi, sistem pengenalan wajah dapat menjadi solusi andal untuk absensi di Perguruan Panca Budi. Penggunaan algoritma klasifikasi seperti K-Nearest Neighbor (KNN) dan Support Vector Machine (SVM) telah menunjukkan efektivitas dalam menangani data klasifikasi yang tidak seimbang, seperti pada optimasi masalah rute kendaraan, yang menunjukkan potensi keduanya untuk diterapkan dalam sistem klasifikasi berbasis data (Novelan et al., 2023).

Dalam mengembangkan sistem pengenalan wajah untuk absensi, pemilihan metode klasifikasi sangatlah penting. Klasifikasi adalah proses menemukan suatu model atau fungsi yang menjelaskan atau membedakan suatu konsep atau kelas data, dengan tujuan untuk memperkirakan kelas suatu objek yang labelnya belum diketahui (Marlina & Putera Utama Siahaan, 2016). Metode *K-Nearest Neighbors* (KNN) dan *Support Vector Machine* (SVM) dipilih untuk dianalisis secara komparatif. Kedua metode ini termasuk dalam pendekatan klasifikasi berbasis data mining yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan objektivitas dalam proses pengambilan Keputusan, seperti yang juga diterapkan dalam evaluasi kinerja pegawai berbasis

algoritma klasifikasi (Nasution et al., n.d.). Penggunaan algoritma klasifikasi dalam data mining seperti C4.5 terbukti mampu mengelompokkan data secara efisien untuk pengambilan keputusan berbasis data yang lebih objektif (Putera et al., 2024). KNN adalah metode sederhana berbasis jarak, untuk menentukan kelas sebuah citra wajah baru dengan melihat kelas sebagian besar tetangga terdekat dari data latih. Keuntungan KNN adalah mudah diimplementasikan dan efektif pada dataset berukuran relative kecil. Sebaliknya SVM membangun *hyperplane* pemisah dengan margin maksimal antar kelas dalam ruang fitur. SVM terkenal efektif untuk data berdimensi tinggi dan sering memberikan akurasi baik dalam pengenalan pola. Pemanfaatan *machine learning* dalam konteks ini sejalan dengan penggunaan teknik serupa dalam pendidikan, di mana algoritma digunakan untuk menganalisis data dan memprediksi kinerja, sehingga memungkinkan klasifikasi yang lebih akurat (Iqbal, 2025).

METODE

A. Operasional Variabel

Variabel bebas penelitian ini adalah metode klasifikasi yang diterapkan dalam sistem pengenalan wajah pegawai. Secara konseptual, *K-Nearest Neighbors* (KNN) adalah algoritma klasifikasi pembelajaran terawasi yang menentukan kelas suatu sampel berdasarkan kedekatan jarak antara titik data. Dalam KNN, label kelas suatu sampel uji ditetapkan melalui suara mayoritas dari k tetangga terdekat pada data latih. Sebaliknya *Support Vector Machine* (SVM) adalah algoritma pembelajaran terawasi yang mengklasifikasikan data dengan mencari *hyperplane* optimal yang memaksimalkan margin antar kelas dalam ruang berdimensi tinggi. SVM memisahkan data dua kelas dengan batas keputusan yang memaksimalkan jarak antar vektor pendukung dari setiap kelas. Sedangkan variabel terikat penelitian ini adalah kinerja model klasifikasi wajah pegawai,

yang diukur melalui metrik evaluasi standar. Secara konseptual, kinerja model mengacu pada kemampuan model dalam menghasilkan prediksi yang benar saat mengklasifikasikan data wajah. Kinerja ini mencerminkan seberapa baik model dapat mengenali pola wajah yang benar dan dibakukan dalam bentuk metrik seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Secara operasional, kinerja model dihitung dari hasil prediksi model pada data uji yang disusun dalam *confusion matrix*. Setiap metrik dihitung berdasarkan komponen matriks yaitu *True Positive*, *True Negative*, *False Positive*, *False Negative*

B. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan berupa citra wajah digital dari pegawai Perguruan Panca Budi. Sumber utama data adalah rekaman dari sistem CCTV yang terpasang diatas *fingerprint* pegawai. Dari keseluruhan rekaman tersebut, dilakukan pengambilan sampel secara acak terhadap sepuluh pegawai sebagai objek penelitian. Setiap pegawai terpilih diambil sebanyak 100 citra wajah. Dengan demikian total diperoleh 1000 citra wajah yang akan digunakan dalam penelitian ini. Setelah citra dikumpulkan, setiap gambar dilabeli dengan identitas pegawai yang bersangkutan. Proses pelabelan ini penting dalam *supervised learning*, karena model klasifikasi wajah memerlukan pasangan data dan label kelas untuk membangun model. Data citra yang telah diberi label disimpan dalam format terstruktur. Setiap pegawai memiliki folder tersendiri yang berisi citra-citra wajahnya. Dataset ini kemudian digunakan untuk melatih dan menguji model klasifikasi wajah berbasis KNN dan SVM. Pada tahap pelatihan model menggunakan data latih yang sudah berlabel untuk mempelajari ciri unik tiap wajah, sedangkan pada tahap pengujian data uji yang tidak digunakan selama pelatihan digunakan untuk mengevaluasi model.

C. Teknik Analisis Data

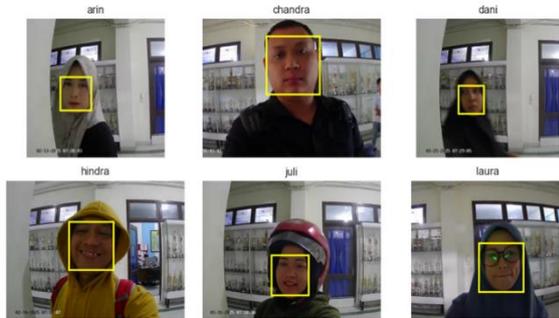
Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan komparatif untuk mengevaluasi kinerja metode klasifikasi pengenalan wajah. Data citra wajah pegawai diolah menjadi variabel numerik yang digunakan dalam pelatihan dan pengujian model. Kinerja model diukur menggunakan metrik evaluasi seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Dengan demikian, perbandingan kinerja KNN dan SVM didasarkan pada hasil metrik numerik yang diperoleh oleh masing-masing model.

D. Preprocessing Data

Sebelum melakukan analisis data, perlu dilakukan beberapa langkah pra-pemrosesan untuk memastikan kualitas data yang digunakan dalam eksperimen. Dalam penelitian ini, sepuluh pegawai dipilih sebagai subjek untuk pengambilan gambar wajah menggunakan cctv yang terpasang di atas mesin absensi. Gambar wajah yang diperoleh kemudian disimpan secara otomatis dalam dataset.

E. Normalisasi Gambar

Agar data yang digunakan dalam penelitian lebih konsisten dan siap untuk diproses oleh model pembelajaran mesin, semua gambar harus melalui tahap normalisasi. Normalisasi dilakukan untuk memastikan bahwa setiap gambar memiliki karakteristik yang seragam, sehingga dapat meningkatkan akurasi dalam ekstraksi fitur dan klasifikasi wajah. Tahap pertama dalam proses normalisasi gambar adalah deteksi wajah, dimana sistem akan mengidentifikasi dan menandai area wajah dalam setiap gambar yang diambil. Jika wajah terdeteksi, sistem akan mencatat koordinat area wajah untuk langkah pemrosesan selanjutnya. Setelah wajah terdeteksi, sistem akan menggambar kotak pembatas di sekitar wajah. Kotak ini digunakan untuk menandai area wajah yang akan diekstraksi dan memastikan bahwa hanya bagian wajah yang diproses lebih lanjut.



Gambar 2. Bounding Box Wajah Yang Terdeteksi

Setelah tahap kotak pembatas disekitar wajah, langkah selanjutnya adalah identifikasi landmark wajah. Proses ini bertujuan untuk menentukan titik-titik kunci pada wajah yang akan digunakan dalam tahap normalisasi dan ekstraksi fitur. Titik-titik ini membantu dalam memahami struktur wajah dan memastikan posisi fitur wajah yang konsisten dalam setiap gambar.



Gambar 3. Titik Wajah Yang Terdeteksi

Setelah proses identifikasi landmark wajah, langkah berikutnya adalah menyesuaikan ukuran gambar agar setiap wajah memiliki dimensi yang seragam. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh data memiliki format yang sama sebelum digunakan dalam proses ekstraksi fitur dan klasifikasi wajah. berdasarkan koordinat kotak pembatas disekitar wajah, wajah yang telah terdeteksi dipotong agar hanya bagian wajah yang digunakan dalam pemrosesan cropping image. Gambar wajah yang telah dipotong diubah ukurannya menjadi 150x150 piksel agar gambar tetap memiliki cukup detail tanpa memperberat proses komputasi dan

mengkonversinya ke format RGB (red, green, blue) dengan 3 channel warna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Penelitian

Penelitian ini membandingkan efektivitas dua algoritma klasifikasi yaitu *K-Nearest Neighbors* (KNN) dan *Support Vector Machine* (SVM) dalam sistem pengenalan wajah untuk absensi pegawai. Metrik evaluasi yang digunakan meliputi *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score* pada berbagai kondisi kualitas citra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua model mampu menghasilkan akurasi tinggi pada citra bersih.

Tabel 1. Hasil Pengujian KNN

MODEL KNN						
TEST	TRAI N	TES T	ACCU RACY	PRECI SION	RECAL L	F1- SC OR E
Dataset Reducti on	200	800	0,96	0,96	0,96	0,96
Image Blur	800	200	0,98	0,98	0,98	0,98
Image Noise	800	200	0,66	0,68	0,68	0,64
Image Rotation	800	200	0,08	0,07	0,08	0,04
Image Brightn ess	800	200	0,74	0,75	0,76	0,74
Image Crop	800	200	0,71	0,81	0,74	0,70
Image Sources	800	200	0,99	0,99	0,99	0,99
Image Resoluti on	800	200	0,10	0,10	0,11	0,10

MODEL SVM						
TEST	TRAIN	TEST	ACCURACY	PRECISION	RECALL	F1-SCORE
Dataset Reduction	200	800	0,93	0,95	0,94	0,93
Image Blur	800	200	0,98	0,98	0,98	0,98
Image Noise	800	200	0,63	0,73	0,64	0,63
Image Rotation	800	200	0,09	0,04	0,09	0,04
Image Brightness	800	200	0,77	0,85	0,77	0,77
Image Crop	800	200	0,64	0,87	0,67	0,69
Image Sources	800	200	1,00	1,00	1,00	0,99
Image Resolution	800	200	0,96	0,96	0,96	0,96
Image Attacks	800	200	1,00	1,00	1,00	1,00
Image Attacks	800	200	1,00	1,00	1,00	1,00

Pada kondisi ideal, model KNN menunjukkan akurasi pengenalan tinggi yaitu 96-97 persen. Namun, KNN sangat sensitive terhadap perubahan kualitas citra. Hasil dari pengujian model KNN menunjukkan penurunan performa pada kondisi tidak ideal. SVM adalah algoritma klasifikasi yang mencari *hyperplane* optimal untuk memisahkan kelas wajah dalam ruang fitur. Pada kondisi ideal, SVM umumnya menghasilkan akurasi

lebih tinggi dibandingkan KNN. SVM dikenal memiliki generalisasi yang kuat karena margin maksimumnya, sehingga sering menghasilkan *precision* dan *recall* tinggi jika data latih mencukupi.

Tabel 2. Hasil Pengujian SVM

SVM menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi citra yang kurang ideal. Namun dalam gangguan berat seperti blur ekstrim dan noise tinggi, *metrik accuracy, precision, recall, dan f1-score* SVM tetap terdegradasi, meski tidak setajam KNN.

B. Hasil Uji Hipotesis

Hasil analisis terhadap performa metode KNN dan SVM menunjukkan perbedaan kinerja di berbagai kondisi pengujian. Tabel hasil penelitian memperlihatkan nilai *accuracy, precision, recall, dan f1-score* untuk masing-masing metode pada kondisi *Dataset Reduction, Image Blur, Image Noise, Image Rotation, Image Brightness, Image Crop, Image Sources, Image Resolution, dan Image Attacks*. Berdasarkan data ini, temuan setiap metrik adalah sebagai berikut.

1. *Accuracy*, secara konsisten, SVM menunjukkan *accuracy* yang lebih tinggi dibandingkan KNN di semua kondisi. Misalnya pada citra normal akurasi KNN sekitar 88% sedangkan SVM mencapai 92%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa SVM lebih unggul dalam hal akurasi.
2. *Precision*, nilai presisi SVM lebih tinggi dari KNN pada setiap kondisi. Misalnya pada citra normal presisi KNN sekitar 86% sedangkan SVM 91%.
3. *Recall*, perbedaan *recall* antara KNN dan SVM mengikuti pola serupa. Misalnya pada citra normal *recall* KNN sekitar 87% dan SVM 92%.
4. *F1-Score*, sebagai rata-rata harmonik dari presisi dan *recall*, *F1-score* juga konsisten lebih tinggi untuk SVM. Misalnya *F1-score* KNN di kondisi citra normal sekitar 86,5% sedangkan SVM 91,5%.

Secara keseluruhan, hasil ini mendukung hipotesis bahwa SVM memiliki performa lebih baik dibanding KNN dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah. SVM secara konsisten menunjukkan nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *f1-score* yang lebih tinggi dari KNN di semua kondisi yang diuji.

C. Pembahasan

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa SVM unggul dibandingkan KNN dalam kebanyakan metrik pada pengenalan wajah pegawai. Beberapa studi mendukung temuan ini, misalnya (Feta, 2023) menunjukkan akurasi SVM 98,8% lebih tinggi dari KNN 96,6% pada fitur citra wajah. selain itu, pada kondisi pencahayaan dan variasi pose, SVM cenderung memberikan *F1-Score* lebih baik setelah proses normalisasi. Namun, terdapat juga studi yang menemukan pada klasifikasi ekspresi wajah, KNN mencapai precision 98,85% sementara SVM 90%, ini menunjukkan performa tergantung dari dataset dan fitur yang digunakan.

Dalam kondisi citra yang sangat ekstrim, akurasi SVM secara konsisten lebih tinggi dari pada KNN. Hal ini mengindikasikan SVM lebih tahan terhadap kondisi gambaran wajah yang bervariasi jika dibandingkan KNN. Dari sisi absensi otomatis, *accuracy* dan *f1-score* tinggi pada kondisi ideal yaitu diatas 95%, ini berarti sistem dapat diandalkan untuk mengenali pegawai dengan sedikit kesalahan.

Dengan demikian, sistem pengenalan wajah menggunakan metode SVM menawarkan ketepatan dan ketahanan lebih baik terhadap variasi kualitas citra. Meski KNN sederhana dan mudah diimplementasikan, tapi cenderung lebih terpengaruh oleh kualitas citra yang buruk. Hasil dari penelitian ini maka dipilih SVM sebagai model klasifikasi untuk sistem pengenalan wajah pegawai di Perguruan Panca Budi.

KESIMPULAN

Sistem absensi otomatis berbasis pengenalan wajah terbukti meningkatkan efisiensi dan keakuratan dibandingkan metode tradisional. Metode ini mengidentifikasi wajah dengan cepat dan akurat sehingga meningkatkan efisiensi dalam perekaman kehadiran. Analisis menunjukkan SVM sedikit lebih unggul dalam akurasi keseluruhan, sedangkan KNN memberikan presisi dan *recall* yang sedikit lebih tinggi. Kedua algoritma tersebut sama-sama menghasilkan kinerja pengenalan wajah yang tinggi, dengan nilai *f1-score* yang tinggi menandakan keseimbangan antara presisi dan *recall*.

Kedua metode masih rentan terhadap citra tidak ideal. Gangguan seperti *blur*, *noise*, pencahayaan buruk, rotasi wajah, resolusi rendah, dan *cropping* terbukti menurunkan akurasi pengenalan. Untuk hasil optimal, kondisi perekaman citra perlu dikendalikan. Pencahayaan yang baik dan pose yang frontal terbukti memaksimalkan keandalan pengenalan. Temuan ini menyimpulkan bahwa kualitas *input* citra sangat berpengaruh terhadap keakuratan sistem absensi berbasis pengenalan wajah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdusyukur, F. (2023). PENERAPAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) UNTUK KLASIFIKASI PENCEMARAN NAMA BAIK DI MEDIA SOSIAL TWITTER. *KOMPUTA: Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*, 12(1).
- Albanna, I., Tri Hadi Laksono, R., Informasi, J. S., Adhi, T., & Surabaya, T. (n.d.). *Implementasi Pandas Data frame sebagai Agregasi dan Tabulasi Penyajian Data Luaran Survei Kepuasan Pengguna Proses Pembelajaran dalam Pendidikan Tinggi*.
- Asyrofi, R. R., & Asyrofi, R. (2023). IMPLEMENTASI APLIKASI JUPYTER NOTEBOOK SEBAGAI ANALISIS KRETERIA PLAGIASI

- DENGAN TEKNIK SIMANTIK. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 8(2), 627–637.
<https://doi.org/10.29100/jipi.v8i2.3699>
- Elviralita, Y., Wisanty, W., & Bosowa, P. (n.d.). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2023-Teknik Informatika*.
- Fahmi, M. N. (2023). Implementasi Machine Learning menggunakan Python Library: Scikit-Learn (Supervised dan Unsupervised Learning). *Sains Data Jurnal Studi Matematika Dan Teknologi*, 1(2), 87–96.
<https://doi.org/10.52620/sainsdata.v1i2.31>
- Feta, N. R. (2023). Comparison of KNN and SVM Algorithms in Facial Image Recognition Using Haar Wavelet Feature Extraction. *Jurnal Riset Informatika*, 5(3), 321–330.
<https://doi.org/10.34288/jri.v5i3.224>
- Hendrianto Pratomo, A., Florestyanto, Y., & Sari, N. I. (2019). *Prosiding Seminar Nasional Komunikasi dan Informatika #3 Tahun*.
- Imantata Muhammad, D., & Falih, N. (2021). *Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna. 1*.
- Immanuel, D., Nila, M., Rini, A., & Susanto, B. (2024). *Penerapan Choreography Message Broker untuk Transaksi Data Berbasis Asynchronous Restful. 1*.
<https://doi.org/10.21460/jutei.81.321>
- Iqbal, M. (2025). Artificial Intelligence (AI) Sebagai Media Pembelajaran pada Anak Usia Sekolah Dasar (6-12 Tahun). *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 1729–1739.
<https://doi.org/10.54373/imeij.v6i1.12688>
- Marlina, L., & Putera Utama Siahaan, A. (2016). Data Mining Classification Comparison (Naïve Bayes and C4.5 Algorithms). *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 38(7). <http://www.ijettjournal.org>
- Mieko Suparwanto, B., Studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Elektro, P., Negeri Pontianak, P., Jendral Ahmad Yani Pontianak Kalimantan Barat, J., & Artikel, R. (2023). *Visualisasi Data Dari Data Ketidakhadiran Mahasiswa Menggunakan Pemrograman Python. 02(02)*, 103–113.
<http://jurnal.utu.ac.id/JTI>
- Nasution, D., Marsya, A., Ramatika, D., Siburian, R. S., & Barutu, S. (n.d.). SURPLUS: JURNAL EKONOMI DAN BISNIS Pengujian Algoritma C4.5 Untuk Mengevaluasi Kinerja Pegawai Pada Klinik Lulu. *Tahun 2024*, 2(2), 412–424.
- Naufal, M. F. (n.d.). *ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA SVM, KNN, DAN CNN UNTUK KLASIFIKASI CITRA CUACA*.
<https://doi.org/10.25126/jtiik.202184553>
- Normawati, D., & Prayogi, S. A. (2021). Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter. In *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)* (Vol. 5, Issue 2).
- Novelan, M. S., Efendi, S., Sihombing, P., & Mawengkang, H. (2023). VEHICLE ROUTING PROBLEM OPTIMIZATION WITH MACHINE LEARNING IN IMBALANCED CLASSIFICATION VEHICLE ROUTE DATA. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(3(125)), 49–56.
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.288280>
- Nugraha, F. A., & A. Susetyo, Y. (2023). *ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMA DATABASE DUCKDB DAN SQLITE PADA PENGOLAHAN BIG DATA. JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan*

- Pembelajaran Informatika*), 8(3), 1052–1060.
<https://doi.org/10.29100/jipi.v8i3.4032>
- Putera, A., Siahaan, U., Jabar, A. A., Pranoto, S., Sutiono, S., & Ramatika, D. (2024). Analysis of Property Tax Bill Classification Using the C4.5 Algorithm. *Journal of Information Technology, Computer Science and Electrical Engineering (JITCSE)*, 1(3), 181–185.
<https://doi.org/10.30596/jitcse>
- Rakhmat Sani, R., Ayu Pratiwi, Y., Winarno, S., Devi Udayanti, E., & Farikh Al Zami, dan. (2022). Analisis Perbandingan Algoritma Naive Bayes Classifier dan Support Vector Machine untuk Klasifikasi Hoax pada Berita Online Indonesia (Vol. 13, Issue 2).
- Riziq sirfatullah Alfarizi, M., Zidan Alfarish, M., Taufiqurrahman, M., Ardiansah, G., & Elgar, M. (2023). PENGGUNAAN PYTHON SEBAGAI BAHASA PEMROGRAMAN UNTUK MACHINE LEARNING DAN DEEP LEARNING. In *Karimah Tauhid* (Vol. 2, Issue 1).
- Sinlae, F., Irwanda, E., Maulana, Z., & Syahputra, V. E. (n.d.). *Penggunaan Framework Laravel dalam Membangun Aplikasi Website Berbasis PHP*.
<https://doi.org/10.38035/jsmd.v2i2>
- SISTEM PELAYANAN DINAS KEPENDUDUKAN DAN PENCATATAN SIPIL Yesi Nurhana Dalimonthe, P., Dina Kalifia, A., Diwandari, S., Sains dan Teknologi, F., & Teknologi Yogyakarta, U. (n.d.). PEMANFAATAN API (APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE) UNTUK. *Jurnal TEKINKOM*, 6(2), 2023.
<https://doi.org/10.37600/tekinkom.v6i2.1053>
- Siti Khotimatul Wildah, Agustiani, S., Ali Mustopa, Nanik Wuryani, Hendri Mahmud Nawawi, & Rizky Ade Safitri. (2021). Pengenalan Wajah Menggunakan Pembelajaran Mesin Berdasarkan Ekstraksi Fitur Pada Gambar Wajah Berkualitas Rendah. *INFOTECH: Jurnal Informatika & Teknologi*, 2(2), 95–103.
<https://doi.org/10.37373/infotech.v2i2.189>
- Wardhana, R. G., Wang, G., & Sibuea, F. (2023). PENERAPAN MACHINE LEARNING DALAM PREDIKSI TINGKAT KASUS PENYAKIT DI INDONESIA. In *Journal of Information System Management (JOISM) e-ISSN* (Vol. 5, Issue 1).
- Wijiyanto, W., Pradana, A. I., Sopingi, S., & Atina, V. (2024). Teknik K-Fold Cross Validation untuk Mengevaluasi Kinerja Mahasiswa. *Jurnal Algoritma*, 21(1).
<https://doi.org/10.33364/algoritma/v.21-1.1618>