

Klik disini untuk menuliskan kategori naskah

Deteksi Wajah Menggunakan Algoritma Haar Cascade Berbasis Haar Feature

Sinta Bela ¹, Martiano ²

¹ Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

² Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Sistem Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 00 Januari 00

Revisi Akhir: 00 Februari 00

Diterbitkan Online: 00 Maret 00

KATA KUNCI

Deteksi Wajah, Haar Cascade Classifier, OpenCV, Confusion Matrix

KORESPONDENSI

Phone: +6281377246209

E-mail: sintabella2506@gmail.com

A B S T R A K

Deteksi wajah merupakan tahap awal yang penting dalam berbagai aplikasi pengolahan citra digital, seperti sistem absensi otomatis, keamanan, dan pengenalan wajah. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menganalisis kinerja algoritma Haar Cascade berbasis Haar Feature dalam mendeteksi wajah manusia pada citra digital. Metode yang digunakan meliputi tahap pra-pemrosesan citra (konversi ke grayscale dan normalisasi), ekstraksi fitur menggunakan Haar Feature, serta klasifikasi wajah menggunakan classifier cascade yang telah dilatih (pre-trained classifier) berbasis integral image untuk mempercepat proses komputasi. Pengujian dilakukan terhadap sejumlah citra dengan variasi pencahayaan, sudut pengambilan gambar, dan jumlah wajah dalam satu citra untuk mengukur tingkat akurasi, presisi, dan kecepatan deteksi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Haar Cascade mampu mendeteksi wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi pada kondisi pencahayaan normal dan posisi wajah frontal, namun akurasi menurun pada kondisi pencahayaan rendah atau sudut wajah yang miring. Waktu pemrosesan deteksi tergolong cepat sehingga metode ini berpotensi diterapkan pada sistem real-time. Dapat disimpulkan bahwa algoritma Haar Cascade berbasis Haar Feature efektif dan efisien digunakan sebagai metode deteksi wajah, meskipun performanya masih dipengaruhi oleh faktor pencahayaan dan orientasi wajah, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan robustabilitas sistem terhadap kondisi tersebut.

PENDAHULUAN

Di era perkembangan teknologi kecerdasan buatan yang pesat, deteksi wajah menjadi aspek penting dalam berbagai aplikasi seperti sistem keamanan dan absensi otomatis. Permasalahan utama dalam deteksi wajah adalah bagaimana mengenali wajah secara cepat dan akurat di berbagai kondisi pencahayaan dan posisi wajah yang berbeda. Kesulitan ini muncul karena variasi bentuk dan orientasi wajah serta pengaruh lingkungan yang kompleks, sehingga metode sederhana sering gagal mendeteksi wajah dengan tepat. Algoritma Haar Cascade Classifier hadir sebagai solusi yang mampu mengatasi masalah tersebut dengan efisiensi tinggi dan akurasi yang memadai [1,2].

Permasalahan deteksi wajah yang sulit ini disebabkan oleh kompleksitas fitur wajah yang harus dikenali secara otomatis oleh komputer, terutama ketika wajah tidak menghadap kamera secara frontal atau pencahayaan kurang memadai. Selain itu, latar belakang yang ramai dan objek penghalang seperti masker juga menambah tantangan dalam proses pendeteksian. Haar Cascade mengatasi masalah ini dengan mengekstraksi fitur Haar-like yang merepresentasikan pola intensitas piksel di area wajah, dan menggunakan metode cascade classifier untuk menyaring area non-wajah secara bertahap sehingga mempercepat proses deteksi [3,4].

Solusi Haar Cascade menjadi pilihan utama karena kemampuannya dalam mendeteksi wajah secara real-time dengan kecepatan tinggi dan tingkat akurasi yang cukup baik pada berbagai kondisi. Algoritma ini menggunakan pendekatan sliding window dan integral image untuk mempercepat perhitungan fitur Haar pada setiap sub-window. Pendekatan cascade classifier memungkinkan eliminasi cepat area yang bukan wajah, sehingga mengurangi beban komputasi secara signifikan. Implementasi Haar Cascade banyak dilakukan menggunakan pustaka OpenCV yang menyediakan model pra-latih untuk mendeteksi wajah dengan mudah.[5,6].

Implementasi algoritma ini dimulai dengan pengambilan citra dari kamera atau video, kemudian citra dikonversi menjadi grayscale untuk memudahkan ekstraksi fitur. Sliding window dengan berbagai ukuran digunakan untuk memindai seluruh citra, dan setiap window diuji menggunakan cascade classifier untuk menentukan keberadaan wajah. Proses pelatihan melibatkan dataset wajah dan non- wajah untuk membangun classifier yang kuat. Hasil implementasi menunjukkan bahwa Haar Cascade mampu mendeteksi wajah dengan baik dalam berbagai pose dan ukuran, serta dapat berjalan secara real-time pada perangkat standar [7,8].

Hasil pengujian Haar Cascade dalam berbagai penelitian menunjukkan akurasi deteksi yang tinggi, terutama pada kondisi pencahayaan yang cukup dan wajah yang menghadap kamera. Namun, performa algoritma ini menurun pada kondisi pencahayaan rendah atau wajah yang tertutup sebagian. Oleh karena itu, beberapa penelitian menggabungkan Haar Cascade dengan metode lain seperti Local Binary Pattern Histogram (LBPH) untuk meningkatkan akurasi dan robustness sistem pengenalan wajah secara keseluruhan. Secara umum, Haar Cascade tetap menjadi algoritma andalan dalam pendeteksian wajah karena kecepatan dan kemudahan implementasinya [9,10].

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Dasar Computer Vision

Computer Vision ialah sebuah bidang kecerdasan buatan yang berfungsi untuk memahami beberapa informasi dari objek gambar atau video, Computer vision biasanya digunakan di dalam sistem seperti pengenalan wajah, deteksi beberapa objek dan lainnya. computer vision memiliki sebuah tugas bertujuan membuat sebuah keputusan tentang objek fisik nyata yang didapat dari sebuah perangkat dan sensor, Computer vision membuat komputer dapat mengenali sebuah suatu citra layaknya manusia, salah satunya ialah pengenalan wajah. Wajah ialah salah satu bentuk yang sangat unik dari setiap manusia, agar dapat mengenali bentuk wajah dapat mempelajari beberapa pola wajah [11,12].

Computer Vision merupakan sebuah ilmu pengetahuan untuk mempelajari sistem komputer agar dapat mengenali objek dengan melakukan pengamatan. Cabang ilmu ini bersama Artificial Intelligence akan mampu menghasilkan Visual Intelligence System. Namun ada beberapa perbedaan ialah, Computer Vision lebih mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek. Sedangkan komputer grafik lebih berfokus pada memanipulasikan gambar (visual) secara digital. Bentuk sederhana dari grafik komputer adalah grafik komputer 2D yang kemudian berkembang menjadi grafik komputer 3D, pemrosesan citra, dan pengenalan pola [13,14].

Haar Cascade Classifier

Haar Cascade merupakan sebuah algoritma pembelajaran mesin yang bertujuan untuk mendeteksi sebuah objek. Algoritma ini ialah sebuah pendekatan berbasis pembelajaran sebuah mesin yang menggunakan cascade, fungsi nya dilatih dari berbagai citra positif dan negatif. Citra positif ialah sebuah citra yang mempunyai suatu objek yang akan dideteksi, sedangkan citra negatif ialah citra yang tidak mempunyai suatu objek yang tidak dideteksi [15,16].

Pada proses pengenalan wajah pada penelitian ini menggunakan metode Haar Cascade Classifier. Istilah Haar memiliki fungsi matematika (Haar Wavelet) yang memiliki bentuk kotak, ketika di awal pengolahan gambar bisa dilihat hanya dari nilai RGB di setiap pixel tetapi metode tersebut kurang efektif. Lalu Viola dan Jones mengembangkan cara untuk mengelola sebuah gambar agar lebih efektif, maka dari itu terbentuklah Haar – Like feature [17,18].

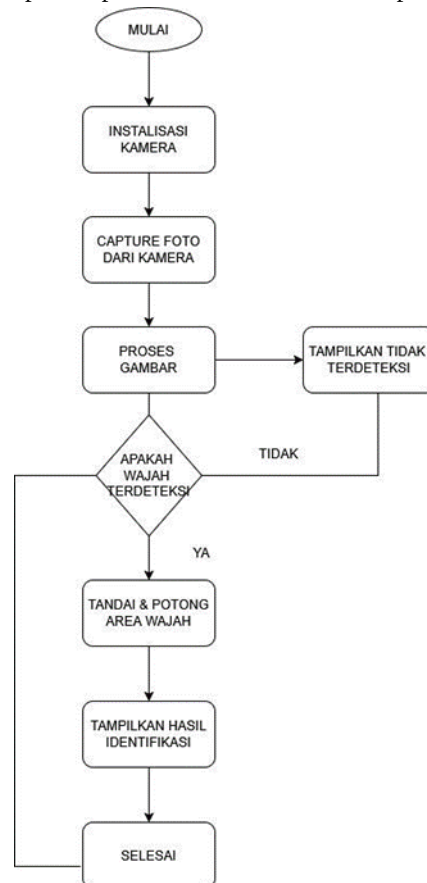
Haar Cascade Classifier adalah metode deteksi wajah yang diperkenalkan oleh [19,20]. Haar Cascade Classifier sering digunakan untuk proses pendeteksian wajah atau objek yang berupa gambar digital. untuk metode Cascade Classifier menggunakan beberapa langkah untuk menentukan dengan menghitung ulang nilai dari Haar Feature sehingga

menghasilkan nilai yang lebih akurat, langkah klasifikasi pertama meliputi sub citra yang diklasifikasikan dengan suatu fitur, namun bila tidak memenuhi kriteria akan ditolak hasilnya.

METODOLOGI

Alur Penelitian

Proses penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan sistematis untuk mendapatkan hasil yang optimal.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Perancangan Sistem

Flowchart pada gambar tersebut menggambarkan secara terstruktur alur perencanaan sistem identifikasi wajah berbasis Haar Cascade Classifier. Proses dimulai dari tahap inisialisasi kamera, di mana perangkat keras sistem disiapkan untuk menangkap gambar secara real-time. Setelah kamera aktif, sistem akan melakukan proses pengambilan gambar atau foto dari objek yang berada di depan kamera, yang kemudian menjadi input utama untuk tahap selanjutnya. Gambar yang diperoleh akan diproses, untuk mempermudah deteksi fitur wajah dan mempercepat proses komputasi.

Setelah gambar diproses, sistem akan memasuki tahap pendeteksian wajah dengan menggunakan algoritma Haar Cascade. Pada tahap ini, sistem memeriksa apakah dalam gambar terdapat wajah yang dapat dikenali. Jika wajah tidak terdeteksi, maka sistem akan menampilkan pesan atau informasi bahwa wajah tidak ditemukan, dan akan kembali ke proses awal untuk mengambil gambar baru secara berulang. Namun, apabila wajah berhasil terdeteksi, sistem akan menandai area wajah dengan bounding box dan memotong bagian wajah tersebut dari gambar untuk diproses lebih lanjut.

Hasil potongan wajah yang terdeteksi kemudian dibandingkan dengan data wajah yang telah tersimpan sebelumnya di database, sehingga sistem dapat mengidentifikasi individu tersebut. Setelah proses identifikasi selesai, sistem akan menampilkan informasi hasil identifikasi kepada pengguna, misalnya berupa nama, ID, atau data lain yang relevan. Seluruh rangkaian proses ini kemudian diakhiri dengan kondisi selesai, dan sistem siap untuk mengulangi siklusnya kembali jika diperlukan. Alur ini dirancang untuk memastikan bahwa sistem berjalan secara otomatis, efisien, dan responsif terhadap berbagai kemungkinan kondisi saat proses pendeteksian wajah berlangsung.

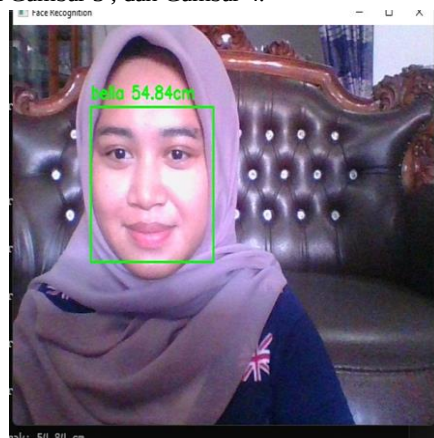
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi Jarak Tangkapan Citra

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat deteksi wajah berbasis algoritma Haar Cascade Classifier yang telah dibuat pada perangkat Kamera WebCam. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan deteksi wajah dalam berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pandang wajah.

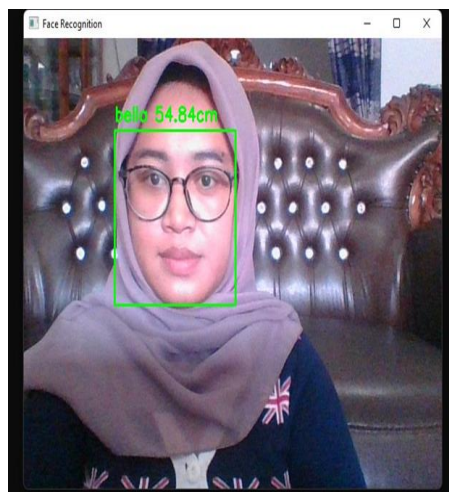
Tahapan selanjutnya adalah melakukan kalibrasi tangkapan citra berdasarkan jarak, dimana pengaturan dilakukan untuk memastikan hasil tangkapan wajah dapat diperoleh secara menyeluruh. Proses kalibrasi dilakukan sebanyak tiga kali percobaan agar citra yang dihasilkan benar – benar optimal. Tujuan dari kalibrasi ini adalah memastikan bahwa kamera laptop dapat menangkap citra wajah dengan posisi yang tepat, tidak terpotong serta tampil penuh dalam bingkai gambar. Dengan demikian, hasil citra yang diperoleh lebih mudah diproses pada tahap deteksi wajah selanjutnya.

Seluruh citra hasil pengambilan gambar disimpan dalam format Joint Photographic Group (JPG), karena format ini cukup ringan dan kompatibel dengan proses pengolahan menggunakan pustaka Open CV. Hasil tangkapan citra kemudian diuji dengan menggunakan kamera webcam laptop untuk mendeteksi wajah secara langsung melalui algoritma Haar Cascade Classifier. Proses kalibrasi dan pengujian tangkapan citra ditunjukkan pada Gambar 3, dan Gambar 4.

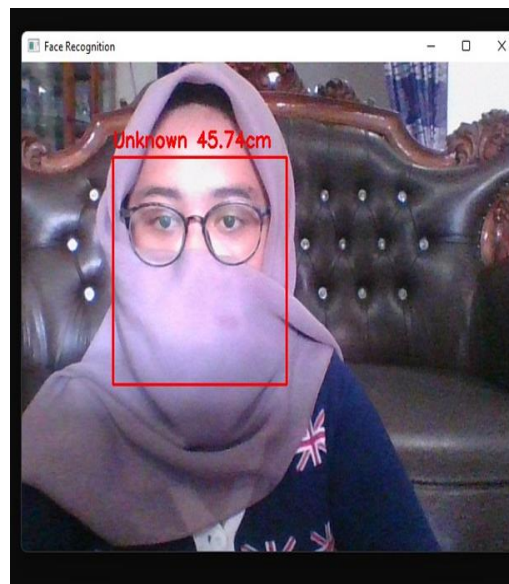


Gambar 2. Jarak Yang Paling Ideal

dan Gambar 2, di mana setiap gambar merepresentasikan hasil percobaan pada jarak yang berbeda hingga diperoleh jarak yang paling ideal untuk mendukung proses deteksi wajah.



Gambar 3. Jarak Ideal Berkacamata



Gambar 4. Wajah Tidak Terdeteksi

Tabel 1. Keterangan Gambar

Gambar	Kondisi Wajah	Jarak (cm)	Label Deteksi	Status	Keterangan
Gambar 4.1	Tanpa kacamata, tanpa masker	54.84	Bella	TP	Sistem berhasil mengenali wajah dengan benar, citra jelas tanpa hambatan.
Gambar 4.2	Dengan kacamata	54.84	Bella	TP	Sistem tetap mengenali wajah meskipun ada aksesoris tambahan (kacamata).
Gambar 4.3	Dengan kacamata + masker	45.74	Unknown	FN	Sistem gagal mengenali karena sebagian wajah tertutup masker meskipun jarak lebih dekat.

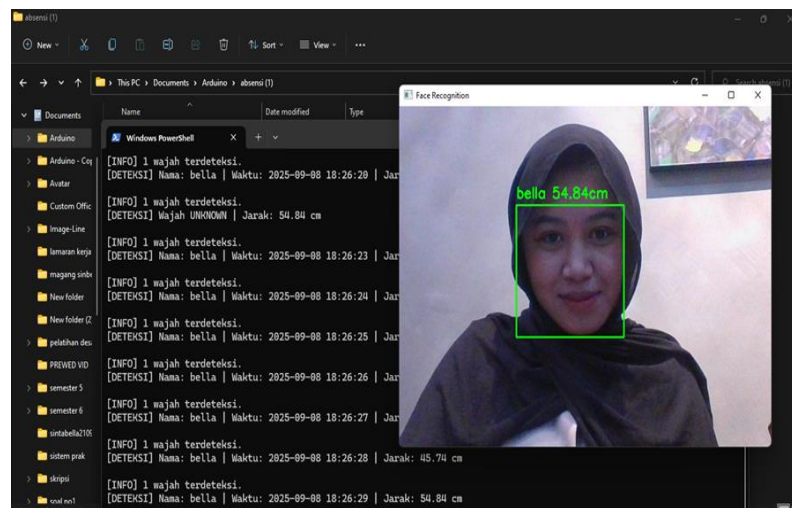
Pengujian Pelatihan Haar Cascade

Proses berikutnya yaitu menguji hasil pelatihan dari algoritma Haar cascade dengan tujuan melihat hasil akurasi dari pelatihan yang telah dibuat sebelumnya dengan akurasi pelatihan 100%. Pengujian menggunakan nama wajah atau user 1 sampai 7 yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Nama yang terdeteksi dan tidak terdeteksi

No	Nama Orang	Status Terdaftar	
		Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Bella	Ya	-
2	Afrida	Ya	-
3	Rifdah	Ya	-
4	Hana	Ya	-
5	Nikma	Ya	-
6	Surya	-	Ya
7	Handala	-	Ya
8	Rahmad	-	Ya
9	Pia	-	Ya

Tabel Diatas menunjukkan klasifikasi berdasarkan wajah pengguna yang terdaftar dan tidak terdaftar. Nama wajah pengguna dengan user id nomor 1 hingga 5 adalah wajah yang terdaftar sedangkan wajah pengguna dengan nomor 6 dan 9 merupakan wajah pengguna yang tidak terdaftar.



Gambar 5. Wajah Pengguna Terdaftar User ID

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi algoritma Haar Cascade Classifier dalam pendeteksian wajah, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Sistem deteksi wajah menggunakan algoritma Haar Cascade mampu bekerja dengan tingkat akurasi sebesar 81,82%, presisi 100%, dan recall 81,82%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki ketepatan tinggi dalam mendeteksi wajah yang benar (minim false positive), meskipun masih terdapat beberapa kasus wajah yang tidak berhasil terdeteksi (false negative). Penggunaan aksesoris ringan seperti kacamata tidak terlalu memengaruhi kinerja sistem. Namun, ketika wajah tertutup sebagian oleh masker atau kerudung, sistem mengalami kesulitan dalam mengenali wajah sehingga akurasi menurun. Algoritma Haar Cascade efektif digunakan pada kondisi pencahayaan cukup baik dan posisi wajah menghadap kamera secara frontal. Pada kondisi pencahayaan redup atau wajah yang tertutup sebagian, performa sistem menurun.

Implementasi sistem berbasis Haar Cascade dapat menjadi solusi sederhana dan efisien untuk aplikasi keamanan maupun absensi berbasis biometrik, meskipun masih memerlukan pengembangan untuk menghadapi kondisi dunia nyata yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- [1] Andi Zulherry, Muhammad Basri, Muhammad Haris, Ferdy Riza, Zuli Agustina Gultom, Farid Akbar Siregar, Okvi Nugroho, Mahardika Abdi Prawira Tanjung. *Komunikasi Data dan Jaringan Komputer*. Medan: UMSU Press, 2025, pp. 202.
- [2] Indah Purnama Sari. *Algoritma dan Pemrograman*. Medan: UMSU Press, 2023, pp. 290.
- [3] Indah Purnama Sari. *Buku Ajar Pemrograman Internet Dasar*. Medan: UMSU Press, 2022, pp. 300.
- [4] Indah Purnama Sari. *Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak*. Medan: UMSU Press, 2021, pp. 228.
- [5] Janner Simarmata Arsan Kumala Jaya, Syarifah Fitrah Ramadhani, Niel Ananto, Abdul Karim, Betrisandi, Muhammad Ilham Alhari, Cucut Susanto, Suardinata, Indah Purnama Sari, Edson Yahuda Putra. *Komputer dan Masyarakat*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.162.
- [6] Mahdianta Pandia, Indah Purnama Sari, Alexander Wirapraja Fergie Joanda Kaunang, Syarifah Fitrah Ramadhani Stenly Richard Pungus, Sudirman, Suardinata Jimmy Herawan Moedjahedy, Elly Warni, Debby Erce Sondakh. *Pengantar Bahasa Pemrograman Python*. Medan : Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.180
- [7] Zelvi Gustiana Arif Dwinanto, Indah Purnama Sari, Janner Simarmata Mahdianta Pandia, Supriadi Syam, Semmy Wellem Taju Fitrah Eka Susilawati, Asmah Akhriana, Rolly Junius Lontaan Fergie Joanda Kaunang. *Perkembangan Teknologi Informatika*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2024, pp.158

Jurnal

- [8] Afrianto, I., Heryandi, A., Finadhita, A., & Atin, S. (2021). Work From Home Program. *International Journal of Information System & Technology Akreditasi*, 5(3), 270–280. <https://tt-el.my.id/>.
- [9] Ahmad, & Muslimah. (2021). Memahami Teknik Pengolahan dan Analisis Data Kualitatif. *Proceedings*, 1(1), 173–186.
- [10] Bisono, A.T., & Zulherry, A. (2025). Analisis Sentimen Game Genshin Impact untuk Mengetahui Reaksi dan Harapan Pemain Menggunakan Metode Naïve Bayes. *sudo Jurnal Teknik Informatika* 4 (2), 183-193
- [11] Aulia, S. (2021). Klasterisasi Pola Penjualan Pestisida Menggunakan Metode K-Means Clustering (Studi Kasus Di Toko Juanda Tani Kecamatan Hutabayu Raja). *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.46576/djtechno.v1i1.964>
- [12] Azis, H., Tangguh Admojo, F., & Susanti, E. (2020). Analisis Perbandingan Performa Metode Klasifikasi pada Dataset Multiclass Citra Busur Panah Performance Comparison Analysis of Classification Methods on the Multiclass Dataset of Bows. In *Agustus* (Vol. 19, Issue 3).
- [13] Chan, V. H. Y., Chiu, D. K. W., & Ho, K. K. W. (2022). Mediating effects on the relationship between perceived service quality and public library app loyalty during the COVID-19 era. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2022.102960>
- [14] Chen, H., Hu, S., Hua, R., & Zhao, X. (2021). Improved naive Bayes classification algorithm for traffic risk management. *Eurasip Journal on Advances in Signal Processing*, 2021(1). <https://doi.org/10.1186/s13634-021-00742-6>
- [15] Basri, M., & Zulherry, A. (2025). Analysis of the Impact of Gambling and Online Loans in the Perspective of Informatics, Islam, and Kemuhammadiyah. *AR-RASYID: Jurnal Pendidikan Agama Islam* 5 (1)
- [16] Criollo-C, S., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcázar, Á., & Luján-Mora, S. (2021). Mobile learning technologies for education: Benefits and pending issues. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/app11094111>
- [17] Dari, W., & Elen Tania Hanayah. (2023). Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna Aplikasi Ojek Online Dengan Metode Naive Bayes. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(1), 221–232. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i1.1693>
- [18] Ichsan, A., Zulherry, A., Lubis, T.A., & Shahnaz, B.A.Z. (2025). Utilization of Mobile Applications to Speed Up The Search for Android-Based Index Places. *IJATCoS: Indonesian Journal of Applied Technology, Computer and Science* 2 (1)
- [19] Erlich, Z., & Zviran, M. (2003). Measuring IS User Satisfaction: Review and Implications. *Communications of the Association for Information Systems*, 12(1), 81–103.
- [20] Fakhruddin, A. M., Putri, L. O., Rizqi, P., Sudirman, A. T., Annisa, R. N., Khaldi, R., As, B., Studi, P., Guru, P., & Dasar, S. (2022). Efektivitas LMS (Learning Management System) untuk Mengelola Pembelajaran Jarak Jauh pada Satuan Pendidikan.
- [21] Febriani, S. (2022). Analisis Data Hasil Diagnosa Untuk Klasifikasi Gangguan Kepribadian Menggunakan Algoritma C4.5 Siska Febriani Sistem Informasi *) Rohmansyah@gmail.com. 2(9), 1–9.

- [22]Zulherry, A. (2023) Decision making for network security with simple additive weighting method. *Journal of Intelligent Decision Support System (IDSS)* 6 (3), 155-159
- [23]Firdaus, D. (2017). Penggunaan Data mining dalam kegiatan pembelajaran. *Jurnal Format* Volume 6 Nomor 2 Tahun 2017, 6(2), 91–97.
- [24]Hendrian, S. (2018). Algoritma Klasifikasi Data Mining Untuk Memprediksi Siswa Dalam Memperoleh Bantuan Dana Pendidikan. *Faktor Exacta*, 11(3), 266–274. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v11i3.2777>
- [25]Kamil, M., & Cholil, W. (2020). Analisis Perbandingan Algoritma C4.5 dan Naive Bayes pada Lulusan Tepat Waktu Mahasiswa di Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang. *Jurnal Informatika*, 7(2), 97–106. <https://doi.org/10.31294/ji.v7i2.7723>
- [26]Zulherry, A., Siregar, F.A., Gultom, Z.A., & Raihan, E.A. (2023). Optimalisasi Website untuk Monitoring Jaringan OPD di Dinas Kominfo Kota Medan dengan Metode Triangulasi. *Bulletin of Computer Science Research* 3 (5), 357-363
- [27]Kinanti, N., Putri1, A., & Dwi, A. (2021). Penerapan PIECES Framework sebagai Evaluasi Tingkat Kepuasan Mahasiswa terhadap Penggunaan Sistem Informasi Akademik Terpadu (SIKADU) pada Universitas Negeri Surabaya. *JEISBI*, 02. <https://siakadu.unesa.ac.id>
- [28]Larasati, I., Yusril, A. N., & Zukri, P. Al. (2021). Systematic Literature Review Analisis Metode Agile Dalam Pengembangan Aplikasi Mobile. *Sistemasi*, 10(2), 369. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i2.1237>
- [29]Lattu, A., Sihabuddin, & Jatmika, W. (2022). 115-Article Text-391-1-10-20220210. *JURNAL RISET SISTEM INFORMASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI (JURSISTEKNI)*, Vol 4 No 1, 39 – 50.
- [30]Zulherry, A., Gunawan, T.S., & Wanayumini, W. (2021). Analisis Hasil Pendukung Keputusan Mendapatkan Rumah Dinas Perusahaan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 2021
- [31]Li, Q., Li, Z., & Han, J. (2021). A hybrid learning pedagogy for surmounting the challenges of the COVID-19 pandemic in the performing arts education. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7635–7655. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10612-1>
- [32]Lukman Santoso, & Juni Amanullah. (2022). Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Website Menggunakan Metode Rapid Application Development (Rad). *Elkom : Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 15(2), 250–259. <https://doi.org/10.51903/elkom.v15i2.943>
- [33]Normah, Rifai, B., Vambudi, S., & Maulana, R. (2022). Analisa Sentimen Perkembangan Vtuber Dengan Metode Support Vector Machine Berbasis SMOTE. *Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI*, 8(2), 174–180. <https://doi.org/10.31294/jtk.v4i2>
- [34]Nurohman, & Nurhayati. (2021). NUROHMAN & NURHAYATI ACADEMIC INFORMATION SYSTEM USER SATISFACTION MODEL USING TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM) WITH END USER COMPUTING SATISFACTION (EUCS) MODIFICATION.
- [35]Oman Sumantri, S. R. G. W. S. (2015). 102820. 67, 1–7.
- [36]Panggabean, D. S. O., Buulolo, E., & Silalahi, N. (2020). Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Pemesanan Bibit Pohon Dengan Regresi Linear Berganda. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(1), 56. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i1.1947>
- [37]Parras-Burgos, D., Fernández-Pacheco, D. G., Barbosa, T. P., Soler-Méndez, M., & Molina-Martínez, J. M. (2020). An augmented reality tool for teaching application in the agronomy domain. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/app10103632>
- [38]Perez, J. G., & Perez, E. S. (2021). Predicting Student Program Completion Using Naïve Bayes Classification Algorithm. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 13(3), 57–67. <https://doi.org/10.5815/IJMECS.2021.03.05>
- [39]Pidie, B. K. (2023). *Jurnal administrasi dan sosial sains*. 2(September), 44–51.
- [40]Prasetyo Utomo, A., & Mariana, N. (2023). Evaluasi Keberhasilan Sistem Informasi Universitas. 10(1), 565–579. <http://jurnal.mdp.ac.id>
- [41]Sari, I.P., Hariani, P.P., Al-Khowarizmi, A., Ramadhani, F., Sulaiman, O.K., Satria, A., & Manurung, A.A. (2024). CLUSTERING HIV/AIDS DISEASE USING K-MEANS CLUSTERING ALGORITHM. *Proceeding International Seminar on Islamic Studies* 5 (1), 1668-1676
- [42]Sari, I.P., Ramadhani, F., Satria, A., & Sulaiman, O.K. Leukocoria Identification: A 5-Fold Cross Validation CNN and Adaboost Hybrid Approach. 2023 6th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI), 486-491

- [43] Manurung, A.A., Nasution, M.D., & Sari, I.P. (2023). Implementation of Fuzzy K-Nearest Neighbor Method in Dengue Disease Classification. 2023 11th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), 1-4
- [44] Putro, H. F., Vlandari, R. T., & Saptomo, W. L. Y. (2020). Penerapan Metode Naive Bayes Untuk Klasifikasi Pelanggan. Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKOMSiN), 8(2). <https://doi.org/10.30646/tikomsin.v8i2.500>
- [45] Putry, N. M. (2022). Komparasi Algoritma Knn Dan Naïve Bayes Untuk Klasifikasi Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus. EVOLUSI : Jurnal Sains Dan Manajemen, 10(1). <https://doi.org/10.31294/evolusi.v10i1.12514>
- [46] Rahmi, A. N., & Mikola, Y. A. (2021). Implementasi Algoritma Apriori Untuk Menentukan Pola Pembelian Pada Customer (Studi Kasus: Toko Bakoel Sembako). Information System Journal, 4(1), 14–19. <https://jurnal.amikom.ac.id/index.php/infos/article/view/561>
- [47] Rais, Z., Hakiki, F. T. T., & Aprianti, R. (2022). Sentiment Analysis of Peduli Lindungi Application Using the Naive Bayes Method. SAINSMAT: Journal of Applied Sciences, Mathematics, and Its Education, 11(1), 23–29. <https://doi.org/10.35877/sainsmat794>
- [48] Ramadhani, A. A., Saputra, R. A., & Ningrum, I. P. (2024). Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna Google Classroom dalam Pembelajaran Online Menggunakan Algoritma Naïve Bayes. JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer), 8(2), 310. <https://doi.org/10.26798/jiko.v8i2.1221>
- [49] Randi Rian Putra1, C. W. (2018). Implementasi Data Mining Pemilihan Pelanggan Potensial Menggunakan Algoritma K Means. 1(1).
- [50] Sari, I.P., Ramadhani, F., Satria, A., & Apdilah, D. (2023). Implementasi Pengolahan Citra Digital dalam Pengenalan Wajah menggunakan Algoritma PCA dan Viola Jones. Hello World Jurnal Ilmu Komputer 2 (3), 146-157
- [51] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A., Sulaiman, O.K., & Apdilah, D. (2023). Implementation of Data Classification Using K-Means Algorithm in Clustering Stunting Cases. Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering 4 (2), 402-412
- [52] Sulaiman, O.K & Batubara, I.H. (2021). Implementation Data Mining For Level Analysis Traffic Violation By Algorithm Association Rule. Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal 2 (2), 128-135
- [53] Razak, N., & Nasution, J. (2022). Analisis Efektivitas Penatausahaan Barang Milik Negara Melalui Aplikasi SIMAK-BMN. ALEXANDRIA (Journal of Economics, Business, & Entrepreneurship), 3(2), 39–41. <https://doi.org/10.29303/alexandria.v3i2.177>
- [54] Rinanda, P. D., Delvika, B., Nurhidayarnis, S., Abror, N., & Hidayat, A. (2022). Perbandingan Klasifikasi Antara Naive Bayes dan K-Nearest Neighbor Terhadap Resiko Diabetes pada Ibu Hamil. MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science, 2(2), 68–75. <https://doi.org/10.57152/malcom.v2i2.432>
- [55] Rizky Fadilla, A., & Ayu Wulandari, P. (2023). Literature Review Analisis Data Kualitatif: Tahap Pengumpulan Data. Mitita Jurnal Penelitian, 1(No 3), 34–46.
- [56] S Willermark, N Pantic, H. P. (2021). Subjectively Experienced Time and User Satisfaction: An Experimental Study of Progress Indicator Design in Mobile Application. <https://hdl.handle.net/10125/71160>
- [57] Sajiatmojo, A., Negeri, S., & Selor, T. (2021). PENGGUNAAN E-LEARNING PADA PROSES PEMBELAJARAN DARING. 1(3), 229.
- [58] Sari, I.P., Batubara, I.H., & Al-Khowarizmi, A. (2021). Sensitivity Of Obtaining Errors In The Combination Of Fuzzy And Neural Networks For Conducting Student Assessment On E-Learning. International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects) 2 (1), 331-338
- [59] Sari, I.P., Al-Khowarizmi, A., & Batubara, I.H. (2021). Cluster Analysis Using K-Means Algorithm and Fuzzy C-Means Clustering For Grouping Students' Abilities In Online Learning Process. Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering 2 (1), 139-144
- [60] Apdilah, D., & Sari, I.P. (2021). Optimization Of The Fuzzy C-Means Cluster Center For Credit Data Grouping Using Genetic Algorithms. Al'adzkiya International of Computer Science and Information Technology (AIOCSIT) Journal 2 (2), 156-163
- [61] Setiawan, H., & Novita, D. (2021). Analisis Kepuasan Pengguna Aplikasi KAI Access Sebagai Media Pemesanan Tiket Kereta Api Menggunakan Metode EUCS. Jurnal Teknologi Sistem Informasi, 2(2), 162–175. <https://doi.org/10.35957/jtsi.v2i2.1375>
- [62] Sholeh, M., Nurnawati, E. K., & Lestari, U. (2023). Penerapan Data Mining dengan Metode Regresi Linear untuk Memprediksi Data Nilai Hasil Ujian Menggunakan RapidMiner. JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga), 8(1), 10–21. <https://doi.org/10.14421/jiska.2023.8.1.10-21>

- [63] Sinaga, S., Sembiring, R. W., & Sumarno, S. (2022). Penerapan Algoritma Naive Bayes untuk Klasifikasi Prediksi Penerimaan Siswa Baru. *Journal of Machine ...*, 1(1), 55–64. <https://journal.fkpt.org/index.php/malda/article/view/162%0Ahttps://journal.fkpt.org/index.php/malda/article/download/162/115>
- [64] Sobral, S. R. (2020). Mobile learning in higher education: A bibliometric review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(11), 153–170. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i11.13973>
- [65] Sudipa, I. G. I., Asana, I. M. D. P., Atmaja, K. J., Santika, P. P., & Setiawan, D. (2023). Analisis Data Kepuasan Pengguna Layanan E-Wallet Gopay Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier Algorithm. *Kesatria : Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer Dan Manajemen)*, 4(3), 726–735. <https://tunasbangsa.ac.id/pkm/index.php/kesatria/article/view/219%0Ahttps://tunasbangsa.ac.id/pkm/index.php/kesatria/article/download/219/218>
- [66] Suwandi, S. (2022). Analisis Data Research dan Development Pendidikan Islam. *Journal of Islamic Education El Madani*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.55438/jiee.v1i1.11>
- [67] Wahyu, A., & Rushenda. (2022). Klasterisasi Dampak Bencana Gempa Bumi. *JEPIN (Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika)*, 8(1), 175–179. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i1>
- [68] Widyadara, M. A. D., & Irawan, R. H. (2019). Implementasi Metode Naïve Bayes dalam Penentuan Tingkat Kesejahteraan Keluarga. *RESEARCH: Computer, Information System & Technology Management*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.25273/research.v2i1.4259>
- [69] Wijayanto, C., & Susetyo, Y. A. (2022). IMPLEMENTASI FLASK FRAMEWORK PADA PEMBANGUNAN APLIKASI SISTEM INFORMASI HELPDESK (SIH).
- [70] Wu, W. T., Li, Y. J., Feng, A. Z., Li, L., Huang, T., Xu, A. D., & Lyu, J. (2021). Data mining in clinical big data: the frequently used databases, steps, and methodological models. *Military Medical Research*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40779-021-00338-z>
- [71] Zai, C. (2022). Implementasi Data Mining Sebagai Pengolahan Data. *Jurnal Portal Data*, 2(3), 1–12. <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/107>