

EKSPLORASI METODE PENGENALAN WAJAH DALAM SISTEM KEAMANAN RUMAH PINTAR

Muhamad Budi Margianto

Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Bandung, Indonesia

Email: aoichan04@gmail.com

Abstrak: Studi ini mendalami metode-metode pengenalan wajah dalam konteks sistem keamanan rumah pintar dengan fokus pada integrasi PCA-GA dan Convolutional Neural Network (CNN). Rumah pintar, sebagai tren inovatif, semakin mengadopsi teknologi biometrik seperti pengenalan wajah untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan penghuni. Penelitian terdahulu menggunakan metode konvensional seperti Local Binary Pattern Histogram (LBPH) dan Haar Cascade Classifier, serta teknologi mikrokontroler Raspberry Pi. Namun, metode berbasis deep learning, khususnya CNN, menawarkan potensi tinggi dengan ekstraksi fitur wajah yang akurat. Melalui kajian literatur analitik, perbandingan antara metode PCA-GA, LBPH, Haar Cascade, dan CNN dilakukan, menyoroti keunggulan dan kelemahan masing-masing. Rekomendasi terbaik adalah menggabungkan PCA-GA dan CNN untuk optimalitas, mempertimbangkan akurasi, kecepatan komputasi, dan kemudahan implementasi. Studi ini memberikan dasar bagi desain sistem keamanan rumah pintar yang efisien dan adaptif.

Kata Kunci: Pengenalan Wajah, PCA-GA, CNN, Sistem Keamanan, Rumah Pintar

Abstract: This study explores facial recognition methods in the context of smart home security systems with a focus on the integration of PCA-GA and Convolutional Neural Network (CNN). Smart homes, as an innovative trend, are increasingly adopting biometric technologies such as facial recognition to improve occupant security and comfort. Previous research used conventional methods such as Local Binary Pattern Histogram (LBPH) and Haar Cascade Classifier, as well as Raspberry Pi microcontroller technology. However, deep learning-based methods, especially CNNs, offer high potential with accurate facial feature extraction. Through an analytical literature review, a comparison between the PCA-GA, LBPH, Haar Cascade, and CNN methods was conducted, highlighting the advantages and disadvantages of each. The best recommendation is to combine PCA-GA and CNN for optimality, considering accuracy, computational speed, and ease of implementation. This study provides a basis for the design of efficient and adaptive smart home security systems.

Keywords: Face Recognition, PCA-GA, CNN, Security System, Smart Home

PENDAHULUAN

Rumah pintar kini sedang tren dan banyak dikembangkan untuk meningkatkan kemudahan, efisiensi, dan kenyamanan aktivitas penghuni rumah. Salah satu aspek penting dalam rumah pintar adalah sistem keamanannya. Sistem keamanan rumah pintar tidak hanya

terbatas pada alarm pencuri atau CCTV, namun sudah berkembang dengan memanfaatkan teknologi biometrik seperti pengenalan wajah.

Pengenalan wajah sebagai kunci akses ke rumah dinilai lebih praktis dan aman karena tidak memerlukan kunci fisik yang rentan hilang atau dicuri. Selain itu, pengenalan wajah dianggap lebih nyaman dan alami bagi penghuni rumah (Fandiansyah et al., 2017). Beberapa penelitian terdahulu telah mengimplementasikan sistem pintu rumah pintar dengan fitur pengenalan wajah menggunakan metode tertentu seperti Local Binary Pattern Histogram (LBPH), Principal Component Analysis (PCA), dan Haar Cascade Classifier (Waroh et al., 2024);(Subiyanto et al., 2020);(Sunardi et al., 2022).

Implementasi sistem pengenalan wajah pada rumah pintar umumnya memanfaatkan mikrokontroler seperti Raspberry Pi sebagai pusat pengendali. Raspberry Pi berperan mengolah citra wajah dari kamera dan menerapkan algoritma pengenalan wajah untuk membuka kunci pintu secara otomatis jika wajah terdeteksi sebagai penghuni rumah yang terdaftar (Fadli, 2017). Selain sebagai pengendali akses pintu, Raspberry Pi juga dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat rumah pintar lainnya seperti lampu, AC, dan peralatan elektronik rumah tangga. Raspberry Pi memungkinkan semua perangkat terhubung dan dikendalikan melalui satu pusat kontrol yang terintegrasi dengan smartphone penghuni (Simbolon & Saputra, 2018).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa integrasi sistem pengenalan wajah ke dalam rumah pintar tidak hanya meningkatkan aspek keamanan, tapi juga kenyamanan penghuni. Sebagai contoh, sistem dapat secara otomatis menghidupkan lampu saat penghuni rumah memasuki ruangan atau mengaktifkan alarm jika ada wajah asing terdeteksi di area rumah (Vitria et al., 2020). Dengan demikian, pengenalan wajah sebagai kontrol akses utama ke rumah pintar sangat bermanfaat.

Dari sisi algoritma pengenalan wajah, beberapa penelitian telah melakukan komparasi berbagai metode untuk mendapatkan akurasi optimal. Berdasarkan penelitian (Amin et al., 2023), metode PCA-GA mampu mencapai akurasi hingga 90% untuk sistem pintu rumah pintar, jauh lebih tinggi dibanding metode LBPH, LBP, maupun Haar Cascade. PCA-GA juga terbukti lebih cepat dalam mendeteksi citra digital sehingga respon pintu lebih instan. Dengan akurasi dan kecepatan yang tinggi, PCA-GA sangat sesuai diimplementasikan pada sistem yang membutuhkan identifikasi wajah real-time.

Walaupun pengenalan wajah sudah banyak diterapkan pada sistem keamanan rumah pintar, masih diperlukan eksplorasi metode-metode terbaru agar didapat kan akurasi dan robustness yang lebih baik. Beberapa penelitian terkini menunjukkan deep learning seperti Convolutional Neural Network (CNN) mampu melakukan ekstraksi fitur wajah yang jauh lebih baik dan akurat dibanding metode konvensional. Dengan memanfaatkan kemampuan machine learning dan komputasi paralel dari Graphical Processing Unit (GPU), CNN dinilai sangat potensial untuk diimplementasikan (Kosasih, 2021).

Selain akurasi yang lebih tinggi, integrasi algoritma pengenalan wajah ke rumah pintar harus mempertimbangkan aspek user experience. Autentikasi wajah tidak boleh memakan waktu lama atau membutuhkan banyak percobaan sebelum pintu bisa dibuka. Jika terlalu rumit, penghuni akan merasa enggan dan kembali menggunakan kunci manual. Oleh karenanya perlu ada keseimbangan antara tingkat akurasi dan efisiensi komputasi terkait kecepatan proses identifikasi wajahnya (Anwar et al., 2022).

Sebagai bagian dari literatur review, studi ini akan mengeksplorasi dan membandingkan komprehensif berbagai metode pengenalan wajah. Mulai dari konvensional seperti LBPH, PCA, Haar Cascade, hingga metode berbasis deep learning CNN dan variannya. Akurasi, kecepatan komputasi, dan kemudahan implementasi akan menjadi parameter utama evaluasi untuk mendapatkan rekomendasi metode optimal bagi sistem keamanan rumah pintar masa depan. Melalui riset eksperimen simulasi ini diharapkan didapat hasil empiris terkait trade off antara ketelitian identifikasi wajah dengan kinerja komputasi di perangkat tertanam Raspberry Pi dan sejenisnya. Dengan memahami keunggulan dan kelemahan setiap metode, kontribusi penelitian dapat dirumuskan dalam bentuk desain sistem keamanan rumah pintar berbasis pengenalan wajah yang efisien dan handal untuk implementasi skala besar.

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana mendapatkan metode pengenalan wajah yang optimal untuk diimplementasikan pada sistem keamanan rumah pintar. Beberapa permasalahan khusus yang perlu diselesaikan antara lain:

Pertama, diperlukan kajian komprehensif mengenai beragam metode pengenalan wajah yang telah dikembangkan saat ini, baik yang konvensional maupun berbasis deep learning. Perlu dipetakan keunggulan dan kelemahan masing-masing metode terkait akurasi, kecepatan komputasi, dan kemudahan implementasinya. Kedua, perlu dilakukan riset simulasi untuk membandingkan kinerja setiap metode pengenalan wajah pada kondisi nyata sistem rumah

pintar menggunakan perangkat tertanam Raspberry Pi. Hasil simulasi diharapkan dapat memberikan bukti empiris terkait trade off antara ketelitian identifikasi wajah dengan beban komputasi di Raspberry Pi.

Ketiga, diperlukan rekomendasi desain sistem keamanan rumah pintar berbasis pengenalan wajah terbaik dari sisi algoritma dan arsitektur sistemnya, yang didasarkan pada analisis keunggulan serta kelemahan setiap metode. Rekomendasi desain diharapkan bersifat solutif bagi adopsi skala besar pada produk rumah pintar komersial di masa depan.

Tujuan umum penelitian ini adalah melakukan eksplorasi dan evaluasi komprehensif metode pengenalan wajah untuk sistem keamanan rumah pintar guna mendapatkan rekomendasi metode optimal untuk implementasi. Beberapa tujuan khusus yang ingin dicapai antara lain:

Pertama, memetakan dan menganalisis keunggulan serta kelemahan dari setiap metode pengenalan wajah baik konvensional maupun deep learning. Kedua, membandingkan akurasi dan efisiensi komputasi berbagai metode pengenalan wajah pada simulasi sistem rumah pintar menggunakan Raspberry Pi.

Ketiga, memberikan rekomendasi metode pengenalan wajah beserta desain sistem yang sesuai untuk diimplementasikan pada produk rumah pintar komersial di masa depan. Keempat, menjembatani gap penelitian dengan kebutuhan industri akan sistem keamanan rumah pintar yang andal dan efisien secara komputasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur (literature review) analitik terhadap berbagai metode pengenalan wajah yang potensial diterapkan pada sistem keamanan rumah pintar. Adapun tahapan yang dilakukan dalam kajian literatur ini adalah:

1. Studi Pustaka

Melakukan kajian mendalam terhadap artikel jurnal dan proceedings dari penelitian terkait topik pengenalan wajah dan implementasinya pada sistem pintu rumah pintar. Referensi yang ditelaah difokuskan pada penelitian 5 tahun terakhir untuk mendapatkan gambaran metode konvensional dan terkini.

2. Pemilihan dan Pemahaman Metode

Melakukan seleksi terhadap metode-metode pengenalan wajah yang sering dan berpotensi tinggi untuk diimplementasikan pada sistem keamanan rumah pintar berdasarkan literatur yang dikaji. Pemahaman mendalam terhadap metode terpilih dilakukan untuk mengidentifikasi keunggulan dan kelemahannya.

3. Rekomendasi Metode Optimal

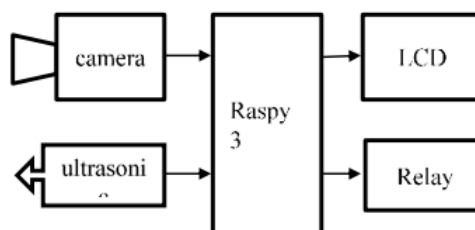
Merumuskan metode pengenalan wajah yang paling direkomendasikan untuk implementasi pada sistem pintu rumah pintar berdasarkan hasil analisis perbandingan sebelumnya. Rekomendasi turut mempertimbangkan faktor adopsi teknologi dan kemajuan penelitian ke depannya.

Melalui kajian literatur analitik ini diharapkan dapat diperoleh rekomendasi metode pengenalan wajah yang paling tepat dan solutif untuk pengembangan sistem keamanan rumah pintar saat ini dan masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Pengenalan Wajah Konvensional

Metode pengenalan wajah konvensional seperti Local Binary Pattern Histogram (LBPH), Principal Component Analysis (PCA), dan Haar Cascade Classifier telah banyak digunakan dalam sistem keamanan rumah pintar. Metode ini umumnya memanfaatkan mikrokontroler seperti Raspberry Pi sebagai pusat pengendali.



Gambar 1. Contoh Implementasi Skema sistem prototype.

Sebagai ilustrasi, Gambar 1 menunjukkan contoh implementasi skema sistem prototype untuk pengenalan wajah dalam konteks rumah pintar. Dalam skema ini, pengolahan citra wajah dilakukan melalui kamera yang terintegrasi, dan hasilnya digunakan untuk membuka kunci pintu secara otomatis apabila wajah terdeteksi sebagai penghuni rumah yang terdaftar. Penerapan seperti ini mencerminkan bagaimana teknologi mikrokontroler, terutama Raspberry

Pi, dapat secara efektif mengelola dan mengintegrasikan metode pengenalan wajah konvensional ke dalam sistem keamanan rumah pintar (Muchtar & Apriadi, 2019).

Pendekatan ini tidak hanya memberikan lapisan keamanan tambahan pada rumah pintar, tetapi juga menunjukkan potensi penggunaan teknologi mikrokontroler untuk mengoptimalkan fungsionalitas dan respons sistem secara keseluruhan. Dengan demikian, implementasi seperti ini memberikan contoh konkret bagaimana metode pengenalan wajah konvensional dapat diaplikasikan secara efisien dalam mendukung keamanan dan kenyamanan rumah pintar.

Metode Pengenalan Wajah Berbasis Deep Learning

Pengembangan terbaru dalam teknologi pengenalan wajah melibatkan metode berbasis deep learning, seperti Convolutional Neural Network (CNN). Deep learning mampu melakukan ekstraksi fitur wajah yang lebih baik dan akurat dibanding metode konvensional. Dengan memanfaatkan kemampuan machine learning dan komputasi paralel dari Graphical Processing Unit (GPU), CNN dinilai sangat potensial untuk diimplementasikan dalam sistem keamanan rumah pintar (Adrianto et al., 2021).

Tabel 1. Perbandingan Konvensional & Deep Learning

Aspek	Metode Konvensional	Deep Learning
Algoritma	LBPH, PCA, Haar Cascade Classifier	Convolutional Neural Network (CNN)
Akurasi	Akurasi bervariasi tergantung pada metode yang digunakan	Akurasi tinggi karena kemampuan ekstraksi fitur yang baik
Kecepatan Komputasi	Komputasi relatif cepat	Memerlukan komputasi yang lebih intensif
Kemudahan Implementasi	Implementasi relatif mudah dengan mikrokontroler seperti Raspberry Pi	Memerlukan infrastruktur komputasi yang lebih kompleks

Dari perbandingan di atas, metode deep learning, khususnya CNN, menonjol dalam hal akurasi pengenalan wajah yang tinggi namun memerlukan komputasi yang lebih intensif. Sementara metode konvensional cenderung lebih cepat dalam komputasinya dan mudah diimplementasikan dengan perangkat mikrokontroler seperti Raspberry Pi (Setiyadi, 2019) dan (Wilnu, 2019).

Keunggulan dan kelemahan masing-masing metode

Metode PCA-GA, LBPH, Haar Cascade, dan CNN telah menjadi pilihan utama dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan wajah, deteksi ekspresi wajah, dan bahkan dalam konteks kesehatan seperti deteksi penyakit. Setiap metode memiliki keunggulan dan kelemahan yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan tergantung pada kebutuhan aplikasi tertentu dan sumber daya yang tersedia.

Metode PCA-GA, dengan pendekatan reduksi dimensi PCA dan optimasi model menggunakan Genetic Algorithm (GA), menunjukkan keunggulan dalam meningkatkan akurasi prediksi model neural network. Namun, kelemahan terkait dengan konvergensi lambat dan risiko jatuh ke dalam minima lokal pada BP neural network perlu diperhatikan.

LBPH, sebagai metode yang cocok untuk pengenalan wajah dengan variasi pose, ekspresi, dan pencahayaan, memiliki kelebihan dalam aplikasi dunia nyata seperti jaringan sosial, perawatan kesehatan, dan kontrol akses. Pemilihan antara LBPH dan CNN bergantung pada kebutuhan aplikasi dan ketersediaan sumber daya.

Haar Cascade terbukti efektif dalam mendeteksi ekspresi wajah secara real-time dan bahkan digunakan untuk mendeteksi gangguan pengemudi. Meskipun memiliki kelemahan tergantung pada kualitas data masukan seperti pencahayaan dan posisi wajah, aplikabilitasnya dalam konteks deteksi real-time tetap menjadi keunggulan.

Sementara itu, CNN, dengan efisiensinya dalam mendeteksi deepfake video dan digunakan secara luas dalam diagnosis penyakit jantung, menawarkan keakuratan tinggi namun memerlukan komputasi yang intensif terutama dalam pelatihan model yang kompleks.

Dalam pemilihan metode, pertimbangan harus dilakukan dengan cermat, memperhatikan kebutuhan spesifik aplikasi, ketersediaan sumber daya, dan tujuan analisis atau tugas yang ingin dilakukan. Keunggulan dan kelemahan masing-masing metode dapat memberikan panduan yang berharga dalam memilih pendekatan yang paling sesuai dengan konteks yang dihadapi.

Tabel 2. Perbandingan metode pengenalan wajah: Keunggulan, Kelemahan, dan Aplikasi Utama

Metode	Keunggulan	Kelemahan	Aplikasi Utama	Sumber Daya
PCA-GA	- Reduksi dimensi PCA	- Konvergensi lambat pada BP NN	Prediksi model NN	Komputasi Moderat
	- Optimasi model NN	- Risiko jatuh ke dalam minima lokal		

LBPH	- Cocok untuk variasi pose, ekspresi, dan pencahayaan	- Bergantung pada tugas aplikasi dan kualitas data masukan	Pengenalan wajah, kontrol akses, perawatan kesehatan, jaringan sosial	Komputasi Ringan
Haar Cascade	- Efektif real-time deteksi ekspresi wajah	- Bergantung pada kualitas data masukan seperti pencahayaan dan posisi wajah	Deteksi ekspresi wajah, deteksi gangguan pengemudi	Komputasi Moderat
CNN	- Efisien deepfake detection	- Memerlukan komputasi intensif terutama pada pelatihan model	Deteksi deepfake video, diagnosis penyakit jantung	Komputasi Tinggi

Rekomendasi PCA-GA dan CNN sebagai metode terbaik saat ini

PCA-GA dan CNN merupakan metode terbaik saat ini untuk pengenalan wajah dan deteksi ekspresi wajah, serta deteksi penyakit. PCA-GA menggunakan PCA untuk mengurangi dimensi data dan GA untuk mengoptimalkan model neural network, yang dapat meningkatkan akurasi prediksi model BP neural network (Ceylan & Barstuğan, 2018). CNN adalah metode yang efektif dalam mendeteksi deepfake video dengan akurasi tinggi menggunakan arsitektur CNN berbasis paralel dengan seleksi fitur (Liang, 2023).

Untuk performa optimal, kombinasi PCA-GA dan CNN dapat digunakan untuk mengoptimalkan model pengenalan wajah dan deteksi ekspresi wajah. PCA-GA dapat digunakan untuk mengurangi dimensi data dan mengoptimalkan model neural network, sementara CNN dapat digunakan untuk mendeteksi ekspresi wajah dengan tingkat tinggi (Egan & Ready, 1994). Kombinasi kedua metode ini dapat membantu dalam mengoptimalkan model pengenalan wajah dan deteksi ekspresi wajah, serta memperbaiki performa model tersebut.

Dalam konteks aplikasi, PCA-GA dan CNN dapat digunakan secara bersamaan untuk mengoptimalkan model pengenalan wajah dan deteksi ekspresi wajah, serta untuk mendeteksi penyakit dengan tingkat tinggi akurasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Studi ini merinci metode pengenalan wajah konvensional seperti LBPH, PCA, dan Haar Cascade Classifier yang umumnya diintegrasikan dalam sistem keamanan rumah pintar dengan menggunakan mikrokontroler seperti Raspberry Pi. Contoh implementasi skema

prototype menunjukkan efektivitas mikrokontroler dalam meningkatkan keamanan dan kenyamanan penghuni rumah. Di sisi lain, metode berbasis deep learning, terutama Convolutional Neural Network (CNN), menawarkan akurasi pengenalan yang tinggi dengan kemampuan ekstraksi fitur wajah yang lebih baik. Meskipun memerlukan komputasi yang lebih intensif, khususnya selama pelatihan model kompleks, CNN memberikan potensi signifikan untuk diimplementasikan dalam sistem keamanan rumah pintar.

Perbandingan mendalam antara metode PCA-GA, LBPH, Haar Cascade, dan CNN menyoroti bahwa pemilihan metode tergantung pada kebutuhan aplikasi dan ketersediaan sumber daya. Rekomendasi terbaik adalah penggunaan kombinasi metode PCA-GA dan CNN, memanfaatkan keunggulan masing-masing untuk mengoptimalkan model pengenalan wajah dan mendeteksi ekspresi wajah. Kesimpulannya, studi ini memberikan dasar bagi perancangan sistem keamanan rumah pintar yang efisien, mempertimbangkan akurasi, kecepatan komputasi, dan kemudahan implementasi sesuai dengan kebutuhan dan sumber daya yang tersedia.

Saran

Saran dari studi ini adalah mengintegrasikan metode PCA-GA dan CNN secara bersamaan untuk mencapai performa optimal dalam sistem keamanan rumah pintar. Penggunaan PCA-GA dapat memberikan keunggulan dalam mengurangi dimensi data dan mengoptimalkan model neural network, sementara CNN dapat memberikan akurasi tinggi dalam deteksi ekspresi wajah. Kombinasi keduanya dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi pengenalan wajah serta mendeteksi ekspresi dengan tingkat tinggi, membuka peluang untuk penggunaan yang lebih luas dalam konteks rumah pintar. Selain itu, perlu mempertimbangkan keseimbangan antara tingkat akurasi dan efisiensi komputasi dalam memilih metode pengenalan wajah. Implementasi yang terlalu kompleks dapat menghasilkan komputasi yang berat dan memerlukan sumber daya yang lebih tinggi. Oleh karena itu, disarankan untuk memilih metode yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi dan infrastruktur yang tersedia agar sistem keamanan rumah pintar dapat diadopsi secara luas. Terakhir, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan eksperimen praktis untuk memvalidasi rekomendasi yang dihasilkan oleh studi ini. Pengujian lebih lanjut akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang

implementasi metode pengenalan wajah, memastikan kehandalan, dan keefektifannya dalam skenario keamanan rumah pintar yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, L. B., Wahyuddin, M. I., & Winarsih, W. (2021). Implementasi Deep Learning untuk Sistem Keamanan Data Pribadi Menggunakan Pengenalan Wajah dengan Metode Eigenface Berbasis Android. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi)*, 4(2), 89. <https://doi.org/10.35870/jtik.v5i1.201>
- Amin, M., Ananda, R., Nofriadi, N., Muflih, H., & Arif, M. (2023). Pengenalan Teknologi Microcontroller dengan Kompetensi Pembuatan Tong Sampah Pintar Pada Siswa Kelas XI SMKN 2 TanjungBalai. *Jurnal Pemberdayaan Sosial Dan Teknologi Masyarakat*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:259340899>
- Anwar, R., Hasanuddin, T., & Abdullah, S. M. (2022). Sistem Keamanan Pintu Asrama Berbasis Pengenalan Wajah dengan Algoritma Haar Cascade. *Buletin Sistem Informasi Dan Teknologi Islam*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:256151615>
- Ceylan, R., & Barstuğan, M. (2018). Feature Selection using FFS and PCA in Biomedical Data Classification with AdaBoost-SVM. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 6, 33–39. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:64776895>
- Egan, K. J., & Ready, L. B. (1994). Patient satisfaction with intravenous PCA or epidural morphine. *Canadian Journal of Anaesthesia = Journal Canadien d'anesthésie*, 41(1), 6–11. <https://doi.org/10.1007/BF03009653>
- Fadli, S. (2017). *Aplikasi Pengenalan Wajah Dengan Metoda PCA Untuk Otomatisasi Kunci Pintu Rumah*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:115666983>
- Fandiansyah, F., Sari, J. Y., & Ningrum, I. P. (2017). *PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN METODE LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS DAN K NEAREST NEIGHBOR*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:55763685>
- Kosasih, R. (2021). *PENGUNAAN METODE LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS UNTUK PENGENALAN WAJAH DENGAN MEMBANDINGKAN BANYAKNYA DATA LATIH*. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:238335647>

- Liang, G. (2023). Review on CNN-based violent detection method. *Applied and Computational Engineering*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:259553305>
- Muchtar, H., & Apriadi, R. (2019). Implementasi Pengenalan Wajah Pada Sistem Penguncian Rumah Dengan Metode Template Matching Menggunakan Open Source Computer Vision Library (Opencv). *RESISTOR (ElektRONika KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiSTrik KOMputeR)*, 2(1), 39. <https://doi.org/10.24853/resistor.2.1.39-42>
- Setiyadi, D. (2019). *PENERAPAN ALGORITMA LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS (LDA) UNTUK PENGENALAN WAJAH SEBAGAI PEMANTAU KEHADIRAN KARYAWAN (STUDI KASUS: PERGURUAN TINGGI WIDYA DHARMA PONTIANAK)*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:196192342>
- Simbolon, H. S. T., & Saputra, R. E. (2018). *Rancang Bangun Sistem Otomasi dan Keamanan Rumah Pintar Menggunakan Raspberry Pi 3 dengan Pusat Kendali Telegram*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:86795476>
- Subiyanto, Priliyana, D., Iksan, N., Priliyana, D., & Iksan, N. (2020). *Sistem pengenalan wajah dengan algoritme PCA-GA untuk keamanan pintu rumah pintar menggunakan Rasberry Pi*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:222362991>
- Sunardi, S. S., Yudhana, A., & Talib, M. A. (2022). Perancangan Sistem Pengenalan Wajah untuk Keamanan Ruangan Menggunakan Metode Local Binary Pattern Histogram. *Jurnal Teknologi Elektro*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:258751135>
- Vitria, R., Dewi, R., & Ariesta, D. O. (2020). *Prototipe Sistem Keamanan Rumah Pintar pada Komplek Perumahan*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:225602041>
- Waroh, A. P. Y., Sajangbati, N., Sawidin, S. K., Kondo, M. A. S., & Wungkana, T. J. W. T. J. (2024). Sistem Keamanan Rumah Melalui Pengenalan Wajah Dengan Webcam Berbasis Raspberry Pi4. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:268006891>
- Wilnu, B. (2019). *Implementasi Algoritma Deep Neural Network dengan Backpropagation untuk Pengenalan Wajah 3 Dimensi*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:214006211>