

26/S/TEKKOM-KCBR/PK.03.08/16/AGUSTUS/2024

PENGEMBANGAN SISTEM KUNCI PINTU DENGAN PENGENALAN
WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA LBP DAN PENGKODEAN
BASE64 *SHUFFLE*

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer



oleh

Azka Rizki Sabilus Sulaeman

NIM 2002906

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
KAMPUS UPI DI CIBIRU
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

HALAMAN HAK CIPTA

PENGEMBANGAN SISTEM KUNCI PINTU DENGAN PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA LBP DAN PENGKODEAN BASE64 *SHUFFLE*

Oleh

Azka Rizki Sabilus Sulaeman

NIM 2002906

Sebuah Skripsi yang Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Komputer

© Azka Rizki Sabilus Sulaeman

Universitas Pendidikan Indonesia

2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan cetak ulang,
difotokopi atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

AZKA RIZKI SABILUS SULAEMAN

**PENGEMBANGAN SISTEM KUNCI PINTU DENGAN PENGENALAN
WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA LBP DAN PENGKODEAN
BASE64 SHUFFLE**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.T.
NIP. 920200819880813101

Pembimbing II



Deden Pradeka, S.T., M.Kom.
NIP. 920200419890816101

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Komputer



Deden Pradeka, S.T., M.Kom.
NIP. 920200419890816101

**HALAMAN PERNYATAAN
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Pengembangan Sistem Kunci Pintu dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma LBP dan Pengkodean Base64 *Shuffle*" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Azka Rizki Sabilus Sulaeman

NIM. 2002906

HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji dan syukur panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Keberhasilan ini merupakan buah dari limpahan kasih sayang-Nya yang tak terhingga. Berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengembangan Sistem Kunci Pintu Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Algoritma LBP Dan Pengkodean Base64 *Shuffle*" Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama penulisan skripsi ini.

Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat, penulis bermaksud menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Deden Pradeka, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer dan dosen pembimbing kedua yang selalu meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membimbing;
2. Bapak Anugrah Adiwilaga, S.ST., M.Kom., selaku dosen pembimbing pertama yang selalu memberikan saran, ilmu dan pikirannya dalam membimbing;
3. Bapak Dr. Eng. Munawir, S.Kom., M.T. selaku dosen yang telah menginspirasi dan selalu memberikan senyuman hangat kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini;
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Komputer yang telah memberikan ilmu pengetahuannya;
5. Ibu, Tete, Kakak dan keluarga yang selalu memberikan dukungan moral dan pengertian batin;
6. Andhika Ramadhan, S.T., Dhimaz Purnama Adjhi, S.T., Abdi Surya Perdana, S.T., Deandy Zahran, S.T., Taufik Hanafi Asnan, S.T., Rastra Wardana Nanditama, S.T., Muhammad Fajar, Raditya Ammar Ilham, Muhammad Aksyal Bambang Suseno, Ivan Rajwa Naufal, Rifty Pradana Gunawan, Ahmad Fauzan, Syiva Awaliyah Maqdis, Tiara Afriani, Muhammad Hisyam Nugraha Solihin, Muhammad Aldi Sidiq, Ferdinad

Aprillian Manurung, Teungku Juansyah, Ilham Fikri Mulyana yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi ini;

7. Seluruh rekan dan teman dari Teknik Komputer angkatan 2020 yang tidak bisa disebut satu per satu, namun telah memberikan dukungan selama penulis menyelesaikan skripsi ini;
8. Salah satu manusia yang berpengaruh terhadap keberhasilan skripsi ini Bapak Samuel Harris Altman yang selalu memberikan wawasan kepada peneliti.
9. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis mengucapkan terima kasih atas segala bimbingan, arahan, masukan, nasihat, dan motivasi yang diberikan oleh semua pihak kepada peneliti. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi yang positif dalam bidang ilmu yang dipelajari. Semoga menjadi amal yang diberkahi oleh Allah SWT dan semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Aamiin.

Bandung, 17 Agustus 2024

Penulis,



Azka Rizki Sabilus Sulaeman

NIM. 2002906

PENGEMBANGAN SISTEM KUNCI PINTU DENGAN PENGENALAN WAJAH MENGGUNAKAN ALGORITMA LBP DAN PENGKODEAN BASE64 SHUFFLE

Azka Rizki Sabilus Sulaeman

2002906

ABSTRAK

Rumah merupakan aspek vital dalam kehidupan manusia, namun penggunaan kunci pintu konvensional masih menyisakan kerentanan terhadap pencurian dan kehilangan. Kelemahan ini diperparah oleh kelalaian dalam penggunaan kunci tradisional, yang semakin mengungkap keterbatasan sistem keamanan berbasis metode konvensional. Oleh karena itu, kebutuhan akan adopsi teknologi keamanan yang lebih canggih dan andal menjadi semakin mendesak untuk memastikan perlindungan yang optimal bagi hunian. Sebagai solusi, teknologi pengenalan wajah menawarkan metode yang lebih aman dan efisien, meningkatkan kontrol akses dan keamanan dengan cara yang lebih modern dan dapat diandalkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kunci pintu yang mengintegrasikan algoritma *Local binary pattern* (LBP) untuk pengenalan wajah dan menerapkan teknik *encoding* Base64 *Shuffle* untuk melindungi dataset wajah serta *file* training, sehingga menciptakan solusi keamanan yang lebih efisien dan aman. Metode penelitian Design and Development (DnD) digunakan dalam pengembangan dan pengujian sistem ini dengan metode black-box testing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan dari pengujian menunjukkan akurasi keseluruhan dari model-model ini adalah 0,70 atau sekitar 70,00% dengan catatan kondisi dataset terdapat dataset dibawah 30 lux. Namun pada pengujian dengan dataset intensitas optimal, akurasi dapat mencapai 92,50%. Faktor yang mempengaruhi akurasi sistem termasuk intensitas cahaya, di mana pencahayaan di bawah 30 lux mengurangi efektivitas algoritma, sedangkan pencahayaan antara 30-100 lux memungkinkan pengenalan wajah yang baik. Jarak optimal untuk deteksi wajah adalah antara 40-80 cm. Hasil proses *encode* dan *decode* menggunakan Base64 *Shuffle* berhasil dilakukan tanpa mengubah nilai piksel dari gambar dan nilai training itu sendiri.

Kata Kunci : Kunci Pintu, Pengenalan Wajah, LBP, Pengamanan Data, Base64

**DEVELOPMENT OF DOOR LOCK SYSTEM WITH FACE
RECOGNITION USING LBP ALGORITHM AND BASE64 SHUFFLE
ENCODING**

Azka Rizki Sabilus Sulaeman

2002906

ABSTRACT

Home is a vital aspect of human life, but the use of conventional door locks still leaves vulnerability to theft and loss. This weakness is exacerbated by negligence in the use of traditional keys, which further exposes the limitations of security systems based on conventional methods. Therefore, the need for the adoption of more sophisticated and reliable security technologies is becoming increasingly urgent to ensure optimal protection for homes. As a solution, facial recognition technology offers a safer and more efficient method, improving access control and security in a more modern and reliable way. This study aims to develop a door lock system that integrates the *Local binary pattern* (LBP) algorithm for facial recognition and applies the Base64 Shuffle *encoding* technique to protect facial datasets and training files, thus creating a more efficient and secure security solution. The Design and Development (DnD) research method is used in the development and testing of this system with the black-box testing method. The results of the study show that the results obtained from the test indicate the overall accuracy of these models is 0.70 or around 70.00% with the note that the dataset conditions are below 30 lux. However, in testing with the optimal intensity dataset, the accuracy can reach 92.50%. Factors affecting the accuracy of the system include light intensity, where lighting below 30 lux reduces the effectiveness of the algorithm, while lighting between 30-100 lux allows good face recognition. The optimal distance for face detection is between 40-80 cm. The results of the encode and decode process using Base64 Shuffle were successfully carried out without changing the pixel values of the image and the training value itself.

Key Word : Door Lock, Face Recognition, LBP, Data Security, Base64

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.5.1. Manfaat Teoritis.....	6
1.5.2. Manfaat Praktis	6
1.5.3. Manfaat Kebijakan.....	6
1.6 Struktur Organisasi Skripsi.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Pengenalan wajah	8
2.1.1 Python	9
2.1.2 <i>OpenCV</i>	10
2.1.3 <i>Local binary pattern</i> (LBP)	11
2.1.4 Citra	12
2.2 Sistem Kunci Pintu	15
2.3 Sistem Pengamanan Pintu Berbasis <i>Pengenalan wajah</i>	15
2.3.1 Mikrokontroler ESP32.....	18
2.3.2 Electric Solenoid Lock 12V dan Relay Module 5V	18
2.3.3 USB Camera	19

2.4 Teknik Pengamanan Data.....	20
2.4.1 <i>Encoding</i>	22
2.4.2 Base64 <i>Shuffle</i>	23
2.5 Penelitian terdahulu	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Desain Penelitian	29
3.1.1 Analisis Kebutuhan Sistem.....	29
3.1.2 Perancangan Sistem	30
3.1.2.1 Desain Arsitektur	30
3.1.2.2 Design Aplikasi Kunci Pintu.....	31
3.1.2.3 Diagram Use Case.....	33
3.1.2.4 Diagram Aktivitas	34
3.1.2.5 <i>Wiring Diagram</i>	39
3.1.2.6 Diagram blok.....	39
3.1.3 Pengembangan Sistem	40
3.1.4 Pengujian Sistem.....	40
3.1.4.1 Pengujian Perangkat Lunak	41
3.1.4.2 Pengujian Sistem <i>Black box</i>	41
3.1.5 Evaluasi Sistem	42
3.2 Spesifikasi Pengembangan Sistem	43
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Akhir Sistem Perangkat Keras	45
4.2 Hasil Akhir Sistem Perangkat Lunak	47
4.2.1 Hasil GUI Aplikasi	48
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Black box</i>	50
4.2.3 Hasil Pengujian Pengenalan Wajah <i>Local binary pattern</i>	51
4.2.3.1 Hasil Pengumpulan Dataset	52
4.2.3.2 Hasil Proses Algoritma <i>Local binary pattern</i>	54
4.2.3.3 Pengujian Berdasarkan Variasi Pencahayaan dan Jarak	55
4.2.3.4 Pengujian Berdasarkan Variasi Warna Pakaian	56
4.2.3.5 Pengujian Berdasarkan Variasi Aksesoris	58
4.2.3.6 Pengujian Berdasarkan Intensitas Dataset	60
4.2.4 Hasil Pengujian Encode menggunakan Base64 <i>Shuffle</i>	63
4.2.4.1 Pengukuran Waktu Encode dan Decode	63

4.2.4.2 Pengukuran Encode <i>Shuffle</i> Base64.....	64
4.2.4.3 Pengujian Encode <i>Shuffle</i> Base64 XML.....	69
4.3 Hasil Analisis	72
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	73
5.1 Simpulan.....	73
5.2 Implikasi	73
5.3 Rekomendasi.....	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai penyusunan warna.....	13
Tabel 2. 2 Tabel Base64.....	25
Tabel 2. 3 Penelitian Terkait	28
Tabel 3. 1 Perangkat Lunak Yang Digunakan	43
Tabel 3. 2 Perangkat Keras Yang Digunakan	43
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian <i>Black box</i>	50
Tabel 4. 2 Pengujian Berdasarkan Variasi Pencahayaan dan Jarak	55
Tabel 4. 3 Pengujian Pengenalan Wajah Berdasarkan Variasi Warna Pakaian..	57
Tabel 4. 4 Pengujian Pengenalan Wajah Berdasarkan Variasi Aksesoris	58
Tabel 4. 5 Tabel Pengujian Berdasarkan Dataset Terang	61
Tabel 4. 6 Tabel Pengujian Berdasarkan Dataset Gelap	62
Tabel 4. 7 Waktu Encode dan Decode	64
Tabel 4. 8 Pengukuran Encode Shuffle Base64	65
Tabel 4. 9 Hasil File XML Sebelum Encode	70
Tabel 4. 10 Hasil File XML Setelah Encode	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Statistik Global Facial Recognition Market 2022 – 2032	2
Gambar 2. 1 Alur sistem teknologi pengenalan wajah	8
Gambar 2. 2 Jarak piksel tengah dan piksel tetangga (Paul & Aslan, 2021)	11
Gambar 2. 3 Perhitungan Grayscale LBP (Kyrkou, 2017)	11
Gambar 2. 4 Gambar citra (RGB)(P & Song, 2016).....	13
Gambar 2. 5 Gambar Citra Grayscale(P & Song, 2016).....	14
Gambar 2. 6 Gambar Citra Biner (P & Song, 2016).....	15
Gambar 2. 7 Flowchart pengamanan pintu berbasis pengenalan wajah	17
Gambar 2. 8 Pinout GPIO ESP32 (eTechnophiles, 2020)	18
Gambar 2. 9 Electric Solenoid Lock 12V	19
Gambar 2. 10 Relay Module 2 Channel (components101, 2021).....	19
Gambar 2. 11 Nemesis Web HD 1080 Cam (Nemesis).....	20
Gambar 2. 12 Encoding vs Enkripsi (CheapSSLWeb, 2024)	21
Gambar 2. 13 Tahapan Encode Base64	23
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Metode Design and Development.....	29
Gambar 3. 2 Diagram Arsitektur.....	30
Gambar 3. 3 Diagram Alir Aplikasi.....	32
Gambar 3. 4 Diagram Use Case	33
Gambar 3. 5 Diagram Aktivitas Record.....	34
Gambar 3. 6 Diagram Aktivitas Encode	35
Gambar 3. 7 Diagram Aktivitas Decode	36
Gambar 3. 8 Diagram Aktivitas Training	37
Gambar 3. 9 Diagram Aktivitas Scan	38
Gambar 3. 10 Wiring Diagram Pengembangan Sistem	39
Gambar 3. 11 Diagram blok.....	39
Gambar 3. 12 metode pengujian black box.....	42
Gambar 3. 13 PC Mini Lenovo Thinkcentre M710Q Tiny.....	44
Gambar 4. 1 Tampilan Depan Hasil Akhir Sistem Perangkat Keras	45
Gambar 4. 2 Tampilan Dalam Box Perangkat Keras	46
Gambar 4. 3 Tampilan Samping Hasil Akhir Sistem Perangkat Keras	46
Gambar 4. 4 Tampilan Depan Hasil Akhir Sistem Perangkat Keras	47
Gambar 4. 5 Tampilan GUI Utama.....	48
Gambar 4. 6 Input ID Menu Record	49
Gambar 4. 7 Input Name Menu Record	49
Gambar 4. 8 Model-Model Dataset Wajah	52
Gambar 4. 9 Proses Algoritma <i>Local binary pattern</i> (LBP).....	54
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Variasi Pencahayaan dan Jarak.....	56
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Variasi Warna Pakaian.....	57
Gambar 4. 12 Pengenalan Wajah Berdasarkan Variasi Aksesoris.....	59
Gambar 4. 13 Dataset Dengan Intensitas > 60 Lux	60
Gambar 4. 14 Dataset Dengan Intensitas < 30 Lux	61
Gambar 4. 15 Grafik Distribusi Waktu Encode dan Decode	64
Gambar 4. 16 Histogram Perbandingan Sebelum dan Sesudah Encode	67
Gambar 4. 17 Histogram Perbandingan Sebelum dan Sesudah Encode	68

Gambar 4. 18 Hasil File XML	69
Gambar 4. 19 Hasil Base64 File XML	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal Penelitian	78
Lampiran 2 <i>Repository</i> Github untuk <i>Source Code</i> Aplikasi.....	79
Lampiran 3 Tampilan Akhir encode Dari Desimal.....	80
Lampiran 4 Tampilan Hasil Konversi Nilai Piksel Menjadi Desimal	81
Lampiran 5 Kumpulan Dataset Yang Digunakan	82

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 4.1 Rumus Perhitungan Akurasi	53
---	----

DAFTAR PUSTAKA

- Ambre, S., Masurekar, M., & Gaikwad, S. (2020). Face Recognition Using Raspberry PI. Dalam V. K. Gunjan, J. M. Zurada, B. Raman, & G. R. Gangadharan (Ed.), *Modern Approaches in Machine Learning and Cognitive Science: A Walkthrough: Latest Trends in AI* (hlm. 1–11). Springer International Publishing. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-38445-6_1
- Arifin, U. S. (2019). *Real-Time Face Recognition For Smart Home Applications*. (Skripsi). Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Asari, M. S., Minggu, D., & Mahfudi, I. (2021). The Implementation Of System Door Acces Using Face Recognition And Finger Print For Munitions Warehouse With A Base Haar Cascade. *Jurnal Telkommil*, 2(2), 75–81. <https://doi.org/10.54317/kom.v2iOktober.184>
- Cahyadi, M. F., Syahputra, S., & Syari, M. A. (2022). Penerapan Metode Thresholding Pada Proses Transformasi Citra Digital. *Educate: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pengajaran*, 1(3), 319–346. doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.56114/edu.v1i3.422>
- CheapSSLWeb. (2024). *Encoding Vs. Encryption: Explaining the Difference*. Diakses dari <https://cheapsslweb.com/resources/encoding-vs-encryption>
- components101. (2021). *5 V Dual-Channel Relay Module*. Diakses dari <https://components101.com/switches/5v-dual-channel-relay-module-pinout-features-applications-working-datasheet>
- Danuri, M. (2019). Perkembangan dan transformasi teknologi digital. *Jurnal ilmiah infokam*, 15(2). doi: <https://doi.org/10.53845/infokam.v15i2.178>
- Detila, Q. M., & Wibowo, E. P. (2019). Perbandingan Metode Eigenface, Fisherface, dan LBPH Pada Sistem Pengenalan Wajah. *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 18(4), 315–322.
- eTechnophiles. (2020). *ESP32 DOIT DEVKIT V1 Board Pinout 30 GPIO*. eTechnophiles. Diakses dari <https://www.etechnophiles.com>
- Fitria, E. Y., & Mutijarsa, K. (2023). Survei Penelitian Metode Kecerdasan Buatan untuk Mendeteksi Ancaman Teknologi Serangan Siber. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 10(6), 1185–1196.
- Frobenius, A. C., Kuswanto, J., Ardiansyah, R., & Untoro, F. X. W. Y. (2023). Perancangan Prototipe Kunci Pintu Digital Berbasis IoT Menggunakan Metode HDLC. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 5(2), 148–156. doi: <https://doi.org/10.37905/jjee.v5i2.20096>

- Harefa, A. (2024). Analisis Penggunaan Kohonen Method Pada Sistem Klasifikasi Segmentasi Citra. *KETIK: Jurnal Informatika*, 1(03), 17–29.
- Hasan, Y., Wijanarko, Y., Muslimin, S., & Maulidda, R. (2020). “The automatic door lock to enhance security in RFID system”. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), 012132. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012132>
- Hidayati, K., Utomo, A. B., & Wibawanto, H. (2018). Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Local binary pattern* (LBP) Dan Principal Component Analysis (PCA) Untuk Citra Berkualitas Buruk. *e-Proceeding Eng*, 5(3), 7928–7938.
- Kyrkou, C. (2017). *Object Detection Using Local binary patterns*. Medium. Diakses dari <https://ckyrkou.medium.com/object-detection-using-local-binary-patterns-50b165658368>
- Lenovo. (t.t.). *ThinkCentre M710q*. Diambil 18 Agustus 2024, Diakses dari <https://www.lenovo.com/us/en/p/desktops/thinkcentre/m-series-tiny/thinkcentre-m710q>
- market.us. (2023, Mei). *Global Facial Recognition Market By Technology By Region and Companies - Industry Segment Outlook, Market Assessment, Competition Scenario, Trends, and Forecast 2023-2032*. Diakses dari <https://market.us/report/facial-recognition-market/>
- Minarni, R. (2019). Implementasi Algoritma Base64 untuk Mengamankan SMS pada Smartphone. *Technology and Science (BITS)*, 1(1), 28–33.
- Mohanty, A., Alam, A., Sarkar, R., & Chaudhury, S. (2021). Design and development of digital game-based learning software for incorporation into school syllabus and curriculum transaction. *Design Engineering*, 8, 4864–4900.
- Mula, W., & Lemire, D. (2019). Base64 *encoding and decoding at almost the speed of a memory copy*. doi: <https://doi.org/10.1002/spe.2777>
- Muwardi, R., & Adisaputro, R. R. (2021). Design Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Face Detection. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(3), 120. doi: <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i3.004>
- Nalawati, R. E., Shaliha, R. M., & Danil, M. (2024). Face Recognition sebagai Control Access Area dengan Face-API.js dan Euclidean Distance. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 1848–1864.
- Ohyver, M., Moniaga, J., Sungkawa, I., Subagyo, B., & Chandra, I. (2019). The Comparison Firebase Realtime Database and MySQL Database Performance using Wilcoxon Signed-Rank Test. *Procedia Computer Science*, 157, 396–405. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.231>

- Ojala, T., & Maenpaa, T. (2002). Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with *local binary patterns*. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 24(7), 971–987.
- P, A., & Song, W.-Z. (2016). Encryption Algorithms for Color Images: A Brief Review of Recent Trends. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7. doi: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2016.071001>
- Paul, K. C., & Aslan, S. (2021). An improved real-time face recognition system at low resolution based on *local binary pattern* histogram algorithm and CLAHE. *arXiv preprint arXiv:2104.07234*.
- Rustamaji, H., Simanjuntak, O., Luhrie, S., Yuwono, B., & Juwairiah. (2019). “Categorical Data Classification based on Fuzzy K-Nearest Neighbor Approach”, (ICSITech) (171-175), Yogyakarta: IEEE
doi: <https://doi.org/10.1109/ICSITech46713.2019.8987477>
- Sulyz Andrey. (2023). *One year with framework independent Black box tests via Testcontainers*. Diakses dari <https://medium.com/skyro-tech/one-year-with-framework-independent-black-box-tests-via-testcontainers-1638d439baa5>
- Vivi Wahdini, S., Hartama, D., & Okta Kirana, I. (2021). Pengamanan Data Pelanggan dan Penjualan Menggunakan Implementasi Algoritma Kriptografi. *Journal of Informatics Management and Information Technology*, 1(3). doi: <https://doi.org/10.47065/jimat.v1i3.112>
- Wang, F., & Yao, J. (2012). Innovative Design of Pin Tumbler Lock. Based on TRIZ. *Advanced Materials Research*, 591, 71–76.
- Widagdo, P. (2020). Modul Praktikum Dasar-Dasar Pemrograman. Jakarta: Universitas Pembangunan Jaya
- Wijaya, G. (2023). Sistem Keamanan Rumah Berbasis Iot Dengan Smartlock. *Jurnal Ilmiah Betrik*, 14(01 APRIL), 124–135.
- Zetli, S. (2021). Analisis Human Error dengan Pendekatan Metode SHERPA dan HEART pada Produksi Batu Bata UKM Yasin. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(2), 147–156.
- Zhang, S., Feng, Y., & Sadeh, N. (2021). Facial Recognition: Understanding Privacy Concerns And Attitudes Across Increasingly Diverse Deployment Scenarios. (*SOUPS 2021*), 243–262.
- Zhang, X., Gonnot, T., & Sanie, J. (2017). Real-Time Face Detection And Recognition In Complex Background. *Journal of Signal and Information Processing*, 8(2), 99–112. doi: <https://doi.org/10.4236/jsip.2017.82007>
- Zhu, Z., & Cheng, Y. (2020). Application Of Attitude Tracking Algorithm For Face Recognition Based On Opencv In The Intelligent Door Lock. *Computer Communications*, 154, 390–397.