

Pengolahan Citra

## Evaluasi Keefektifan Teknik Morfologi dan Histogram Citra Digital pada Minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung

*Dede Perdana Aqta<sup>\*</sup>, Indah Purnama Sari*

*Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia*

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 22 Oktober 2024  
Revisi Akhir: 25 Maret 2025  
Diterbitkan Online: 25 Maret 2025

### KATA KUNCI

Morfologi  
Histogram  
Citra Digital

### KORESPONDENSI<sup>(\*)</sup>

Phone: +62 821-6306-5552  
E-mail: [dedeaqta12@gmail.com](mailto:dedeaqta12@gmail.com)

### A B S T R A K

Dalam pemantauan kualitas minyak, citra digital telah menjadi alat yang penting. Dengan kemajuan teknologi, citra digital dapat digunakan untuk memvisualisasikan sampel minyak dan melakukan analisis secara cepat dan akurat. Namun, untuk menghasilkan informasi yang berguna dari citra digital, diperlukan teknik-teknik pengolahan citra yang efektif. Masalah utama yang dihadapi dalam evaluasi kualitas bahan bakar adalah ketidakakuratan dan ketidakkonsistenan metode manual. Metode manual sering kali memerlukan peralatan yang mahal dan tenaga kerja yang terlatih, serta rentan terhadap kesalahan manusia. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih efisien dan akurat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik morfologi dan histogram. Teknik morfologi dan histogram pada citra digital menawarkan solusi potensial untuk masalah ini. Salah satu teknik yang umum digunakan dalam pemrosesan citra adalah teknik morfologi, yang mencakup operasi matematika pada gambar untuk mengubah atau menggambarkan fitur-fitur tertentu dari gambar. Teknik ini dapat membantu dalam mengidentifikasi struktur dan pola yang penting dalam citra minyak Pertamina, seperti kualitas dan kebersihan. Selain itu, histogram merupakan alat statistik yang berguna dalam analisis citra, yang memberikan representasi distribusi intensitas piksel dalam citra. Analisis histogram dapat memberikan wawasan tentang distribusi nilai intensitas piksel pada citra minyak, yang relevan dengan kualitas dan kehomogenan minyak tersebut. Di SPBU Pertamina Medan Tembung, terdapat kebutuhan untuk memastikan kualitas minyak RON 92 yang dijual. Dengan menggunakan teknik morfologi dan histogram, analisis citra digital dapat membantu dalam deteksi cepat dan akurat terhadap kualitas minyak. Hal ini dapat mencakup identifikasi adanya kontaminasi, variasi dalam komposisi, dan potensi penyimpangan dari standar kualitas yang ditetapkan.

### PENDAHULUAN

Minyak bensin dengan Research Octane Number (RON) 92 adalah salah satu jenis bahan bakar yang banyak digunakan oleh kendaraan bermotor di Indonesia [1]. Kualitas dan keaslian bahan bakar ini sangat penting untuk memastikan kinerja mesin kendaraan dan menghindari kerugian bagi konsumen. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas minyak adalah melalui analisis citra digital. Teknik morfologi dan histogram adalah dua metode yang dapat diaplikasikan dalam analisis ini.

Dalam pemantauan kualitas minyak, citra digital telah menjadi alat yang penting. Dengan kemajuan teknologi, citra digital dapat digunakan untuk memvisualisasikan sampel minyak dan melakukan analisis secara cepat dan akurat. Namun, untuk menghasilkan informasi yang berguna dari citra digital, diperlukan teknik-teknik pengolahan citra yang efektif. Masalah utama yang dihadapi dalam evaluasi kualitas bahan bakar adalah ketidakakuratan dan ketidakkonsistenan metode manual. Metode manual sering kali memerlukan peralatan yang mahal dan tenaga kerja yang terlatih, serta rentan terhadap

kesalahan manusia. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih efisien dan akurat. Teknik morfologi dan histogram pada citra digital menawarkan solusi potensial untuk masalah ini.

Salah satu teknik yang umum digunakan dalam pemrosesan citra adalah teknik morfologi, yang mencakup operasi matematika pada gambar untuk mengubah atau menggambarkan fitur-fitur tertentu dari gambar. Teknik ini dapat membantu dalam mengidentifikasi struktur dan pola yang penting dalam citra minyak Peralite, seperti kualitas dan kebersihan.

Selain itu, histogram merupakan alat statistik yang berguna dalam analisis citra, yang memberikan representasi distribusi intensitas piksel dalam citra. Analisis histogram dapat memberikan wawasan tentang distribusi nilai intensitas piksel pada citra minyak, yang relevan dengan kualitas dan kehomogenan minyak tersebut.

Namun, meskipun teknik morfologi dan histogram telah digunakan secara luas dalam pemrosesan citra digital, belum ada penelitian khusus yang mengevaluasi keefektifan kedua teknik tersebut dalam konteks pemantauan kualitas minyak ron 92 di SPBU.

Di SPBU Pertamina Medan Tembung, terdapat kebutuhan untuk memastikan kualitas minyak RON 92 yang dijual. Dengan menggunakan teknik morfologi dan histogram, analisis citra digital dapat membantu dalam deteksi cepat dan akurat terhadap kualitas minyak. Hal ini dapat mencakup identifikasi adanya kontaminasi, variasi dalam komposisi, dan potensi penyimpangan dari standar kualitas yang ditetapkan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengevaluasi keefektifan teknik morfologi dan histogram dalam mendeteksi dan mengukur kualitas minyak Peralite, dengan harapan dapat memberikan kontribusi dalam pemantauan kualitas produk tersebut di SPBU Pertamina Medan Tembung dan mungkin juga di SPBU lainnya.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### ***Citra Digital***

Citra Digital merupakan suatu matriks dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya (yang di sebut sebagai elemen gambar atau piksel) menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut [2,3].

Secara umum citra digital merupakan representasi visual dari objek yang disimpan dalam format digital, yang terdiri dari kumpulan piksel atau titik-titik yang membentuk gambar [4,5]. Citra digital dapat dihasilkan melalui berbagai cara, termasuk menggunakan kamera digital, pemindaian objek fisik, atau pembuatan grafis komputer. Citra digital sering kali dimanipulasi, disunting, atau diperbaiki menggunakan perangkat lunak pengolahan gambar seperti Adobe Photoshop atau GIMP.

### ***Operasi Morfologi***

Operasi morfologi adalah sekumpulan fungsi matematika, yang dikenal sebagai filter non-linear pada pengolahan citra yang berfungsi untuk memproses gambar berdasarkan morfologi atau bentuk [6,7]. Filter nonlinear ini bergantung pada posisi relatif piksel karena nilai piksel berubah sesuai dengan piksel tetangga.

Operasi morfologi adalah salah satu teknik penting dalam pemrosesan citra digital yang digunakan untuk memanipulasi bentuk, struktur, dan tekstur objek dalam citra. Operasi ini memanfaatkan konsep matematis dari teori himpunan untuk mengubah dan meningkatkan citra [8,9,10].

### ***Histogram Citra***

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas pixel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan nisbi (relative) dari intensitas pada citra tersebut. Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (brightness) dan kontras (contrast) dari

sebuah gambar. Karena itu, histogram adalah alat bantu yang berharga dalam pekerjaan pengolahan citra baik secara kualitatif maupun kuantitatif [11].

Dalam Histogram terdapat beberapa perhitungan sebagai contoh misalkan citra digital memiliki  $L$  derajat keabuan, yaitu dari nilai 0 sampai  $L - 1$  (misalnya pada citra dengan kuantisasi derajat keabuan 8-bit, nilai derajat keabuan dari 0 sampai 255 [12,13].

Hal ini membuatnya cocok untuk pemrosesan gambar biner. Perubahan pada gambar dilakukan oleh filter biner kecil atau kernel yang dikenal sebagai elemen penataan.

Operasi morfologi citra merupakan suatu proses yang bertujuan untuk mengubah bentuk objek pada citra asli. Proses tersebut dapat dilakukan pada citra grayscale maupun citra biner [14,15].

## METODOLOGI

### *Kerangka Penelitian*

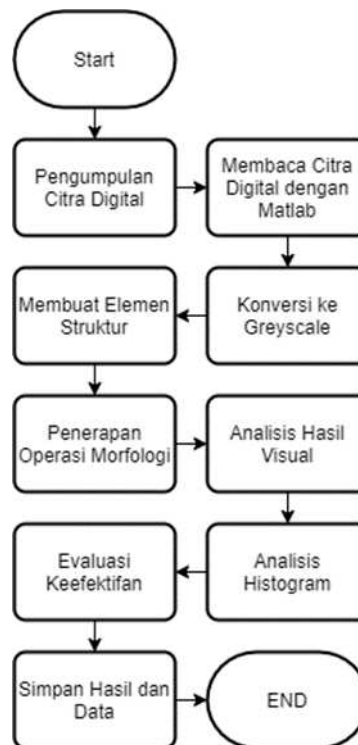
Penulis menggunakan metode pengumpulan data sebagai landasan dan pendukung penelitian akan teori dari berbagai bidang keilmuan terkait pengolahan citra digital. Metode pengumpulan data yang digunakan penulis adalah observasi.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

### *Implementasi Teknik Morfologi dan Histogram*

Penulis menerapkan teknik morfologi dan histogram pada citra digital minyak Pertamina. Ini melibatkan pemrosesan citra menggunakan algoritma morfologi matematika dan analisis histogram untuk mengidentifikasi dan mengekstrak fitur-fitur yang relevan.

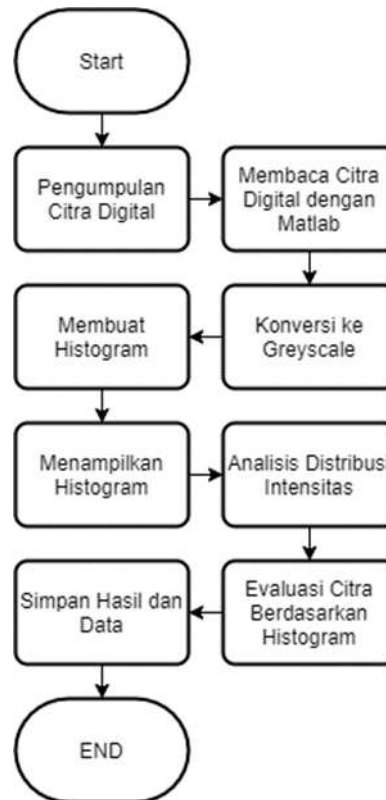
**Flowchart Morfologi**

Gambar 2. Flowchart Morfologi

Dari gambar di atas dijelaskan sebagai berikut:

1. Mulai: Mulai proses evaluasi teknik morfologi pada citra digital.
2. Pengumpulan Citra Digital: Kumpulkan citra digital dari minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung.
3. Membaca Citra dengan MATLAB: Menggunakan fungsi MATLAB untuk membaca citra digital yang telah dikumpulkan.
4. Konversi ke Grayscale: Jika citra berwarna, konversikan citra tersebut ke format grayscale untuk mempermudah analisis.
5. Membuat Elemen Struktur: Buat elemen struktur yang akan digunakan dalam operasi morfologi (misalnya, elemen disk).
6. Penerapan Operasi Morfologi: Menerapkan berbagai operasi morfologi pada citra grayscale seperti dilasi, erosi, opening, dan closing.
7. Analisis Hasil Visual: Meninjau hasil visual dari citra yang telah diproses untuk menilai perubahan yang dihasilkan oleh operasi morfologi.
8. Analisis Histogram: Membuat dan analisis histogram untuk citra asli dan citra yang telah diproses untuk melihat distribusi intensitas piksel.
9. Evaluasi Keefektifan: Mengevaluasi keefektifan teknik morfologi berdasarkan analisis hasil visual dan histogram.
10. Simpan Hasil dan Data: Menyimpan citra hasil pemrosesan dan data histogram untuk dokumentasi lebih lanjut.
11. Selesai: Akhiri proses.

### Flowchart Histogram



Gambar 3. Flowchart Histogram

Berdasarkan gambar diatas dijelaskan sebagai berikut:

1. Mulai: Mulai proses evaluasi teknik histogram pada citra digital.
2. Pengumpulan Citra Digital: Mengumpulkan citra digital dari minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung.
3. Membaca Citra dengan MATLAB: Menggunakan fungsi MATLAB untuk membaca citra digital yang telah dikumpulkan.
4. Konversi ke Grayscale: Jika citra berwarna, mengkonversikan citra tersebut ke format grayscale untuk mempermudah analisis.
5. Membuat Histogram: Membuat histogram untuk citra grayscale yang menunjukkan distribusi intensitas piksel.
6. Menampilkan Histogram: Menampilkan histogram yang telah dibuat untuk analisis visual.
7. Analisis Distribusi Intensitas: Menganalisis distribusi intensitas piksel berdasarkan histogram untuk memahami karakteristik citra.
8. Evaluasi Citra Berdasarkan Histogram: Mengevaluasi citra berdasarkan histogram untuk menentukan aspek-aspek seperti kontras, kecerahan, dan keberadaan noise.
9. Simpan Hasil dan Data: Simpan hasil citra yang telah dianalisis dan data histogram untuk dokumentasi lebih lanjut.
10. Selesai: Akhiri proses.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dibahas hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan serta analisis terhadap data yang diperoleh. Bab ini bertujuan untuk mengevaluasi keefektifan teknik morfologi dan histogram pada citra digital dalam mengidentifikasi kualitas minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung. Data yang diperoleh dari berbagai eksperimen dan analisis citra akan disajikan dan dibahas secara mendalam untuk melihat sejauh mana teknik- teknik yang digunakan mampu memberikan hasil yang akurat dan relevan dalam konteks penelitian ini.

Pengolahan citra digital menggunakan teknik morfologi dan histogram menjadi fokus utama dalam mengevaluasi kualitas minyak. Teknik morfologi digunakan untuk memanipulasi struktur citra guna mengidentifikasi fitur-fitur penting, sementara teknik histogram digunakan untuk menganalisis distribusi intensitas piksel dalam citra, yang berkaitan erat dengan kualitas visual minyak. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman lebih lanjut mengenai penerapan teknik-teknik ini dalam industri minyak dan gas.

### Hasil Pengolahan Data

Pada sub bab ini, hasil dari pengolahan data citra digital minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung menggunakan teknik morfologi dan histogram akan disajikan secara rinci. Pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari akuisisi citra, preprocessing, penerapan teknik morfologi, dilasi, erosi, pembukaan dan penutupan, hingga analisis histogram. Hasil yang diperoleh dari setiap tahap ini akan diuraikan dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar yang relevan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas teknik-teknik yang digunakan.

Citra minyak didapatkan melalui 4 SPBU Pertamina yang terletak di Kecamatan Medan Tembung. Berikut hasil citra yang telah didapatkan.

Tabel 1. Citra Minyak Ron-92

| No | SPBU                                                                                            | Citra Minyak<br>Pertamax                                                             | Citra Minyak<br>Pertamax Turbo                                                        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | SPBU Pertamina14.202.108<br>Jalan Williem Iskandar, Indra<br>Kasih, Kec. MedanTembung           |   | Tidak Tersedia                                                                        |
| 2  | SPBU Pertamina14.203.136<br>Jalan Letda Sujono, Bantan Tim.,<br>Kec.Medan Tembung               |   |  |
| 3  | SPBU Pertamina14.202.104<br>Jalan Letda Sujono No.111,<br>Bandar Selamat, Kec. Medan<br>Tembung |  | Tidak Tersedia                                                                        |

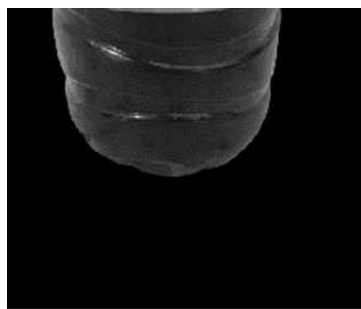
SPBU Pertamina 14.202.1133  
Jalan Letda Sujono No.439,  
4 Tembung, Kec. Medan Tembung



Dari tabel 1. di atas, didapatkan citra Pertamina sebanyak 4 dan Pertamina Turbo sebanyak 2. Jadi citra yang akan dianalisis yaitu sebanyak 6 citra.

### ***Citra Uji Morfologi***

Analisis kuantitatif dilakukan untuk mengevaluasi secara objektif dan terukur dampak dari teknik morfologi yang diterapkan pada citra digital minyak RON 92. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memperoleh data numerik yang menggambarkan perubahan yang terjadi pada citra setelah penerapan teknik morfologi seperti dilasi, erosi, opening, dan closing. Pendekatan kuantitatif memungkinkan penilaian yang lebih mendalam dan terukur terhadap efektivitas teknik-teknik ini dalam meningkatkan kualitas citra dan mengidentifikasi fitur-fitur penting.



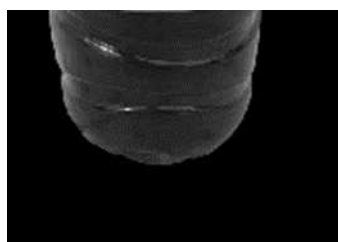
Gambar 4. Citra Uji Morfologi

Dimana citra tersebut telah diproses dan memiliki nilai piksel putih dilasi, erosi, opening, closing, dan citra biner sebagai berikut:

|             |       |
|-------------|-------|
| Citra Biner | 41704 |
| Dilasi      | 44561 |
| Erosi       | 39934 |
| Opening     | 42216 |
| Closing     | 42219 |

### ***Histogram Citra Ke Grayscale***

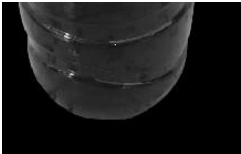
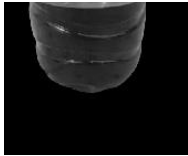
Langkah pertama dalam penerapan teknik histogram adalah mengonversi citra RGB asli menjadi citra grayscale. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan analisis dengan mengurangi dimensi data dari tiga saluran (merah, hijau, biru) menjadi satu saluran intensitas. Konversi ini memungkinkan visualisasi histogram yang lebih jelas dari distribusi intensitas piksel. sebagai contoh dapat di lihat dari gambar berikut:



Gambar 5. Citra Grayscale

Histogram dari citra grayscale kemudian dihitung. Histogram ini merupakan grafik yang menunjukkan frekuensi kemunculan setiap tingkat intensitas piksel (biasanya dalam rentang 0-255). Pada tahap ini, histogram menunjukkan distribusi awal dari intensitas piksel sebelum penerapan teknik morfologi.

Tabel 2. Perhitungan Histogram Citra Grayscale

| No | Citra Grayscale                                                                     | Total Piksel | Intensitas Rata-rata | Deviasi Standar |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|-----------------|
| 1  |    | 146508       | 15.52                | 27.492          |
| 2  |    | 108240       | 22.73                | 29.31           |
| 3  |    | 151200       | 20.74                | 32.31           |
| 4  |  | 150592       | 17.86                | 31.26           |
| 5  |  | 187866       | 36.85                | 46.41           |
| 6  |  | 202016       | 36.12                | 45.60           |

### Hasil Pengujian

Dalam pengujian penelitian akan melakukan proses pengujian terhadap citra dari masing-masing produk papan arduino untuk ditampilkan apakah aplikasi akan menghasilkan proses klasifikasi yang sesuai. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.



Tabel 3. Hasil Pengujian

| No | Citra            | Proses Dilasi | Proses Erosi | Proses Pembukaan | Proses Closing | Proses Sebelum Histogram | Proses Setelah Histogram |
|----|------------------|---------------|--------------|------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 1  | Pertamax 1       | √             | √            | √                | √              | √                        | √                        |
| 2  | Pertamax 2       | √             | √            | √                | √              | √                        | √                        |
| 3  | Pertamax 3       | √             | √            | √                | √              | √                        | √                        |
| 4  | Pertamax 4       | √             | √            | √                | √              | √                        | √                        |
| 5  | Pertamax Turbo 1 | √             | √            | √                | √              | √                        | √                        |
| 6  | Pertamax Turbo 2 | √             | √            | √                | √              | √                        | √                        |

Dari Tabel diatas dapat disimpulkan bahwasannya Hasil Pengujian aplikasiberjalan dengan sesuai.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa: Keefektifan Teknik Morfologi dan Histogram: Teknik morfologi dan histogram terbukti efektif dalam mengidentifikasi kualitas minyak RON Penggunaan operasi morfologi seperti dilasi, erosi, opening, dan closing memungkinkan analisis yang mendalam terhadap struktur dan bentuk objek dalam citra minyak, sedangkan analisis histogram memberikan informasi mengenai distribusi intensitas piksel yang berkaitan dengan kualitas visual minyak. Dimana citra pada teknik morfologi tersebut telah diproses dan memiliki nilai piksel putih dilasi, erosi, opening, closing, dan citra biner sebagai berikut: Citra Biner : 41704, dilasi : 44561, erosi : 39934, opening : 42216, closing : 42219. Sedangkan histogram dari citra grayscale kemudian dihitung. Histogram ini merupakan grafik yang menunjukkan frekuensi kemunculan setiap tingkat intensitas piksel (biasanya dalam rentang 0-255). Pada tahap ini, histogram menunjukkan distribusi awal dari intensitas piksel sebelum penerapan teknik morfologi. Hasil Pengujian Aplikasi: Hasil pengujian aplikasi menunjukkan bahwa semua citra yang diuji, baik Pertamina maupun Pertamina Turbo, berhasil melalui semua proses pengolahan citra dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat diandalkan untuk melakukan klasifikasi dan identifikasi kualitas minyak.

## DAFTAR PUSTAKA

### Referensi Cetak:

#### Buku

- [1] Indah Purnama Sari. Algoritma dan Pemrograman. Medan: UMSU Press, 2023, pp. 290.
- [2] Indah Purnama Sari. Buku Ajar Pemrograman Internet Dasar. Medan: UMSU Press, 2022, pp. 300.
- [3] Indah Purnama Sari. Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak. Medan: UMSU Press, 2021, pp. 228.
- [4] 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.
- [5] 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
- [6] 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

- [7] 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
- [8] 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
- [9] 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
- [10] 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
- [11] 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
- [12] 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
- [13] 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
- [14] 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
- [15] 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