

**EVALUASI KEEFEKTIFAN TEKNIK MORFOLOGI DAN HISTOGRAM
PADA CITRA DIGITAL PADA MINYAK RON 92 DI SPBU**

PERTAMINA MEDAN TEMBUNG

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

DEDE PERDANA AQTA

NPM.2009020037



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2024

**EVALUASI KEEFEKTIFAN TEKNIK MORFOLOGI DAN HISTOGRAM
PADA CITRA DIGITAL PADA MINYAK RON 92 DI SPBU**

PERTAMINA MEDAN TEMBUNG

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer (S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas
Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah
Sumatera**

DEDE PERDANA AQTA

NPM.2009020037

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : EVALUASI KEEFEKTIFAN TEKNIK MORFOLOGI
DAN HISTOGRAM PADA CITRA DIGITAL PADA
MINYAK RON 92 DI SPBU PERTAMINA MEDAN
TEMBUNG

Nama Mahasiswa : DEDE PERDANA AQTA

NPM : 2009020037

Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Indah Purnama Sari, S.T. M.Kom)
NIDN. 0116049001

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, M.Kom)
NIDN. 0117088902

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

EVALUASI KEEFEKTIFAN TEKNIK MORFOLOGI DAN HISTOGRAM PADA CITRA DIGITAL PADA MINYAK RON 92 DI SPBU PERTAMINA MEDAN TEMBUNG

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 26 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



Dede Perdana Aqta
Dede Perdana Aqta

NPM. 2009020006

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dede Perdana Aqta
NPM : 2009020037
Program Studi : Teknologi Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**EVALUASI KEEFEKTIFAN TEKNIK MORFOLOGI DAN HISTOGRAM
PADA CITRA DIGITAL PADA MINYAK RON 92 DI SPBU PERTAMINA
MEDAN TEMBUNG**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 26 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



Dede Perdana Aqta

NPM. 2009020037

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Dede Perdana Aqta
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 17 Juli 2002
Alamat Rumah : Jalan Kesehatan Menteng VII
Telepon/Faks/HP : 082163065552
E-mail : dedeaqta12@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : SD NEGERI 060910 TAMAT: 2014
SMP : SMP N 3 Medan TAMAT: 2017
SMA : SMK Multi Karya Medan TAMAT: 2020

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Implementasi Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix Menganalisa Tekstur Kulit Wajah”.

Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Fatma Sari Hutagalung, M.Kom Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si, M.Kom Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
5. Pembimbing Ibu Indah Purnama Sari, S.T, M.Kom yang telah membimbingsaya dalam penulisan skripsi ini.
6. Mama Mariamah Damanik selaku orang tua saya yang telah banyak membantu melalui support dan do'a yang selalu diberikan kepada saya dalam penulisan skripsi ini.
7. Akbar, Aziz, Dede, Adhitya, Barel, dan teman-teman yang lain, yang selalumembantu saya dalam penulisan skripsi.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 BATASAN MASALAH	3
1.4 TUJUAN PENELITIAN	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 CITRA DIGITAL	5
2.2 OPERASI MORFOLOGI.....	6
2.3 HISTOGRAM CITRA	7
2.4 MATLAB	8
2.5 MINYAK RON 92.....	9
2.9 PENELITIAN TERDAHULU	12
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 METODE PENGUMPULAN DATA	12
3.2 KERANGKA PENELITIAN.....	12
3.2.1 PENGUMPULAN CITRA DIGITAL MINYAK RON 92	12
3.2.2 PEMILIHAN LOKASI SPBU	13
3.2.3 PERSIAPAN DATA DAN PENGOLAHAN AWAL.....	13
3.2.4 IMPLEMENTASI TEKNIK MORFOLOGI DAN HISTOGRAM.....	13

3.2.5	PENGUJIAN DAN EVALUASI	13
3.2.6	ANALISIS DATA	13
3.2.7	INTERPRETASI DAN KESIMPULAN	14
3.3	FLOWCHART METODE	14
3.3.1	FLOWCHART MORFOLOGI	14
3.3.2	FLOWCHART HISTOGRAM	16
3.4	WAKTU DAN LOKASI PENELITIAN	17
3.4.1	LOKASI PENELITIAN	17
3.4.2	WAKTU PENELITIAN	17
3.5	ALAT DAN BAHAN	18
3.5.1	ALAT PENELITIAN	18
(a)	SPESIFIKASI KEBUTUHAN HARDWARE	19
(b)	SPESIFIKASI KEBUTUHAN SOFTWARE	19
3.5.2	BAHAN PENELITIAN	19
(a)	JENIS DATA PENELITIAN	19
3.6	LANGKAH KERJA PENELITIAN	20
3.6.1	PENGUMPULAN DATA	20
3.6.2	PENGATURAN LINGKUNGAN MATLAB	20
3.6.3	MEMBACA DAN MENAMPILKAN CITRA	20
3.6.4	KONVERSI KE GRAYSCALE	20
3.6.5	PENERAPAN TEKNIK MORFOLOGI	20
3.6.6	ANALISIS HISTOGRAM	21
3.6.7	EVALUASI KEEFEKTIFAN	21
3.6.8	KESIMPULAN	21
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1	PENGANTAR	22
4.2	HASIL PENGOLAHAN DATA	22
4.3	TEKNIK MORFOLOGI	24
4.3.1	PENERAPAN TEKNIK MORFOLOGI	24

(a) DILASI	25
(b) EROSI.....	27
(c) OPENING	29
(d) CLOSING	31
(e) ANALISIS KUANTITATIF	34
4.4 TEKNIK HISTOGRAM	41
4.4.1 PENERAPAN TEKNIK HISTOGRAM	42
(a) KONVERSI CITRA KE GRAYSCALE	42
(b) PERHITUNGAN HISTOGRAM CITRA GRAYSCALE.....	42
(c) PENERAPAN MELALUI TEKNIK HISTOGRAM	44
(d) PERHITUNGAN HISTOGRAM SETELAH PENGOLAHAN	45
4.5 DESAIN ANTARMUKA.....	47
4.6 PEMBAHASAN	48
4.6.1 PENGUJIAN APLIKASI.....	48
4.7 HASIL PENGUJIAN	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 KESIMPULAN	56
5.2 SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA.....	58

DAFTAR TABEL

		HALAMAN
TABEL 2.1	PENELITIAN TERDAHULU	9
TABEL 3.1	RENCANA PENELITIAN	18
TABEL 4.1	CITRA MINYAK RON 92	23
TABEL 4.2	CITRA PROSES DILASI	25
TABEL 4.3	CITRA PROSES EROSI	27
TABEL 4.4	CITRA PROSES OPENING	30
TABEL 4.5	CITRA PROSES CLOSING	32
TABEL 4.6	PRESENTASE PERUBAHAN AREA DILASI	36
TABEL 4.7	PRESENTASE PERUBAHAN AREA EROSI	37
TABEL 4.8	PRESENTASE PERUBAHAN AREA OPENING	38
TABEL 4.9	PRESENTASE PERUBAHAN AREA CLOSING	40
TABEL 4.10	PERHITUNGAN HISTOGRAM GRAYSCALE	43
TABEL 4.11	PENERAPAN DILASI MELALUI HISTOGRAM	44
TABEL 4.12	HASIL PERHITUNGAN HISTOGRAM	46
TABEL 4.13	HASIL PENGUJIAN	54

DAFTAR GAMBAR

		HALAMAN
GAMBAR 3.1	KERANGKA PENELITIAN	12
GAMBAR 3.2	FLOWCHART MORFOLOGI	14
GAMBAR 3.3	FLOWCHART HISTOGRAM	16
GAMBAR 4.1	CITRA UJI	34
GAMBAR 4.2	CITRA GRAYSCALE	42
GAMBAR 4.3	DESAIN APLIKASI MORFOLOGI	47
GAMBAR 4.4	DESAIN TAMPILAN HISTOGRAM	48
GAMBAR 4.5	TAMPILAN APLIKASI MORFOLOGI	49
GAMBAR 4.6	TAMPILAN PENGAMBILAN CITRA	50
GAMBAR 4.7	TAMPILAN CITRA MORFOLOGI DIPILIH	50
GAMBAR 4.8	TAMPILAN HASIL PROSES DILASI	50
GAMBAR 4.9	TAMPILAN HASIL PROSES EROSI	51
GAMBAR 4.10	TAMPILAN HASIL PROSES PEMBUKAAN	51
GAMBAR 4.11	TAMPILAN HASIL PROSES CLOSING	52
GAMBAR 4.12	TAMPILAN HASIL PROSES CITRA BINER	52
GAMBAR 4.13	TAMPILAN APLIKASI HISTOGRAM	53
GAMBAR 4.14	TAMPILAN PROSES SEBELUM HISTOGRAM	53
GAMBAR 4.15	TAMPILAN PROSES SESUDAH HISTOGRAM	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Minyak bensin dengan Research Octane Number (RON) 92 adalah salah satu jenis bahan bakar yang banyak digunakan oleh kendaraan bermotor di Indonesia (Dewi, 2023). 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.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana teknik morfologi dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas minyak RON 92 berdasarkan citra digital?
2. Bagaimana teknik histogram dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas minyak RON 92 berdasarkan citra digital?
3. Sejauh mana keefektifan gabungan teknik morfologi dan histogram dalam analisis citra digital minyak RON 92?

1.3 BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan untuk menjaga fokus dan ruang lingkup studi. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada minyak bensin dengan Research Octane Number (RON) 92 yang dijual di SPBU Pertamina Medan Tembung. Minyak jenis lain seperti RON 88 atau RON 95 tidak akan dianalisis.
2. Penelitian ini dibatasi pada satu lokasi yaitu SPBU Pertamina di Medan Tembung. Hasil penelitian mungkin tidak sepenuhnya dapat digeneralisasikan untuk SPBU lain di lokasi berbeda.
3. Penelitian ini hanya menggunakan teknik morfologi dan histogram dalam analisis citra digital. Metode pengolahan citra lainnya seperti segmentasi berbasis kluster atau deep learning tidak akan digunakan.
4. Analisis citra digital dibatasi pada citra-citra yang diambil dengan kondisi pencahayaan yang seragam dan menggunakan kamera dengan resolusi

tertentu. Variasi pencahayaan dan kualitas kamera yang berbeda tidak akan dianalisis dalam penelitian ini.

5. Keefektifan teknik morfologi dan histogram akan dievaluasi berdasarkan beberapa parameter spesifik seperti akurasi deteksi, sensitivitas terhadap kontaminasi, dan kecepatan pemrosesan citra. Parameter lain seperti biaya implementasi dan kebutuhan sumber daya manusia tidak akan menjadi fokus utama.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keefektifan teknik morfologi dan histogram dalam menganalisis citra digital minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana teknik-teknik ini dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam evaluasi kualitas bahan bakar.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang signifikan baik secara akademis maupun praktis. Secara akademis, penelitian ini akan memperkaya literatur tentang pengolahan citra digital, khususnya dalam aplikasi teknik morfologi dan histogram untuk analisis kualitas bahan bakar. Praktisnya, metode yang dikembangkan dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam evaluasi kualitas minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 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 (Johan Supriyanto, 2013).

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 (Agung Adhitya, 2023). 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.

2.2 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 (Trivusi, 2022). 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 (Samuel wicaksono, 2024).

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(Asad, 2024).

Jenis-jenis operasi morfologi di antaranya adalah dilasi, erosi, closing, dan opening. Secara berurutan, persamaan yang digunakan untuk masing-masing operasi yaitu:

$$A \oplus B \dots (1)$$

$$A \ominus B \dots (2)$$

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \dots (3)$$

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \dots (4)$$

2.3 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 (Munir, 2019).

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 (Anggraeni, 2007). Secara matematis histogram citra dihitung dengan rumus

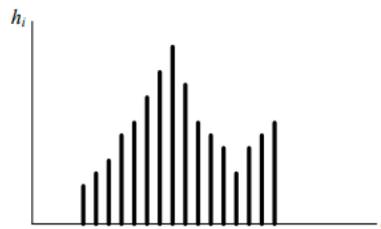
$$h_i = \frac{n_i}{n}, i = 0, 1, \dots, L - 1$$

Yang dalam hal ini:

N_i = Jumlah pixel yang memiliki derajat keabuan i

N = Jumlah seluruh pixel didalam citra.

Plot h_i versus f_i dinamakan histogram. Gambar 2 adalah contoh sebuah histogram citra. Secara grafis histogram ditampilkan dengan diagram batang. Perhatikan dari persamaan Gambar 2 bahwa nilai n_i telah dinormalkan dengan membaginya dengan n . Nilai h_i berada didalam selang 0 sampai 1.



Gambar 2.1 Histogram Citra

2.4 Matlab

MATLAB adalah bahasa pemrograman tinggi, tertutup, dan case sensitive dalam lingkungan komputasi numerik yang dikembangkan oleh MathWorks. Salah satu kelebihanannya yang paling populer adalah kemampuan membuat grafik dengan visualisasi terbaik (Advernesia, 2020). Dalam konteks ini, MATLAB menyediakan serangkaian fungsi dan alat untuk memanipulasi, menganalisis, dan memproses citra digital.

Beberapa operasi dasar dalam pemrosesan citra digital beserta contoh penggunaannya dalam MATLAB adalah sebagai berikut:

- 1) Membaca Gambar: `img = imread('nama_file_gambar.jpg');`
- 2) Menampilkan Gambar: `imshow(img);`
- 3) Mengubah Gambar ke Grayscale: `gray_img = rgb2gray(img);`
- 4) Mengubah Ukuran Gambar: `resized_img = imresize(img, [baris_baru, kolom_baru]);`
- 5) Thresholding: `thresholded_img = img > threshold_value;`
- 6) Histogram Equalization: `equalized_img = histeq(img);`

2.5 Minyak RON 92

RON adalah singkatan dari Research Octane Number yang merupakan ukuran daya tahan bahan bakar terhadap banyaknya detak mesin atau knocking (Sari Dewi, 2023). Angka oktan 92 merujuk pada kapasitas oktan tertentu dalam bahan bakar untuk mengatasi tekanan yang disebabkan oleh kompresi dalam mesin pembakaran internal. Semakin tinggi angka oktan, semakin baik bahan bakar dapat menahan tekanan kompresi tanpa menyebabkan detak mesin yang tidak terkontrol.

Bahan bakar yang memiliki tingkat oktan sebesar 92 ini seringkali dipakai pada kendaraan modern yang dilengkapi dengan mesin yang memiliki rasio kompresi berkisar antara 10:1 hingga 11:1 (Wuling, 2024). Selain itu, BBM dengan oktan 92 sering diandalkan untuk kendaraan yang menggunakan teknologi Electronic Fuel Injection (EFI). Harga bahan bakar dengan nilai oktan 92 cenderung lebih tinggi daripada bahan bakar dengan nilai oktan 90 atau 88.

Contoh dari jenis BBM RON 92 di Indonesia yaitu Pertamax dari Pertamina, Shell Super dari Shell, BP 92 dari BP, dan Revvo 92 dari produksi Vivo.

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti dan Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1	Penerapan Operasi Morfologi Matematika Citra Digital Untuk Ekstraksi Area Plat Nomor Kendaraan Bermotor (Susanto, 2019)	Morfologi	Hasil pengujian menunjukkan bahwa operasi morfologi efektif untuk pencarian area plat nomor, menghasilkan ekstraksi citra plat nomor yang baik. Keberhasilan ekstraksi citra ini ditunjukkan dengan persentase keberhasilan sebesar 80%.
2	Ekstraksi Fitur Morfologi Menggunakan Metode Deteksi Tepi Pada Citra Digital (Sumaryanti, 2019)	Morfologi	Hasil deteksi tepi dianalisis menggunakan dua parameter: morfologi garis tepi yang dihasilkan dan kecepatan proses (timing run). Ini memungkinkan evaluasi kinerja masing-masing metode deteksi tepi. Percobaan dengan berbagai metode deteksi tepi menunjukkan bahwa metode Canny lebih unggul dalam

			mendeteksi tepi objek pada citra butir beras.
3	Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization dan Spesification Pada Citra Abu-Abu (Nabusa, 2019)	Histogram Equalization dan Spesification	Perlakuan yang dimaksud dalam artikel ini adalah pemerataan histogram pada citra greyscale. Histogram citra dianggap baik jika mampu mencakup seluruh tingkatan level keabuan yang mungkin. Tujuannya adalah untuk menampilkan detail gambar dengan jelas, sehingga lebih mudah diamati. Proses segmentasi dan perbaikan citra digital dilakukan menggunakan MATLAB.
4	Pengaruh Histogram Equalization Untuk Perbaikan Kualitas Citra Digital (Sisilia, 2016)	Histogram Equalization	Perbaikan kualitas citra bertujuan untuk memperjelas dan mempertajam fitur tertentu agar lebih mudah dipersepsi dan dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode histogram equalization efektif dalam meningkatkan kontras dan

			kualitas citra, sehingga informasi pada citra lebih jelas terlihat..
5	Implementasi Pengolahan Citra Pada Warna Minyak Transformator Pada PT.PLN (Persero) Cabang Ambon Untuk Mengetahui Umur Minyak (Latuconsina et al., 2017)	Segmentasi Citra	Perancangan piranti lunak untuk mengolah informasi warna dari citra minyak transformator menggunakan Borland Delphi 7 karena prosesnya lebih mudah dan sederhana. Pengolahan citra digital berdasarkan nilai RGB (Red, Green, Blue) tertentu dapat digunakan untuk menilai kualitas minyak transformator.
6	Penilaian Lesan Dada Tidak Bernilai Pada TTC Menggunakan Morfologi Citra Digital (Indonesia et al., 2007)	Morfologi	Pengolahan citra digital adalah metode untuk membedakan warna. Dengan memanfaatkan sinar matahari, metode ini cocok digunakan untuk membedakan antara lesan yang berlubang dan yang tidak berlubang akibat tembakan, sehingga nilai tembakan dapat dibaca melalui pengolahan citra.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

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.

3.2 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

3.2.1 Pengumpulan Citra Digital Minyak RON 92

Data citra digital minyak RON 92 diperoleh dengan menggunakan kamera handphone. Citra tersebut diambil dari berbagai sudut dan kondisi pencahayaan untuk memperoleh representasi yang komprehensif kemudian dipilih gambar yang terbaik untuk diproses citra.

3.2.2 Pemilihan Lokasi SPBU

Penulis memilih beberapa lokasi SPBU Pertamina di Medan yang mewakili berbagai kondisi dan variabilitas dalam kualitas minyak RON 92.

3.2.3 Persiapan Data dan Pengolahan Awal

Setelah citra digital diperoleh, penulis melakukan proses pengolahan awal seperti pemangkasan (cropping), normalisasi intensitas, dan penyesuaian kontras jika diperlukan. Hal ini akan memastikan konsistensi dalam kualitas data yang akan dievaluasi.

3.2.4 Implementasi Teknik Morfologi dan Histogram

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

3.2.5 Pengujian dan Evaluasi

Penulis melakukan pengujian terhadap efektivitas teknik morfologi dan histogram dalam pemantauan kualitas minyak Peralite. Hal ini dapat melibatkan perbandingan antara hasil analisis menggunakan teknik-teknik tersebut dengan standar referensi kualitas minyak Peralite yang ditetapkan.

3.2.6 Analisis Data

Analisis data kuantitatif yang diperoleh dari teknik morfologi dan histogram dilakukan untuk mengevaluasi keefektifan teknik tersebut dalam pemantauan kualitas minyak Peralite. Hasil tersebut untuk mengevaluasi perbedaan signifikan antara kelompok data yang berbeda.

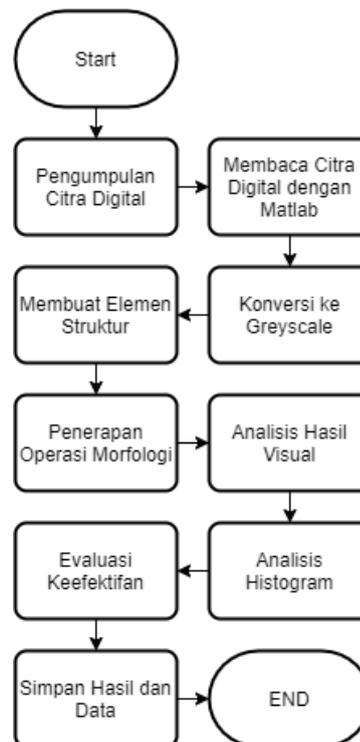
3.2.7 Interpretasi dan Kesimpulan

Setelah semua proses dilakukan, penulis menginterpretasikan hasil analisis data untuk menarik kesimpulan mengenai keefektifan teknik morfologi dan histogram dalam pemantauan kualitas minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan.

3.3 Flowchart Metode

Dalam penelitian ini dipakai 2 Flowchart metode yaitu Histogram dan Morfologi. Berikut merupakan Flowchart dari 2 metode tersebut

3.3.1 Flowchart Morfologi



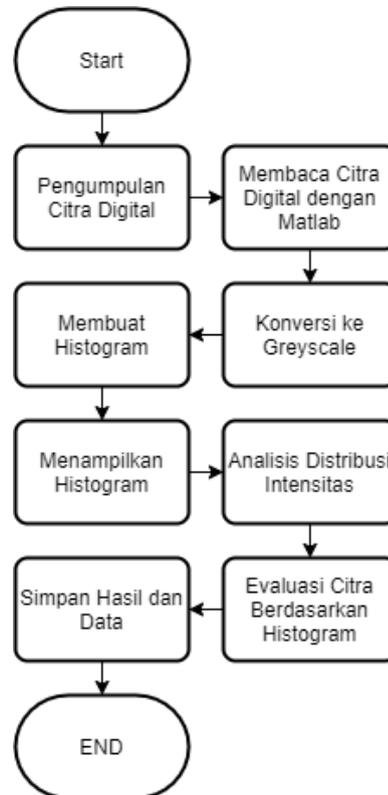
Gambar 3.2 Flowchart Morfologi

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.

3.3.2 Flowchart Histogram



Gambar 3.2 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.

3.4 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah tempat atau objek untuk diadakan suatu penelitian. Lokasi penelitian ada di SPBU Pertamina Kecamatan Medan Tembung, Medan, Sumatera Utara. Peneliti mengambil lokasi penelitian tersebut karena SPBU Pertamina di Kecamatan Medan Tembung belum pernah ada yang mengambil lokasi tersebut, sehingga peneliti ingin meneliti tentang Minyak RON 92 di SPBU Pertamina Kecamatan Medan Tembung dalam citra digital.

3.4.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu 4 Bulan, yakni dari bulan April sampai Bulan Juli.

Tabel 3.1 Rencana Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Bulan			
		April	Mei	Juni	Juli
1	Pemilihan Lokasi SPBU				
2	Pengumpulan Citra Digital Minyak Pertalite				
3	Persiapan Data dan Pengolahan Awal				
4	Implementasi Teknik Morfologi dan Histogram				
5	Pengujian dan Evaluasi				
6	Analisis Data				
7	Interpretasi dan Kesimpulan				

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan alat sebagai pendukung dalam perbandingan hasil Minyak RON 92. Adapun kebutuhan dan spesifikasi perangkat keras maupun lunak untuk mengevaluasi keefektifan metode Morfologi dan Histogram pada Minyak RON92.

(a) Spesifikasi Kebutuhan *Hardware*

Untuk mendukung penelitian ini digunakan perangkat keras (*hardware*) sebagai berikut:

1. Laptop Processor Intel(R) Core (TM) i5-3320M CPU @ 2.60GHz 2.60 GHz, RAM 4 GB.
2. Kamera Iphone X 12MP.
3. Tripod.

(b) Spesifikasi Kebutuhan *Software*

Untuk mendukung penelitian ini digunakan perangkat lunak (*software*) sebagai berikut:

1. Sistem Operasi Windows 10
2. Matlab

3.5.2 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan bahan sebagai pendukung dalam perbandingan hasil percetakan. Adapun kebutuhan dan bahan untuk perbandingan hasil Minyak RON 92 pada penelitian ini adalah

(a) Jenis Data Penelitian

Adapun jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Minyak RON 92 yang dikumpulkan melalui observasi yang diambil dari SPBU Pertamina yang ada di Medan Tembung, sehingga didapatkan data-data sebagai berikut:

1. Hasil Minyak RON 92
2. Citra digital dari Minyak RON 92

3.6 Langkah Kerja Penelitian

3.6.1 Pengumpulan Data

Langkah pertama adalah mengumpulkan citra digital minyak RON 92 yang diambil dari SPBU Pertamina Medan Tembung. Simpan gambar-gambar ini dalam folder kerja yang akan digunakan di MATLAB.

3.6.2 Pengaturan Lingkungan MATLAB

Membuka program MATLAB dan memastikan berada di direktori kerja yang benar. Kemudian membersihkan lingkungan kerja MATLAB untuk memulai analisis baru.

3.6.3 Membaca dan Menampilkan Citra

Membaca citra digital yang akan dianalisis menggunakan fungsi bawaan MATLAB untuk membaca gambar. Menampilkan citra asli untuk memastikan bahwa gambar telah dimuat dengan benar.

3.6.4 Konversi ke Grayscale

Jika citra asli berwarna, konversikan citra tersebut ke format grayscale. Ini dilakukan untuk menyederhanakan analisis karena hanya akan ada satu kanal intensitas dibandingkan dengan tiga (RGB).

3.6.5 Penerapan Teknik Morfologi

Menerapkan berbagai operasi morfologi pada citra grayscale. Operasi yang digunakan antara lain dilasi, erosi, opening, dan closing. Setiap operasi ini membantu dalam mengolah citra dengan cara yang berbeda, seperti memperbesar atau mengurangi objek dalam gambar, serta menghilangkan noise.

3.6.6 Analisis Histogram

Analisis histogram dilakukan untuk mengukur distribusi intensitas piksel dalam citra. Histogram menunjukkan frekuensi kemunculan setiap tingkat intensitas piksel. Buat histogram untuk citra asli dan citra hasil operasi morfologi untuk membandingkan distribusi intensitasnya.

3.6.7 Evaluasi Keefektifan

Evaluasi keefektifan teknik dilakukan dengan membandingkan hasil visual dari citra yang telah diproses dengan teknik morfologi serta analisis histogramnya. Bandingkan nilai-nilai statistik dari histogram untuk melihat perubahan distribusi intensitas piksel.

3.6.8 Kesimpulan

Membuat kesimpulan berdasarkan perbandingan histogram dan hasil visual dari citra yang telah diproses. Dan menentukan teknik mana yang paling efektif berdasarkan tujuan analisis, misalnya untuk meningkatkan kontras, menghilangkan noise, atau mempertajam objek dalam gambar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengantar

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.

4.2 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 4.1 Citra Minyak Ron-92

No	SPBU	Citra Minyak Pertamax	Citra Minyak Pertamax Turbo
1	SPBU Pertamina 14.202.108 Jalan Williem Iskandar, Indra Kasih, Kec. Medan Tembung		Tidak Tersedia
2	SPBU Pertamina 14.203.136 Jalan Letda Sujono, Bantan Tim., Kec.Medan Tembung		
3	SPBU Pertamina 14.202.104 Jalan Letda Sujono No.111, Bandar Selamat, Kec. Medan Tembung		Tidak Tersedia

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

Dari tabel 4.1 di atas, didapatkan citra Pertamina sebanyak 4 dan Pertamina Turbo sebanyak 2. Jadi citra yang akan dianalisis yaitu sebanyak 6 citra.

4.3 Teknik Morfologi

Teknik morfologi merupakan salah satu metode dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk menganalisis struktur dan bentuk dari objek yang ada dalam citra. Pada penelitian ini, teknik morfologi diterapkan untuk mengevaluasi kualitas minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung dengan tujuan mengidentifikasi elemen-elemen tertentu, seperti partikel kontaminan atau perubahan struktur yang mungkin terjadi dalam minyak.

4.3.1 Penerapan Teknik Morfologi

Pada penelitian ini, beberapa operasi morfologi dasar seperti dilasi, erosi, opening, dan closing diterapkan pada citra minyak. Dilasi digunakan untuk memperbesar area terang dalam citra, yang memungkinkan identifikasi fitur seperti partikel besar atau gelembung udara. Sebaliknya, erosi digunakan untuk mengurangi area terang, membantu menyoroti fitur-fitur kecil atau celah dalam citra.

Teknik opening, yang merupakan kombinasi dari erosi diikuti dengan dilasi, digunakan untuk menghilangkan noise kecil tanpa mengubah bentuk asli dari

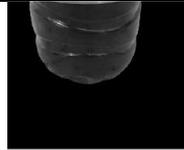
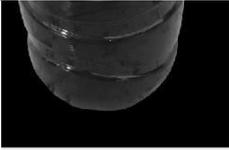
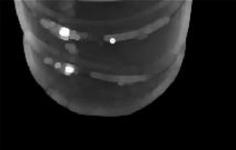
objek dalam citra. Teknik closing, yang terdiri dari dilasi diikuti oleh erosi, digunakan untuk mengisi celah kecil dalam objek dan menghaluskan batas objek yang tidak teratur.

(a) Dilasi

Dilasi adalah proses morfologi yang bertujuan untuk memperbesar area terang pada citra. Pada citra minyak RON 92, dilasi diterapkan untuk memperjelas fitur-fitur seperti gelembung udara atau partikel besar yang ada dalam minyak. Dalam proses ini, setiap piksel terang dalam citra diperluas dengan menambahkan piksel terang di sekitarnya, yang menghasilkan efek pembesaran pada objek-objek yang terang. Hasil dari operasi dilasi adalah citra di mana objek-objek terang menjadi lebih menonjol dan mudah diidentifikasi.

Berikut adalah citra minyak RON-92 yang sudah di proses dilasi:

Tabel 4.2 Citra Proses Dilasi

No	Citra RGB	Citra Grayscale	Citra Dilasi	Jumlah Piksel Putih
1				44561
2				49566

No	Citra RGB	Citra Grayscale	Citra Dilasi	Jumlah Piksel Putih
3				54468
4				48342
5				83276
6				87944

Berdasarkan tabel 4.2 diatas dapat disimpulkan bahwa:

Analisis hasil dilasi pada citra-citra Pertamina dan Pertamina Turbo menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam jumlah piksel putih yang terdeteksi. Piksel putih dalam konteks ini merujuk pada area yang telah diperluas atau dikembangkan akibat proses dilasi, yang umumnya digunakan untuk mengidentifikasi dan memperjelas fitur-fitur dalam citra.

Citra Pertamina menunjukkan jumlah piksel putih yang relatif seragam, berkisar antara 44,561 hingga 54,468 piksel putih. Sebaliknya,

citra Pertamina Turbo menunjukkan jumlah piksel putih yang jauh lebih tinggi, dengan nilai antara 83,276 hingga 87,944 piksel putih.

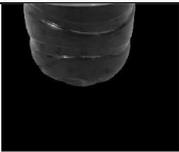
Perbedaan ini mengindikasikan bahwa proses dilasi pada citra Pertamina Turbo menghasilkan area putih yang lebih luas, yang menunjukkan bahwa fitur-fitur dalam citra tersebut lebih diperluas atau lebih terhubung setelah dilasi dibandingkan dengan citra Pertamina. Temuan ini dapat menyarankan bahwa citra Pertamina Turbo memiliki struktur yang lebih luas atau lebih kompleks dalam konteks citra yang dianalisis.

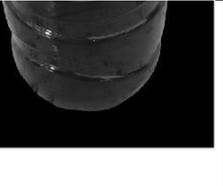
(b) Erosi

Erosi adalah kebalikan dari dilasi, yang berfungsi untuk mengurangi area terang dalam citra. Operasi ini menghilangkan piksel terang di tepi objek, sehingga menghasilkan citra di mana objek terang menjadi lebih kecil dan fokus. Pada citra minyak RON 92, erosi digunakan untuk mengurangi noise kecil yang mungkin mengaburkan objek utama, serta untuk mengidentifikasi fitur-fitur kecil seperti partikel halus dalam minyak.

Berikut adalah citra minyak RON-92 yang sudah di proses erosi:

Tabel 4.3 Citra Proses Dilasi

No	Citra RGB	Citra Grayscale	Citra Erosi	Jumlah Piksel Putih
1				39934

No	Citra RGB	Citra Grayscale	Citra Erosi	Jumlah Piksel Putih
2				44743
3				49309
4				43478
5				76016
6				80469

Analisis hasil erosi pada citra-citra Pertamina dan Pertamina Turbo pada tabel 4.3 menunjukkan pola yang konsisten dengan penurunan jumlah piksel putih setelah proses erosi. Piksel putih di sini merujuk pada area citra yang masih tersisa setelah fitur-fitur kecil atau sambungan yang lemah dihilangkan oleh proses erosi.

- 1) Citra Pertamina memiliki jumlah piksel putih yang berkisar antara 39,934 hingga 49,309 piksel putih, menunjukkan bahwa erosi mengurangi area putih yang ada.
- 2) Citra Pertamina Turbo juga mengalami pengurangan jumlah piksel putih, namun jumlah yang tersisa tetap lebih tinggi dibandingkan dengan citra Pertamina, berkisar antara 76,016 hingga 80,469 piksel putih.

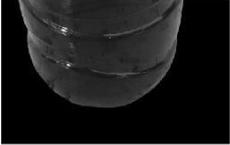
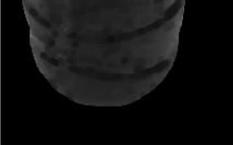
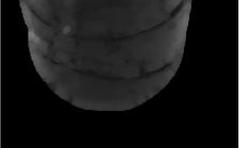
Hasil ini menunjukkan bahwa proses erosi mengurangi area putih pada semua citra, namun citra Pertamina Turbo masih mempertahankan lebih banyak piksel putih dibandingkan dengan citra Pertamina. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa citra Pertamina Turbo memiliki struktur yang lebih tahan terhadap proses erosi, atau memiliki area yang lebih luas dan lebih kuat secara struktural dibandingkan dengan citra Pertamina.

(c) Opening

Opening adalah operasi morfologi yang menggabungkan erosi diikuti oleh dilasi. Teknik ini digunakan untuk menghilangkan noise kecil dari citra tanpa merubah bentuk utama dari objek yang ada. Pada citra minyak RON 92, opening membantu dalam membersihkan citra dari artefak kecil yang mungkin disebabkan oleh pengambilan gambar atau kondisi lingkungan, sekaligus mempertahankan struktur utama dari objek dalam citra.

Berikut adalah citra minyak RON-92 yang sudah di proses opening:

Tabel 4.4 Citra Proses Opening

No	Citra RGB	Citra Grayscale	Citra Opening	Jumlah Piksel Putih
1				42216
2				47125
3				49309
4				45880
5				79620
6				84179

Analisis hasil tabel 4.4 pembukaan pada citra-citra Pertamina dan Pertamina Turbo menunjukkan variasi dalam jumlah piksel putih yang terdeteksi setelah proses pembukaan. Piksel putih dalam konteks ini

mewakili area citra yang masih ada setelah fitur-fitur kecil dan gangguan dihilangkan melalui proses erosi, kemudian diperluas kembali melalui dilasi.

- 1) Citra Pertamax menunjukkan jumlah piksel putih yang berkisar antara 42,216 hingga 49,309 piksel putih, mengindikasikan bahwa proses pembukaan telah menghaluskan kontur dan menghilangkan noise pada citra, tetapi masih mempertahankan sebagian besar area putih utama.
- 2) Citra Pertamax Turbo menunjukkan jumlah piksel putih yang lebih tinggi, berkisar antara 79,620 hingga 84,179 piksel putih, yang menunjukkan bahwa citra ini memiliki area yang lebih luas atau lebih terhubung yang bertahan melalui proses pembukaan.

Hasil ini menunjukkan bahwa proses pembukaan efektif dalam menghilangkan noise dan menyaring fitur kecil dalam kedua jenis citra. Namun, citra Pertamax Turbo mempertahankan lebih banyak piksel putih setelah proses ini, yang mungkin menunjukkan struktur yang lebih besar atau lebih robust di dalam citra tersebut dibandingkan dengan citra Pertamax.

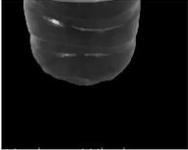
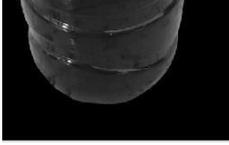
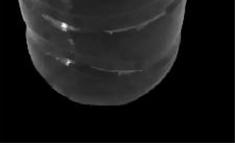
(d) Closing

Closing adalah kebalikan dari opening, yaitu menggabungkan dilasi diikuti oleh erosi. Teknik ini berguna untuk mengisi celah kecil di dalam objek dan menghaluskan tepi objek yang tidak teratur. Pada citra minyak RON 92, closing membantu dalam menyempurnakan citra dengan

menghilangkan celah-celah kecil yang mungkin muncul dalam objek terang, sehingga menghasilkan citra yang lebih halus dan representatif.

Berikut adalah citra minyak RON-92 yang sudah di proses closing:

Tabel 4.5 Citra Proses Closing

No	Citra RGB	Citra Grayscale	Citra Closing	Jumlah Piksel Putih
1				42219
2				47126
3				51862
4				45884
5				79632
6				84192

Analisis hasil penutupan pada citra-citra Pertamina dan Pertamina Turbo menunjukkan perbedaan dalam jumlah piksel putih yang terdeteksi setelah proses penutupan. Piksel putih dalam konteks ini mewakili area citra yang diisi atau diperluas untuk menutupi celah-celah kecil dan kekosongan yang ada dalam citra.

- 1) Citra Pertamina menunjukkan jumlah piksel putih yang berkisar antara 42,219 hingga 51,862 piksel putih. Proses penutupan tampaknya mengisi kekosongan kecil dan memperluas area putih dalam citra, tetapi perubahan jumlah piksel putih masih berada dalam rentang yang relatif terbatas.
- 2) Citra Pertamina Turbo menunjukkan jumlah piksel putih yang lebih tinggi, berkisar antara 79,632 hingga 84,192 piksel putih. Proses penutupan pada citra ini menghasilkan peningkatan yang lebih besar dalam jumlah piksel putih, mengindikasikan bahwa area putih dalam citra Pertamina Turbo lebih diperluas dan lebih terhubung setelah proses ini.

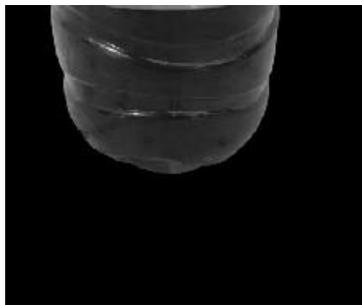
Hasil ini menunjukkan bahwa proses penutupan efektif dalam memperbaiki dan memperluas fitur-fitur putih pada kedua jenis citra. Citra Pertamina Turbo menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan dalam jumlah piksel putih dibandingkan dengan citra Pertamina, yang mungkin menunjukkan bahwa citra Pertamina Turbo memiliki fitur yang lebih besar atau lebih terhubung secara struktural setelah proses penutupan.

(e) Analisis Kuantitatif

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.

1. Citra Uji

Sebagai contoh citra uji yang akan digunakan adalah citra dari minyak Pertamina 1 yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Citra Uji

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

2. Proses Klasifikasi

Dalam proses klasifikasi akan dihitung nilai Persentase Perubahan Area dalam setiap proses dilasi, erosi, opening dan closing. Dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Perubahan Area} = \text{Setelah Pengolahan} - \text{Sebelum Pengolahan}$$

$$\text{Persentase Perubahan Area} = \frac{\text{Perubahan Area}}{\text{Area Sebelum Pengolahan}} \times 100\%$$

Sebagai contoh antara citra Pertamina 1 dengan mengambil operasi dilasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Perubahan area} &= 44561 - 41704 \\ &= 2857\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Perubahan Area} &= \frac{2857}{41704} \times 100\% \\ &= 6,85\%\end{aligned}$$

Citra Pertamina dengan operasi erosi:

$$\begin{aligned}\text{Perubahan area} &= 39934 - 41704 \\ &= -1770\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase Perubahan Area} &= \frac{-1770}{41704} \times 100\% \\ &= -4.25\%\end{aligned}$$

Rumus yang sama digunakan untuk mencari Persentase perubahan Area dilasi, erosi dengan opening dan closing. Sehingga didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.6 Presentase Perubahan Area Dilasi

No	Citra	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Perubahan area	Persentase
1		41704	44561	2857	6,85%
2		46579	49566	2987	6.41%
3		51247	54468	3221	6.29%
4		44994	48342	3348	7.44%
5		79437	83276	3839	4.83%
6		83995	87944	3949	4.70%

Berdasarkan tabel 4.6 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pertamax1: Area meningkat sebesar 2,857 unit, dengan persentase peningkatan 6.85%.
- 2) Pertamax2: Area meningkat sebesar 2,987 unit, dengan persentase peningkatan 6.41%.
- 3) Pertamax3: Area meningkat sebesar 3,221 unit, dengan persentase peningkatan 6.29%.

- 4) Pertamina4: Area meningkat sebesar 3,348 unit, dengan persentase peningkatan 7.44%.
- 5) Pertamina Turbo1: Area meningkat sebesar 3,839 unit, dengan persentase peningkatan 4.83%.
- 6) Pertamina Turbo2: Area meningkat sebesar 3,949 unit, dengan persentase peningkatan 4.70%.

Secara keseluruhan, setelah proses dilasi, semua jenis citra mengalami peningkatan area, dengan persentase kenaikan yang bervariasi antara 4.70% hingga 7.44%.

Tabel 4.7 Presentase Perubahan Area Erosi

No	Citra	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Perubahan area	Persentase
1		41704	39934	-1770	-4.24%
2		46579	44743	-1836	-3.94%
3		51247	49309	-1938	-3.78%
4		44994	43478	-1516	-3.37%
5		79437	76016	-3421	-4.30%
6		83995	80469	-3526	-4.20%

Berdasarkan tabel 4.7 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pertamax1: Perubahan area sebesar -1,770 unit, dengan persentase penurunan -4.24%
- 2) Pertamax2: Perubahan area sebesar -1,836 unit, dengan persentase penurunan -3.94%
- 3) Pertamax3: Perubahan area sebesar -1,938 unit, dengan persentase penurunan -3.78%
- 4) Pertamax4: Perubahan area sebesar -1,516 unit, dengan persentase penurunan -3.37%
- 5) Pertamax Turbo1: Perubahan area sebesar -3,421 unit, dengan persentase penurunan -4.30%
- 6) Pertamax Turbo2: Perubahan area sebesar -3,526 unit, dengan persentase penurunan -4.20%

Secara keseluruhan, setelah proses erosi, semua jenis citra mengalami peningkatan area, dengan persentase peningkatan yang bervariasi antara -3.37% hingga -4.30%.

Tabel 4.8 Presentase Perubahan Area Opening

No	Citra	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Perubahan area	Persentase
1		41704	42216	512	1.23%
2		46579	47125	546	1.17%

No	Citra	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Perubahan area	Persentase
3		51247	51851	604	1.18%
4		44994	45880	886	1.97%
5		79437	79620	183	0.23%
6		83995	84179	184	0.24%

Berdasarkan tabel 4.8 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pertamina1: Perubahan area sebesar 512 unit, dengan persentase penurunan 1.23%
- 2) Pertamina2: Perubahan area sebesar 546 unit, dengan persentase penurunan 1.17%
- 3) Pertamina3: Perubahan area sebesar 604 unit, dengan persentase penurunan 1.18%
- 4) Pertamina4: Perubahan area sebesar 886 unit, dengan persentase penurunan 1.97%
- 5) Pertamina Turbo1: Perubahan area sebesar 183 unit, dengan persentase penurunan 0.23%
- 6) Pertamina Turbo2: Perubahan area sebesar 184 unit, dengan persentase penurunan 0.24%

Secara keseluruhan, setelah proses opening, semua jenis citra mengalami peningkatan area, dengan persentase penurunan yang bervariasi antara 0.23% hingga 1.97%

Tabel 4.9 Presentase Perubahan Area Closing

No	Citra	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Perubahan area	Persentase
1		41704	42219	515	1.24%
2		46579	47126	547	1.17%
3		51247	51862	615	1.20%
4		44994	45884	890	1.98%
5		79437	79632	195	0.25%
6		83995	84192	197	0.23%

Berdasarkan tabel 4.9 dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Pertamina1: Perubahan area sebesar 515 unit, dengan persentase penurunan 1.24%
- 2) Pertamina2: Perubahan area sebesar 547 unit, dengan persentase penurunan 1.17%

- 3) Pertamina3: Perubahan area sebesar 615 unit, dengan persentase penurunan 1.20%
- 4) Pertamina4: Perubahan area sebesar 890 unit, dengan persentase penurunan 1.98%
- 5) Pertamina Turbo1: Perubahan area sebesar 195 unit, dengan persentase penurunan 0.25%
- 6) Pertamina Turbo2: Perubahan area sebesar 197 unit, dengan persentase penurunan 0.23%

Secara keseluruhan, setelah proses closing, semua jenis citra mengalami peningkatan area, dengan persentase penurunan yang bervariasi antara 0.23% hingga 1.98%

4.4 Teknik Histogram

Teknik histogram adalah metode penting dalam analisis citra yang digunakan untuk memvisualisasikan distribusi intensitas piksel dalam citra digital. Histogram memberikan gambaran kuantitatif tentang bagaimana nilai-nilai intensitas piksel tersebar dalam citra dan memungkinkan identifikasi fitur-fitur penting seperti kontras, pencahayaan, dan distribusi objek.

Pada penelitian ini, teknik histogram digunakan untuk mengevaluasi perubahan dalam citra minyak RON 92 setelah penerapan teknik morfologi dan untuk membandingkan efek dari teknik morfologi terhadap distribusi intensitas piksel. Berikut adalah langkah-langkah dan analisis yang dilakukan menggunakan teknik histogram:

4.4.1 Penerapan Teknik Histogram

Penerapan teknik histogram dalam penelitian ini dilakukan untuk menganalisis distribusi intensitas piksel dari citra digital minyak RON 92 di SPBU Pertamina Medan Tembung. Dengan menggunakan histogram, perubahan pada distribusi intensitas piksel dapat diidentifikasi, yang membantu dalam mengevaluasi efek dari berbagai teknik morfologi yang diterapkan pada citra. Berikut adalah langkah-langkah penerapan teknik histogram pada penelitian ini:

(a) Konversi 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 4.2 Citra Grayscale

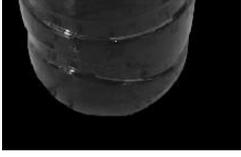
(b) Perhitungan Histogram Citra Grayscale

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.

Dalam perhitungan tersebut di dapatkan sebagai berikut:

Tabel 4.10 Perhitungan Histogram Citra Grayscale

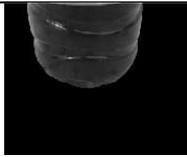
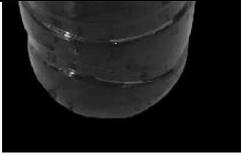
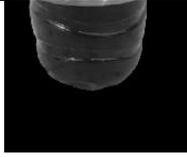
No	Citra Grayscale	Total Piksel	Intensitas Rata-rata	Deviasi Standar
1		146508	15.52	27.492
2		108240	22.73	29.31
3		151200	20.74	32.31
4		150592	17.86	31.26
5		187866	36.85	46.41
6		202016	36.12	45.60

(c) Penerapan Melalui Teknik Histogram

Berbagai teknik morfologi seperti dilasi, erosi, opening, dan closing diterapkan pada citra biner yang dihasilkan dari proses thresholding pada citra grayscale. Teknik ini digunakan untuk mengubah struktur objek dalam citra dengan tujuan mengurangi noise, mengisi lubang, atau memperjelas batas objek.

Sebagai contoh penerapan dilasi di dapatkan perubahan sebagai berikut:

Tabel 4.11 Penerapan Dilasi Melalui Histogram

No	Citra Dilasi	Total Pixel	Intensitas Rata-rata	Deviasi Standar
1		44561	21.40	37.63
2		49566	31.16	40.31
3		54468	27.15	41.87
4		48342	24.19	41.29
5		83276	45.26	55.51

No	Citra Dilasi	Total Piksel	Intensitas Rata-rata	Deviasi Standar
6		87944	44.38	54.89

(d) Perhitungan Histogram Setelah Pengolahan

Setelah teknik morfologi diterapkan, histogram dari citra hasil pengolahan dihitung kembali. Histogram ini dibandingkan dengan histogram sebelum pengolahan untuk mengidentifikasi perubahan dalam distribusi intensitas piksel yang disebabkan oleh teknik morfologi terutama sebagai contoh dilasi.

Langkah perhitungan sebagai berikut:

1) Menghitung Perubahan Intensitas Rata-rata:

Untuk setiap pasangan (citra grayscale dan citra dilasi), kita dapat menghitung perubahannya dengan rumus:

$$\Delta \text{Intensitas Rata - rata} =$$

$$\text{Intensitas Rata rata Citra dilasi} - \text{Intensitas rata rata}$$

2) Menghitung Perubahan Deviasi Standar:

Sama dengan intensitas rata-rata, perubahan deviasi standar dapat dihitung dengan rumus:

$$\Delta \text{Deviasi Standar} =$$

$$\text{Deviasi Standar Citra Dilasi} - \text{Deviasi Standar Citra Grayscale}$$

Maka dari rumus tersebut di dapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Histogram

No	Intensitas Rata-rata Citra Grayscale	Intensitas Rata-rata Citra Dilasi	Δ Intensitas Rata-rata	Deviasi Standar Citra Grayscale	Deviasi Standar Citra Dilasi	Δ Deviasi Standar
1	15.52	21.40	5.88	27.492	37.63	10.138
2	22.73	31.16	8.43	29.31	40.31	11.00
3	20.74	27.15	6.41	32.31	41.87	9.56
4	17.86	24.19	6.33	31.26	41.29	10.03
5	36.85	45.26	8.41	46.41	55.51	9.10
6	36.12	44.38	8.26	45.60	54.89	9.29

Hasil Analisis:

- 1) Intensitas Rata-rata: Terdapat peningkatan pada intensitas rata-rata setelah pengolahan dilasi pada semua citra. Hal ini menunjukkan bahwa citra dilasi cenderung lebih terang daripada citra grayscale asli.
- 2) Deviasi Standar: Deviasi standar juga meningkat setelah dilasi. Ini menunjukkan peningkatan penyebaran nilai intensitas, yang biasanya berarti peningkatan kontras setelah pengolahan dilasi.

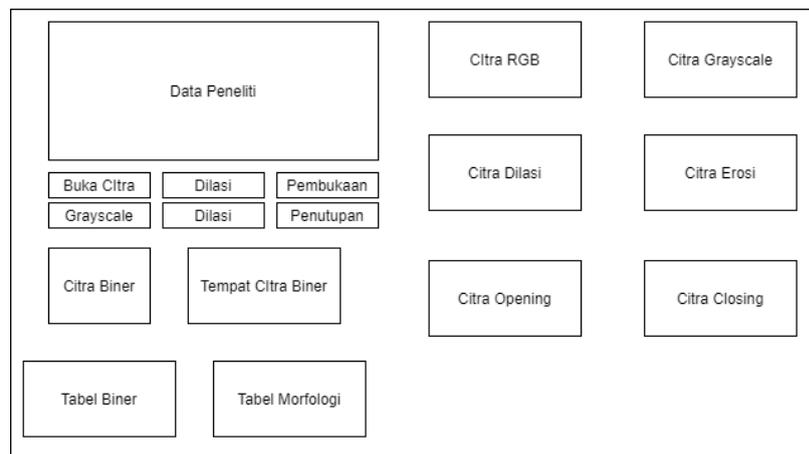
Dengan perhitungan ini, kita dapat melihat bagaimana proses dilasi mempengaruhi karakteristik histogram dari citra grayscale, meningkatkan intensitas rata-rata dan deviasi standar, yang berimplikasi pada peningkatan kecerahan dan kontras.

4.5 Desain Antarmuka

Antarmuka pemakai (user interface) adalah tampilan program yang dapat dilihat, didengar atau dipersepsikan oleh pengguna dan perintah-perintah atau mekanisme yang digunakan pemakai untuk mengendalikan operasi dan memasukkan data. Berikut ini merupakan perancangan antarmuka aplikasi Metode Morfologi dan Histogram untuk identifikasi Minyak Ron-92:

1) Desain Aplikasi Morfologi

Pada penelitian ini aplikasi hanya memiliki satu halaman yang mencakup informasi peneliti, tombol menu untuk memilih citra yang akan diuji, tombol menu untuk melakukan proses Dilasi, Erosi, Opening dan Closing untuk informasi nilai dari citra yang diuji. Serta bagian untuk menampilkan citra uji yang dipilih dan hasil pengubahan citra uji warna yang telah dipilih ke dalam bentuk grayscale. Desain dari aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.3

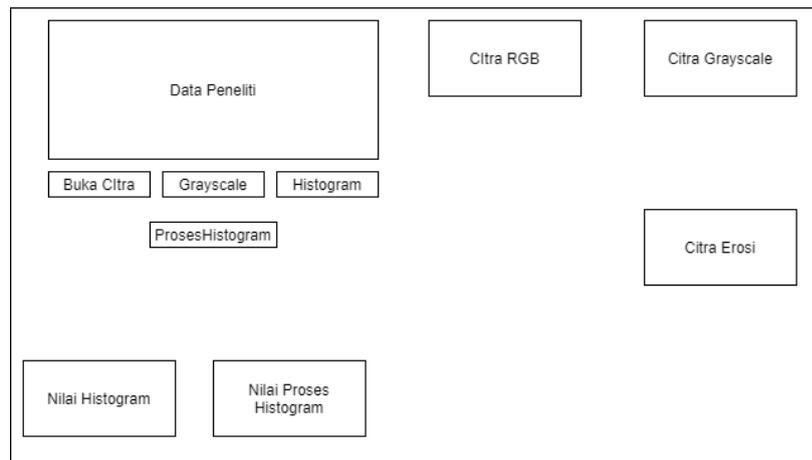


Gambar 4.3 Desain Aplikasi Morfologi

2) Desain Aplikasi Histogram

Pada penelitian ini aplikasi hanya memiliki satu halaman yang mencakup informasi peneliti, tombol menu untuk memilih citra yang akan

diuji, tombol menu untuk melakukan proses Histogram dan informasi nilai Histogram dari citra yang diuji. Serta bagian untuk menampilkan citra uji yang dipilih dan hasil perubahan citra uji warna yang telah dipilih ke dalam bentuk grayscale serta di cari dalam bentuk Histogram. Desain dari aplikasi dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Desain Tampilan Histogram

4.6 Pembahasan

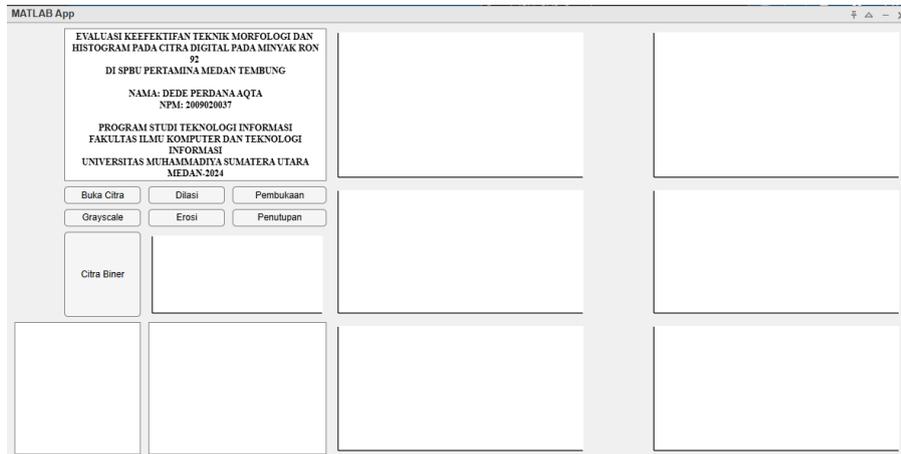
Pada penelitian ini telah dihasilkan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan proses identifikasi Minyak Ron-92 menggunakan metode Morfologi dan metode Histogram melakukan analisis untuk identifikasi Minyak Ron-92 yang diuji.

4.6.1 Pengujian Aplikasi

Berikut ini merupakan hasil pengujian aplikasi saat dijalankan pada perangkat matlab. Hasil proses pengujian dari masing-masing menu yang terdapat pada aplikasi dapat dilihat sebagai berikut:

1. Tampilan Aplikasi Morfologi

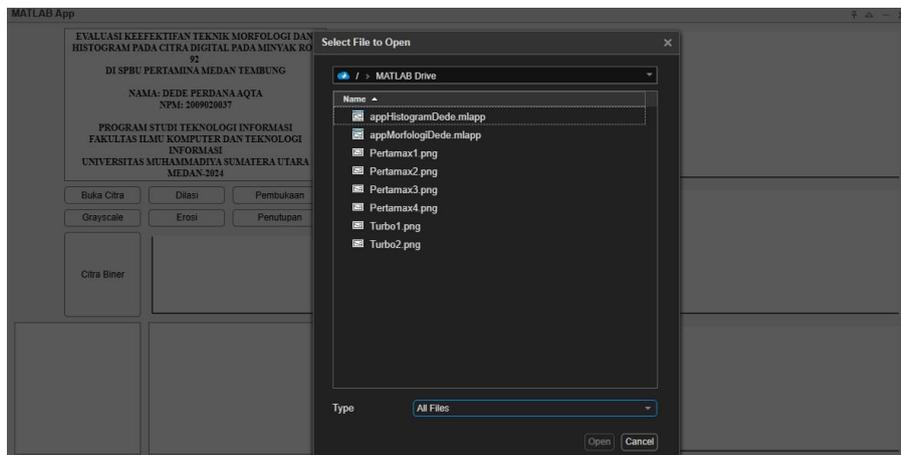
Tampilan dari aplikasi Implementasi Metode Morfologi Minyak Ron-92 dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Tampilan Aplikasi Morfologi

2. Tampilan Pengambilan Citra

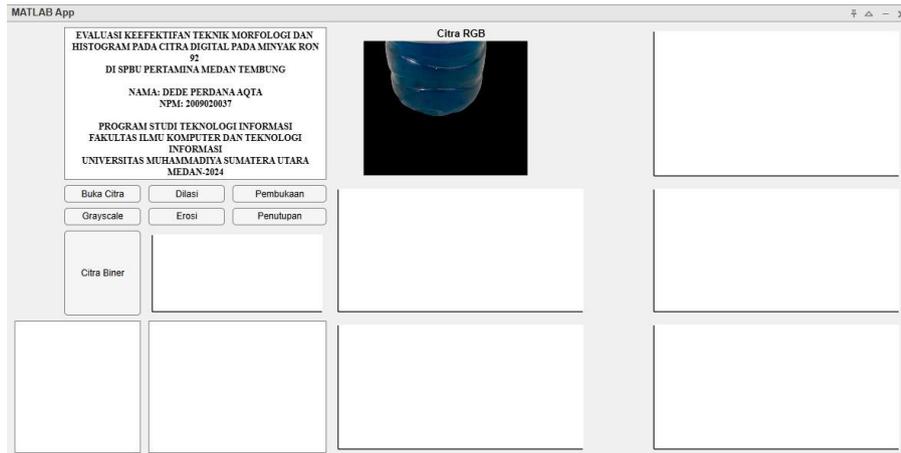
Tampilan dari proses pemilihan citra yang akan diuji menggunakan metode Morfologi dapat dilihat pada gambar 4.6:



Gambar 4.6 Tampilan Pengambilan Citra

3. Tampilan Citra Uji Setelah Dipilih

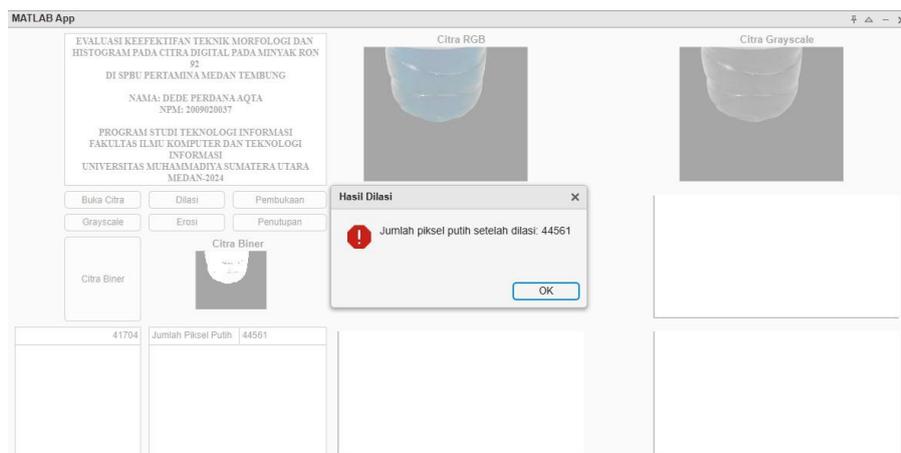
Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji dapat dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Tampilan Citra Uji Morfologi Setelah Dipilih

4. Tampilan Hasil Proses Dilasi

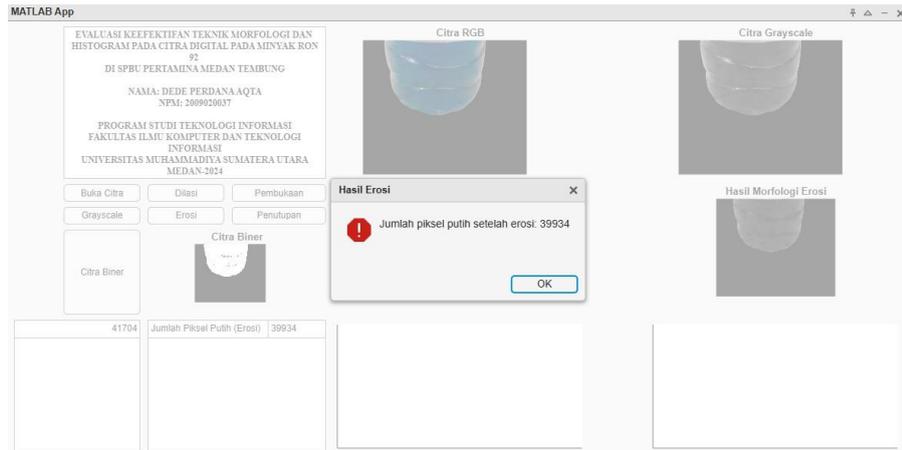
Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji dilasi dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Tampilan Hasil Proses Dilasi

5. Tampilan Hasil Proses Erosi

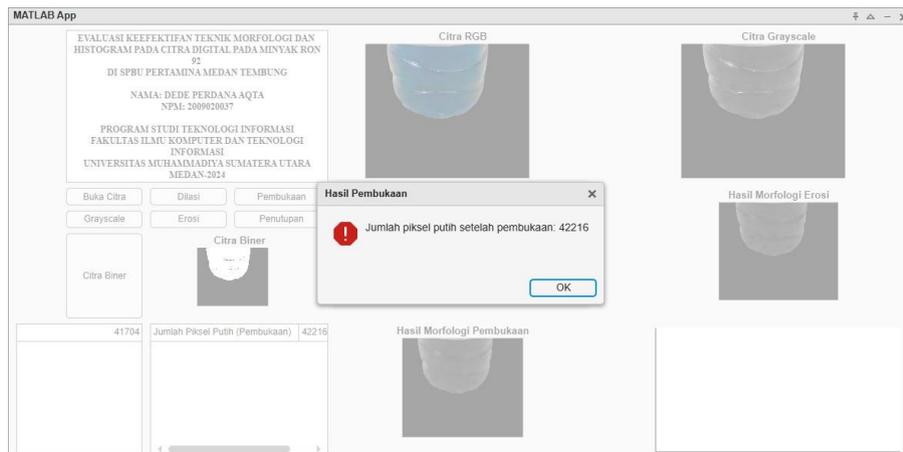
Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji dilasi dapat dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Tampilan Hasil Proses Erosi

6. Tampilan Hasil Proses Opening

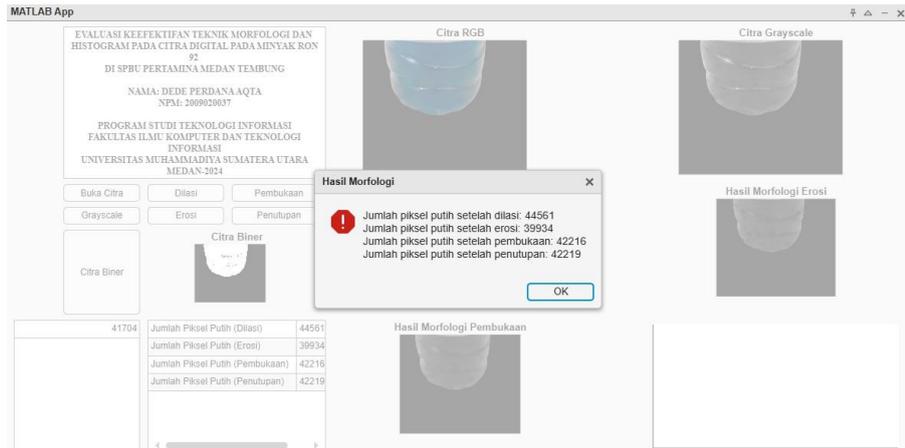
Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji Opening dapat dilihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Tampilan Hasil Proses Pembukaan

7. Tampilan Hasil Proses Closing

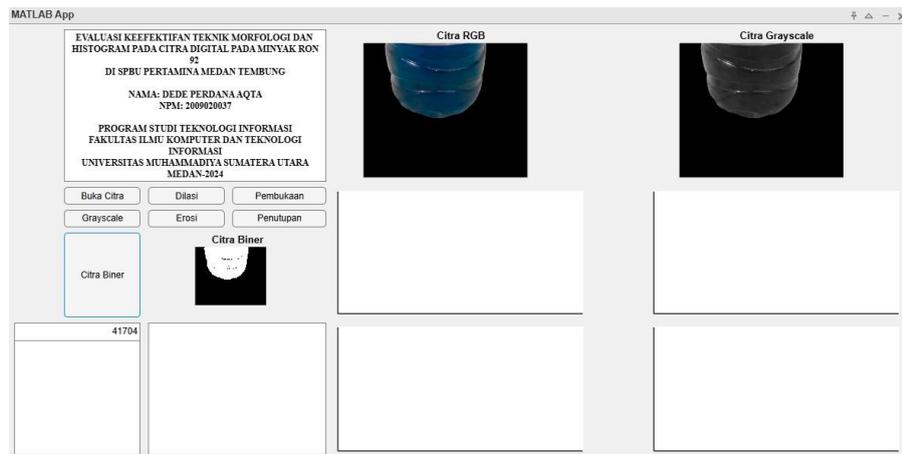
Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji dilasi dapat dilihat pada gambar 4.11



Gambar 4.11 Tampilan Hasil Proses Closing

8. Tampilan Hasil Proses Citra Biner

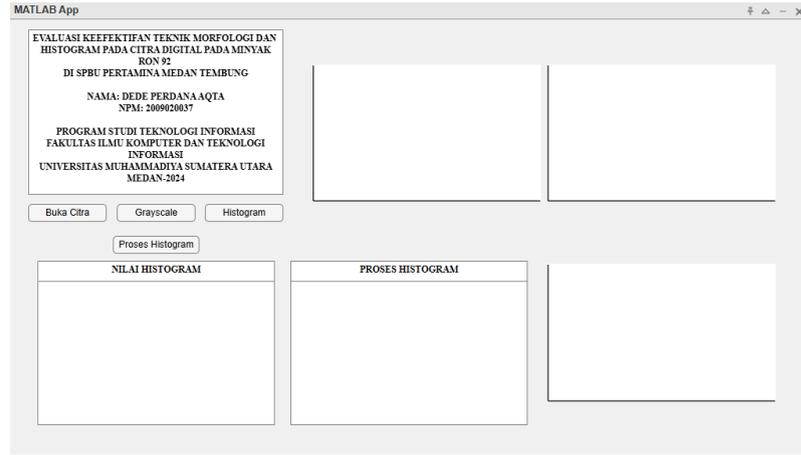
Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji dilasi dapat dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Tampilan Hasil Proses Citra Biner

9. Tampilan Aplikasi Histogram

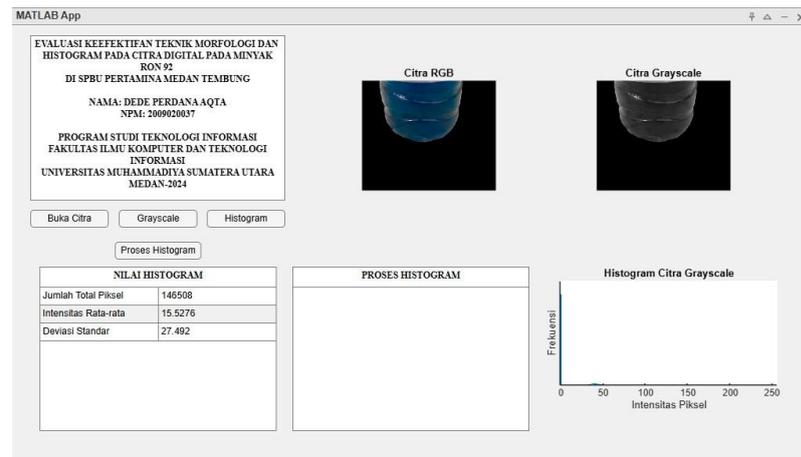
Tampilan dari aplikasi Implementasi Histogram Menganalisa Minyak Ron-92 dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Tampilan Aplikasi Histogram

10. Tampilan Proses Sebelum Histogram

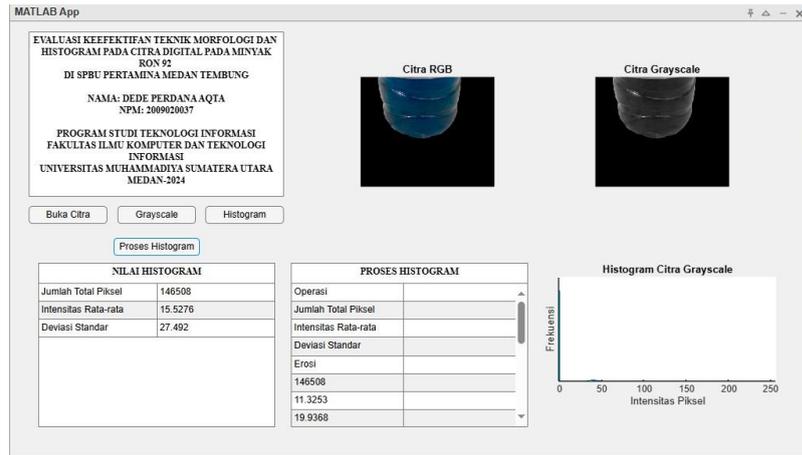
Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji dilasi dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Tampilan Proses Sebelum Histogram

11. Tampilan Proses Sesudah Histogram

Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji dilasi dapat dilihat pada gambar 4.15



Gambar 4.15 Tampilan Proses Sesudah Histogram

4.7 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 4.13

Tabel 4.13 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	✓	✓	✓	✓	✓	✓

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

Dari Tabel diatas dapat disimpulkan bahwasannya Hasil Pengujian aplikasi berjalan dengan sesuai.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Keefektifan Teknik Morfologi dan Histogram: Teknik morfologi dan histogram terbukti efektif dalam mengidentifikasi kualitas minyak RON 92. 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.
- 2) 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.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

- 1) Pengembangan Aplikasi: Disarankan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut pada aplikasi yang telah dibuat, termasuk penambahan fitur analisis yang lebih kompleks dan user-friendly agar dapat digunakan oleh lebih banyak pengguna di industri.

- 2) Uji Coba di Lokasi Lain: Melakukan uji coba aplikasi di lokasi SPBU lain untuk menguji keandalan dan akurasi aplikasi dalam berbagai kondisi dan jenis minyak yang berbeda.
- 3) Penelitian Lanjutan: Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi teknik-teknik pengolahan citra lainnya yang dapat meningkatkan akurasi identifikasi kualitas minyak, serta untuk mengintegrasikan teknologi baru seperti machine learning dalam analisis citra.

DAFTAR PUSTAKA

- Advernesia. (2020). *Pengertian MATLAB dan Kegunaannya*.
<https://www.advernesia.com/blog/matlab/apa-itu-matlab/>
- Agung Adhitya. (2023). *Citra Digital: Konsep, Aplikasi, dan Perkembangannya*. Power Code. <https://blogs.powercode.id/citra-digital-konsep-aplikasi-dan-perkembangannya/>
- Anggraeni, K. (2007). Histogram Citra. *Ilmu Komputer*, 1, 7.
- Asad, M. (2024). *Operasi Morfologi Citra*. Medium.
<https://medium.com/@muhammad.asad1504/operasi-morfologi-citra-329ac5ea18de>
- Dewi, S. (2023). *RON 92: Karakteristik, Jenis, dan Komparasi dengan BBM Lainnya*. Megah Anugerah Energi. <https://solarindustri.com/blog/ron-92-adalah/>
- Indonesia, A., Pengenalan, H., Nusantara, H., Pengenalan, H., Nusantara, H., Pengenalan, H., Nusantara, H., & Kunci, N. K. (2007). *Fakultas teknik universitas muria kodus kodus*. 1–16.
- Johan Supriyanto, S. K. (2013). *Pengertian Citra Digital*. Temukan Pengertian. <https://www.temukanpengertian.com/2013/08/pengertian-citra-digital.html>
- Latuconsina, R., Latumahina, A., Teknik, J., & Ambon, P. N. (2017). IMPLEMENTASI PENGOLAHAN CITRA PADA WARNA MINYAK TRANSFORMATOR PADA PT. PLN (Persero) CABANG AMBON UNTUK MENGETAHUI UMUR MINYAK. *Jurnal J-Innovation*, 6(2).
- Munir, R. (2019). Histogram Citra. *Ilmu Komputer*, 1, 7.
- Nabusa, Y. N. (2019). Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesification Pada Citra Abu-Abu. *J-Icon*, 7(1), 87–95.

- Samuel wicaksono. (2024). *Memahami Operasi Morfologi dalam Pemrosesan Citra Digital*. Medium.
<https://medium.com/@samuelwicaksono14/memahami-operasi-morfologi-dalam-pemrosesan-citra-digital-5641af3bc1e6>
- Sisilia. (2016). Pengaruh Histogram Equalization Untuk Perbaikan. *Jurnal Simetris*, 7(1), 177–182.
- Sumaryanti, L. (2019). Ekstraksi Fitur Morfologi Menggunakan Metode Deteksi Tepi Pada Citra Digital. *Musamus Journal Of Research Information ...*, 1, 41–47. <http://www.ejournal.unmus.ac.id/index.php/mjriict/article/view/2079>
- Susanto, A. (2019). Penerapan Operasi Morfologi Matematika Citra Digital Untuk Ekstraksi Area Plat Nomor Kendaraan Bermotor. *Pseudocode*, 6(1), 49–57. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.6.1.49-57>
- Trivusi. (2022). *Pengertian dan Jenis-Jenis Operasi Morfologi pada Citra*. <https://www.trivusi.web.id/2022/10/operasi-morfologi.html>
- Wuling. (2024). *Apa Itu Ron 92 pada Bahan Bakar Minyak Mobil?* <https://wuling.id/id/blog/autotips/apa-itu-ron-92-pada-bahan-bakar-minyak-mobil>