

**IMPLEMENTASI METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE
MATRIX MENGANALISA TEKSTUR KULIT WAJAH**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

RIZKY FAUZAN NAIBAHO

NPM : 2009020019



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

MEDAN

2024

**IMPLEMENTASI METODE GRAY LEVEL CO-
OCCURRENCE MATRIX MENGANALISA TEKSTUR KULIT
WAJAH**

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 Utara**

**RIZKY FAUZAN NAIBAHO
NPM. 2009020019**

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

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE
MATRIX MENGANALISA TEKSTUR KULIT WAJAH
Nama Mahasiswa : RIZKY FAUZAN NAIBAHO
NPM : 2009020019
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

IMPLEMENTASI METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX MENGANALISA TEKSTUR KULIT WAJAH

SKRIPSI

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

Medan, 14 September 2024

Yang membuat pernyataan



Rizky Fauzan Naibaho

NPM. 2009020019

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

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

Nama : Rizky Fauzan Naibaho
NPM : 2009020019
Program Studi : Teknologi Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

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

**IMPLEMENTASI METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE
MATRIX MENGANALISA TEKSTUR KULIT WAJAH**

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, 14 September 2024
Yang membuat pernyataan



Rizky Fauzan Naibaho
NPM. 2009020019

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Rizky Fauzan Naibaho
Tempat dan Tanggal Lahir : Perdagangan, 05 Maret 2003
Alamat Rumah : Jalan Huta II Nagori Bandar Pulo
Telepon/Faks/HP : 082296178035
E-mail : rizkynaibaho005@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : Tidak Bekerja
Alamat Kantor : Tidak Ada

DATA PENDIDIKAN

SD : SD NEGERI HABATU TAMAT: 2014
SMP : SMP MUHAMMDIYAH PRDG TAMAT: 2017
SMA : SMK AL-WASHLIYAH 02 PRDG 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 membimbing saya 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 selalu membantu saya dalam penulisan skripsi.

IMPLEMENTASI METODE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX MENGANALISA TEKSTUR KULIT WAJAH

ABSTRAK

Skripsi ini berjudul "Implementasi Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) untuk analisis tekstur kulit wajah". GLCM merupakan metode analisis gambar yang dapat mengukur berbagai fitur tekstur seperti kontras, korelasi, energi, dan homogenitas dari gambar bergradasi abu-abu. Skripsi ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas GLCM dalam mengekstraksi dan menganalisis informasi tekstur dari kulit wajah, serta aplikasinya dalam bidang seperti deteksi penyakit kulit dan pengenalan wajah. dalam penelitian ini, gambar kulit wajah dikumpulkan dan diproses menggunakan teknik GLCM untuk menghasilkan matriks co-occurrence pada berbagai jarak dan sudut. Fitur-fitur tekstur yang dihasilkan dari GLCM kemudian dianalisis untuk menentukan pola-pola tekstur khas yang dapat dikaitkan dengan kondisi kulit atau identitas individu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GLCM dapat memberikan informasi tekstur yang signifikan dan relevan dalam konteks analisis kulit wajah, dengan potensi aplikasi dalam teknologi kesehatan dan keamanan.

Kata kunci: Gray Level Co-Occurrence Matrix, analisis tekstur, kulit wajah, deteksi penyakit kulit, pengenalan wajah.

IMPLEMENTATION OF THE GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX METHOD TO ANALYZE FACIAL SKIN TEXTURE

ABSTRACT

This thesis is entitled "Implementation of the Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) method for facial skin texture analysis". GLCM is an image analysis method that can measure various texture features such as contrast, correlation, energy and homogeneity from grayscale images. This thesis aims to explore the effectiveness of GLCM in extracting and analyzing texture information from facial skin, as well as its application in fields such as skin disease detection and facial recognition. In this study, facial skin images were collected and processed using the GLCM technique to produce a co-occurrence matrix at various distances and angles. The texture features resulting from GLCM are then analyzed to determine distinctive texture patterns that can be linked to skin conditions or individual identity. The results show that GLCM can provide significant and relevant texture information in the context of facial skin analysis, with potential applications in health and safety technology.

Keywords: Gray Level Co-Occurrence Matrix, texture analysis, facial skin, skin disease detection, facial recognition.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH.....	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. Pengolahan Citra Digital.....	6
2.3. Citra Warna (RGB).....	8
2.4. Citra Grayscale (Keabuan).....	9
2.5. Segmentasi Citra.....	10
2.6. Ekstraksi Fitur.....	11
2.7. Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM).....	13
2.8. Tekstur Kulit Wajah.....	15
2.9. Matlab.....	16
2.10. Literatur Review.....	17
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1. Jenis Penelitian.....	20
3.2. Tahapan Penelitian.....	20
3.3. Jadwal Penelitian.....	26
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Hasil.....	28
4.1.1 Perancangan.....	28
4.1.2 Analisis Metode GLCM.....	28
4.1.3 Studi Kasus Metode GLCM.....	29
4.1.4 Desain Antarmuka.....	40
4.2 Pembahasan.....	42
4.2.1 Pengujian Aplikasi.....	42
4.2.2 Hasil Pengujian.....	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Literatur Review.....	17
Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	26
Tabel 4.1. Data Latih	29
Tabel 4.2. Nilai Ekstraksi Fitur GLCM	33
Tabel 4.3. Euclidean Distance Citra Uji dengan Citra Latih.....	37
Tabel 4.4. Hasil Pengujian	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Sederhana Pengolahan Citra	6
Gambar 2.2. Koordinat Dalam Citra Digital	7
Gambar 2.3. Matriks Citra Digital	7
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian.....	21
Gambar 3.2. Flowchart Sistem.....	25
Gambar 4.1. Citra Uji	38
Gambar 4.2. Pengujian Matlab	37
Gambar 4.3. Desain Aplikasi.....	41
Gambar 4.4. Tampilan Aplikasi	42
Gambar 4.5. Tampilan Proses Pemilihan Citra Uji	43
Gambar 4.6. Tampilan Citra Uji Setelah Dipilih.....	44
Gambar 4.7. Tampilan Hasil Proses GLCM	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Teknologi pengolahan citra digital telah berkembang secara cepat dalam beberapa dekade terakhir, memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai aspek seperti medis, keamanan, dan kosmetik. Salah satu aplikasi yang menarik perhatian adalah analisis tekstur kulit wajah, yang memiliki berbagai aplikasi mulai dari diagnosis penyakit kulit, identifikasi usia, hingga penentuan jenis kulit untuk perawatan kosmetik yang tepat. Analisis tekstur ini dapat memberikan informasi penting mengenai kondisi kulit, pola penuaan, dan bahkan indikasi kesehatan secara umum.

Kulit wajah menjadi salah satu area yang sangat penting dalam bidang kedokteran kulit dan kecantikan. Pemahaman yang mendalam tentang tekstur kulit wajah memiliki implikasi yang signifikan dalam berbagai aplikasi, mulai dari diagnosis penyakit kulit hingga perencanaan prosedur kosmetik. Salah satu pendekatan yang telah terbukti efektif dalam menganalisis tekstur adalah menggunakan metode pengolahan citra digital. Tekstur kulit wajah adalah ciri khas yang unik bagi setiap individu, tetapi kadang-kadang mencari kemiripan antara dua gambar tekstur kulit wajah bisa menjadi tugas yang menantang. Hal ini karena tekstur kulit wajah memiliki variasi yang besar dalam hal pola, warna, dan detail. Oleh karena itu, diperlukan metode yang akurat dan efisien untuk menguji kemiripan antara gambar-gambar tersebut.

Pemanfaatan teknologi komputer sangat mendukung manusia dalam pengelolaan data dan informasi. Oleh karena itu, peneliti memanfaatkan teknologi komputer menggunakan ilmu citra digital dengan melakukan uji gambar. Akan tetapi dibutuhkan sebuah metode yang tepat untuk dapat menguji sebuah gambar dan mendapatkan nilai keaslian gambar. Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) adalah salah satu teknik yang banyak digunakan untuk analisis tekstur dalam pengolahan citra. GLCM mengukur jumlah pasangan piksel dengan nilai intensitas tertentu yang terlihat pada jarak tertentu dalam citra. Dengan cara ini, GLCM mampu menangkap informasi tekstur yang lebih detail dibandingkan metode lainnya, seperti histogram intensitas. GLCM bekerja dengan memodelkan hubungan spasial antara pasangan piksel dalam citra dan menghasilkan berbagai fitur tekstur yang dapat digunakan untuk menggambarkan karakteristik tekstur tersebut.

Dalam penelitian ini, implementasi GLCM memungkinkan untuk mengekstraksi fitur tekstur yang penting dari citra dengan menganalisis distribusi relatif dari intensitas piksel dan hubungannya dengan piksel tetangga. Dengan menggunakan GLCM, informasi tekstur yang terkandung dalam citra dapat diungkap dengan lebih baik, memungkinkan untuk identifikasi pola tekstur yang rumit. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode GLCM untuk menganalisis tekstur kulit wajah. Melalui penggunaan teknik ini, diharapkan dapat diidentifikasi pola tekstur yang mungkin berkaitan dengan kondisi kesehatan kulit atau karakteristik individu tertentu. Hal ini dapat memberikan kontribusi penting dalam diagnosis dini penyakit kulit, perencanaan prosedur kosmetik yang lebih tepat, serta pengembangan solusi perawatan kulit yang lebih personal.

Dengan menggunakan fitur-fitur yang diekstraksi dari GLCM, seperti kontras, energi, homogenitas, dan korelasi, diharapkan dapat menghasilkan representasi yang akurat dari tekstur kulit wajah. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem pengenalan tekstur kulit wajah yang lebih akurat dan efisien, yang memiliki berbagai aplikasi dalam bidang keamanan, teknologi identifikasi, dan kedokteran.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana implementasi metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dalam menganalisis tekstur kulit wajah ?
2. Apa saja karakteristik tekstur kulit wajah yang dapat diidentifikasi menggunakan GLCM ?
3. Bagaimana tingkat akurasi dan validitas metode GLCM dalam menganalisis tekstur kulit wajah ?

1.3. Batasan Masalah

Dalam penulisan penelitian ini dibatasi permasalahannya sebagai berikut :

1. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian citra tekstur kulit wajah menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM).
2. Citra yang digunakan dalam proses uji coba pada penelitian ini adalah berupa citra berwarna.
3. Aplikasi pada penelitian ini dibangun menggunakan perangkat lunak Matlab.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengimplementasikan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dalam analisis tekstur kulit wajah.
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik tekstur kulit wajah yang dapat diungkapkan melalui metode GLCM.
3. Untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan validitas metode GLCM dalam menganalisis tekstur kulit wajah.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi baru untuk analisis tekstur kulit wajah menggunakan metode GLCM.
2. Hasil penelitian ini dapat meningkatkan kualitas diagnosis penyakit kulit dengan memberikan informasi lebih lanjut tentang tekstur kulit wajah yang berkaitan dengan kondisi kesehatan kulit tertentu.
3. Temuan dari penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dalam bidang analisis tekstur kulit wajah dan penerapan metode GLCM dalam bidang kedokteran kulit dan kecantikan secara luas.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan representasi visual dari suatu objek atau pemandangan yang disimpan dalam format digital dan tersusun atas kumpulan piksel sebagai elemen terkecil gambar. Setiap piksel diberikan nilai numerik yang menggambarkan intensitas kecerahan dan warna. Citra digital dihasilkan melalui perangkat seperti kamera digital atau pemindai yang mengubah objek visual menjadi data digital sehingga dapat diproses oleh komputer. Dalam citra berwarna, masing-masing piksel berisi nilai yang mewakili komponen warna seperti merah, hijau, dan biru (RGB) atau komponen luminans dan krominansi (YCbCr) untuk model warna tertentu.

Citra digital memiliki berbagai aplikasi, seperti pengenalan wajah, deteksi objek, restorasi gambar, pengolahan medis, dan grafika komputer. Melalui teknik pengolahan citra digital, manipulasi pada citra ini dapat dilakukan untuk berbagai tujuan, seperti meningkatkan kualitas gambar, mengekstraksi fitur spesifik, atau mengambil keputusan berdasarkan informasi visual dalam gambar. Citra digital ini sendiri merupakan representasi dua dimensi yang dihasilkan dari proses sampling gambar analog dua dimensi. Gambar analog dibagi ke dalam N baris dan M kolom hingga menjadi bentuk diskrit. Karena citra digital disimpan dalam bentuk data numerik, data ini dapat diolah oleh komputer melalui representasi nilai intensitas pada setiap piksel (Munantri et al., 2020).

2.2 Pengolahan Citra Digital

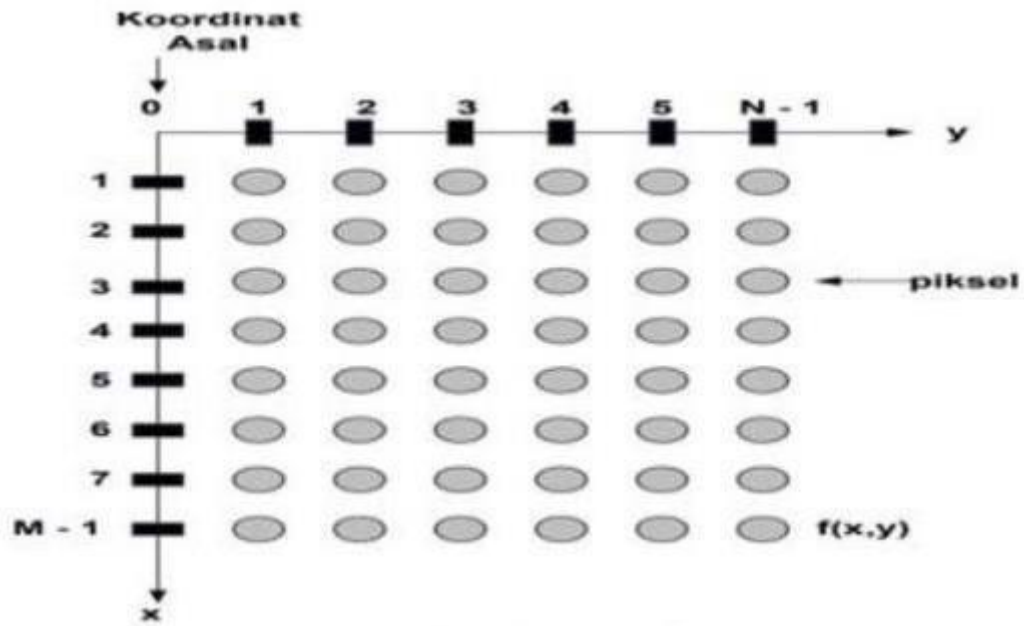
Pengolahan citra digital adalah bidang ilmu yang fokus pada manipulasi dan analisis gambar digital menggunakan berbagai teknik komputasi. Bidang ini memiliki aplikasi luas dalam beragam sektor industri dan ilmu pengetahuan, seperti pengenalan pola, visi komputer, kedokteran, keamanan, dan lainnya. Pengolahan citra digital mempelajari berbagai aspek, termasuk perbaikan kualitas gambar (misalnya, peningkatan kontras, penyesuaian warna, dan restorasi citra), transformasi gambar (seperti translasi, rotasi, skala, dan perubahan geometrik), pemilihan fitur citra yang optimal untuk analisis, serta pengelolaan data melalui kompresi dan reduksi untuk penyimpanan, transmisi, dan efisiensi waktu proses. Diagram sederhana yang menggambarkan proses pengolahan citra dapat dilihat pada gambar di bawah ini: Pengolahan Citra - Input Citra - Output Citra.



Gambar 2.1. Proses Sederhana Pengolahan Citra

(Sumber : Munantri et al., 2020)

Secara umum pengolahan citra digital dapat diartikan sebagai pemrosesan gambar dua dimensi dengan menggunakan komputer. Citra digital merupakan sebuah array (larik) yang berisikan nilai-nilai real maupun kompleks yang dapat direpresentasikan dengan deretan bit tertentu.



Gambar 2.2. Koordinat Dalam Citra Digital

(Sumber : Munantri et al., 2020)

Sebuah citra digital direpresentasikan sebagai matriks yang terdiri dari M kolom dan N baris. Pada titik perpotongan kolom dan baris ini terdapat elemen terkecil dari citra yang disebut piksel (picture element). Setiap piksel memiliki dua parameter utama: koordinat lokasi dan nilai intensitas atau warna. Nilai pada koordinat (x, y) dinyatakan sebagai $f(x, y)$, yang merepresentasikan intensitas atau warna piksel pada titik tersebut.

$$f = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) & \dots & f(1,n) \\ f(2,1) & f(2,2) & \dots & f(2,n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(m,1) & f(m,2) & \dots & f(m,n) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.3. Matriks Citra Digital

(Sumber : Munantri et al., 2020)

Berdasarkan penjelasan di atas, secara matematis citra digital dapat dinyatakan sebagai intensitas $f(x, y)$, di mana x (baris) dan y (kolom) menunjukkan koordinat posisi. Nilai $f(x, y)$ merupakan fungsi pada titik (x, y) yang menggambarkan intensitas

yang diterima oleh citra, atau tingkat keabuan serta warna piksel pada titik tersebut. Besarnya intensitas ini bergantung pada cahaya yang dipantulkan oleh objek. Dengan demikian, nilai $f(x, y)$ sebanding dengan energi yang dipancarkan dari sumber cahaya, yang menentukan besar intensitas $f(x, y)$. (Munantri et al., 2020)

2.3 Citra Warna (RGB)

Skema warna RGB terdiri dari tiga komponen warna utama: merah (red), hijau (green), dan biru (blue). Berbagai teknik digunakan untuk mengolah ketiga komponen ini guna menghasilkan variasi warna yang luas. Salah satu contoh pemrosesan citra RGB adalah mengonversinya menjadi citra keabuan, yang merupakan bagian dari operasi titik. Konversi ini dilakukan dengan menghitung rata-rata intensitas dari nilai RGB pada setiap piksel yang menyusun citra.

Dalam pemrosesan citra, jenis citra biasanya dibedakan menjadi tiga kategori: citra berwarna, citra hitam-putih, dan citra biner. Pada citra berwarna, setiap piksel memiliki warna yang berbeda seperti merah, hijau, atau biru, dengan intensitas masing-masing warna berada dalam rentang 0-255. Dengan kombinasi ini, terdapat hingga 16.581.375 variasi warna yang dapat dihasilkan, sehingga citra ini disebut citra 24-bit atau gambar bit warna. Citra berwarna ini tersusun dari tiga matriks, masing-masing mewakili intensitas komponen red, green, dan blue pada setiap piksel.

Model warna RGB ini adalah standar tampilan pada monitor. Berdasarkan teori penglihatan tri-stimulus, manusia menginterpretasikan warna melalui perbandingan cahaya yang ditangkap oleh sensor fotoreseptor berbentuk kerucut di retina. Sensor ini paling sensitif terhadap panjang gelombang sekitar 630 nm (merah), 530 nm (hijau), dan 450 nm (biru) (Fadjeri et al., 2022).

2.4 Citra Grayscale (Keabuan)

Dalam pemrosesan gambar, terdapat langkah mengubah citra berformat RGB menjadi citra keabuan. Transformasi ini bertujuan untuk menyederhanakan pembacaan citra yang awalnya terdiri dari tiga kanal warna, yaitu Red, Green, dan Blue, menjadi citra dalam skala keabuan. Pada proses ini, perhitungan dilakukan berdasarkan ketiga kanal warna tersebut dengan menggunakan prosedur yang sama untuk setiap kanal. Tujuan dari langkah ini adalah untuk memperoleh citra keabuan, yang umumnya dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Keabuan} = 0.3 \times \text{Red} + 0.59 \times \text{Green} + 0.11 \times \text{Blue}$$

Citra keabuan memberikan representasi warna yang lebih kaya dibandingkan citra biner, karena intensitasnya berada di antara nilai minimum dan maksimum. Banyaknya variasi nilai dalam citra keabuan bergantung pada jumlah bit yang digunakan. Pada umumnya, citra keabuan memiliki format yang dikenal sebagai skala keabuan, dengan hitam sebagai warna minimum dan putih sebagai warna maksimum, sementara warna di antaranya terdiri dari gradasi abu-abu (Fadjeri et al., 2022)

2.5 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah proses membagi atau memisahkan gambar digital menjadi beberapa bagian yang disebut segmen, di mana setiap segmen mewakili satu atau beberapa objek atau wilayah yang memiliki karakteristik visual yang serupa. Tujuan dari segmentasi citra adalah untuk memudahkan analisis atau pemrosesan lebih lanjut terhadap bagian-bagian yang berbeda dalam gambar. Proses segmentasi citra seringkali dilakukan dengan menggunakan berbagai metode dan algoritma yang dapat memisahkan bagian-bagian gambar berdasarkan perbedaan intensitas, warna, tekstur, atau bentuk. Beberapa metode yang umum digunakan dalam segmentasi citra meliputi :

1. Thresholding

Metode ini membagi gambar berdasarkan nilai ambang tertentu, di mana piksel dengan intensitas di atas atau di bawah ambang tersebut dianggap sebagai bagian dari segmen yang berbeda.

2. Clustering

Metode ini menggunakan teknik pengelompokan data untuk memisahkan piksel-piksel dalam gambar ke dalam kelompok-kelompok yang serupa berdasarkan karakteristiknya, seperti algoritma k-means clustering.

3. Edge Detection

Metode ini menemukan tepi atau batas-batas antara objek dalam gambar dengan mendeteksi perubahan tajam dalam intensitas citra.

4. Region Growing

Metode ini memperluas wilayah-wilayah homogen dalam citra berdasarkan kriteria tertentu, seperti konsistensi intensitas atau warna.

Segmentasi citra memiliki banyak aplikasi dalam berbagai bidang, seperti pengenalan objek, pengolahan medis, pemrosesan citra satelit, dan visi komputer. Dengan memisahkan bagian-bagian penting dalam gambar, segmentasi citra membantu mempermudah analisis, pemrosesan, dan interpretasi data visual. Segmentasi citra merupakan proses dalam pengolahan citra yang bertujuan untuk memisahkan area objek dari latar belakangnya, sehingga objek tersebut lebih mudah dianalisis dan dikenali, terutama dalam konteks persepsi visual. Segmentasi ini dilakukan dengan mendasarkan proses pada perbedaan tingkat keabuan dalam citra. Untuk mengonversi citra berwarna dengan nilai matriks untuk setiap komponen R, G, dan B menjadi citra grayscale dengan nilai intensitas s , dilakukan perhitungan rata-rata dari ketiga nilai R, G, dan B (Rilo Pambudi et al., 2020)

2.6 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur dalam konteks pengolahan citra digital adalah proses mengidentifikasi, mengisolasi, dan mengekstrak informasi penting atau karakteristik dari gambar yang relevan untuk analisis atau pemrosesan lebih lanjut. Fitur-fitur ini dapat berupa pola, tekstur, warna, atau karakteristik lainnya yang memungkinkan untuk membedakan antara objek, area, atau fenomena tertentu dalam gambar. Proses ekstraksi fitur bertujuan untuk mereduksi dimensi data citra, sehingga mengubah gambar menjadi representasi yang lebih sederhana namun tetap mempertahankan informasi yang relevan. Fitur-fitur yang diekstraksi dari gambar dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti klasifikasi, deteksi, pengenalan objek, segmentasi, atau pemrosesan lebih lanjut. Beberapa teknik umum yang digunakan dalam ekstraksi fitur citra meliputi :

1. Histogram

Menyajikan distribusi frekuensi intensitas piksel dalam gambar, yang dapat memberikan informasi tentang kecerahan dan kontras gambar.

2. Transformasi Fourier

Mengonversi gambar dari domain spasial ke domain frekuensi untuk menganalisis karakteristik frekuensi dalam gambar.

3. Metode tekstur

Memodelkan dan mengekstrak pola tekstur dalam gambar menggunakan teknik seperti Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) atau Local Binary Patterns (LBP).

4. Deteksi tepi

Mengidentifikasi dan mengekstraksi garis-garis atau tepi objek dalam gambar menggunakan operator seperti Sobel, Prewitt, atau Canny.

5. Deteksi fitur blob

Menemukan dan mengekstraksi daerah-daerah dengan intensitas yang signifikan atau perubahan tajam dalam gambar.

Ekstraksi fitur merupakan langkah penting dalam analisis citra digital karena memungkinkan untuk mereduksi kompleksitas data, memperoleh informasi yang penting secara semantik, dan memfasilitasi pengambilan keputusan atau tindakan berdasarkan informasi visual yang terdapat dalam gambar. Ekstraksi fitur adalah teknik penting yang dibutuhkan dalam berbagai aplikasi komputasi, seperti deteksi objek, pelacakan lokasi, data mining, pengolahan citra, dan lainnya. Teknik ini digunakan untuk mewakili dan mendeskripsikan data yang terdiri dari berbagai macam fitur. Ekstraksi fitur merupakan tahap penting yang dapat meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem. Fitur-fitur ini menggambarkan properti tertentu yang

dapat dihitung dari citra masukan. Proses ekstraksi fitur dilakukan menggunakan data citra hasil segmentasi, dengan fokus pada fitur warna, luas, dan bentuk. (Cahya et al., 2021)

2.7 Gray Level Cooccurrence Matrix (GLCM)

Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) adalah salah satu teknik yang digunakan dalam analisis citra untuk mengekstrak informasi tentang tekstur gambar. Teknik ini berfokus pada hubungan spasial antara pasangan piksel dalam citra, dengan tujuan untuk menemukan pola atau struktur tekstur yang ada dalam gambar. GLCM bekerja dengan menghitung distribusi kemunculan pasangan intensitas piksel yang berbeda dalam suatu jendela gambar. Dengan kata lain, untuk setiap piksel dalam gambar, GLCM menghitung probabilitas kemunculan pasangan piksel tertentu dalam jarak dan arah tertentu. Hasilnya adalah matriks dua dimensi yang disebut GLCM, di mana setiap elemen matriks mewakili frekuensi kemunculan pasangan intensitas piksel tertentu dalam gambar. Setelah GLCM dibuat, berbagai fitur tekstur dapat diekstraksi darinya. Beberapa fitur yang umum diekstraksi dari GLCM meliputi :

1. Kontras : Menggambarkan variasi intensitas antara pasangan piksel dalam gambar.

$$Kontras = \sum_{i,j=0}^{N-1} (i - j)^2 \cdot GLCM(i, j)$$

Di sini, N adalah jumlah tingkat keabuan (gray level) dalam citra, dan $GLCM(i,j)$ adalah nilai pada posisi (i,j) dalam matriks GLCM.

2. Kekasaran : Mengukur variasi intensitas antara piksel tetangga dalam gambar.

$$Kekasaran = \sum_{i,j=0}^{N-1} (GLCM(i, j) \cdot (i - \mu)^2)$$

Di sini, μ adalah nilai rata-rata dari semua elemen dalam matriks GLCM.

3. Homogenitas : Menggambarkan sejauh mana intensitas piksel dalam gambar cenderung seragam.

$$Homogenitas = \sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{GLCM(i, j)}{1 + |i - j|}$$

4. Energi : Mengukur seberapa seragam distribusi intensitas piksel dalam gambar.

$$Energi = \sum_{i,j=0}^{N-1} GLCM(i, j)^2$$

Rumus-rumus tersebut adalah representasi matematis dari konsep fitur- fitur tekstur yang diambil dari GLCM. Setiap fitur memiliki tujuan yang berbeda dalam menganalisis dan memahami tekstur dalam citra, dan rumus-rumus ini digunakan untuk menghitung nilai fitur yang sesuai dari matriks GLCM yang dihasilkan dari citra.

GLCM telah terbukti menjadi alat yang berguna dalam analisis tekstur citra, dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan pola, deteksi objek, pengolahan medis, dan banyak lagi. Meskipun sederhana dalam konsepnya, GLCM dapat memberikan informasi yang kaya tentang struktur tekstur dalam gambar, yang dapat digunakan untuk membedakan antara berbagai jenis objek atau material dalam citra. Penggunaan metode GLCM bertujuan agar dapat melakukan ekstraksi ciri yang berbasis statistik, ciri tersebut diperoleh

dari nilai piksel yang mempunyai nilai tertentu dan membentuk sudut pola. Sudut yang dibentuk dari nilai piksel pada citra adalah 00, 450, 900, 1350 yang digambarkan ke dalam bentuk algoritma. (Zana et al., 2021)

Contoh kasus identifikasi tekstur pada citra grayscale. Misalkan kita memiliki citra grayscale 4x4 berikut :

1	1	2	2
1	1	2	2
3	3	4	4
3	3	4	4

Akan dihitung matriks GLCM untuk arah horizontal (0 derajat) dengan jarak 1 piksel. Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Tentukan pasangan piksel dalam arah horizontal dengan jarak 1 piksel :

Pasangan	Frekuensi
(1,1)	2
(1,2)	2
(2,2)	2
(3,3)	2
(3,4)	2
(4,4)	2

2. Bentuk Matriks GLCM :

Matriks GLCM memiliki ukuran NxN, di mana N adalah jumlah level intensitas dalam citra. Dalam contoh ini, intensitas berkisar dari 1 hingga 4, sehingga ukuran matriks adalah 4x4.

	1	2	3	4
1	2	2	0	0
2	2	2	0	0
3	0	0	2	2
4	0	0	2	2

Penjelasan :

1. Baris 1, Kolom 1 (2) : Terdapat 2 pasangan piksel (1,1).
2. Baris 1, Kolom 2 (2) : Terdapat 2 pasangan piksel (1,2).
3. Baris 2, Kolom 2 (2) : Terdapat 2 pasangan piksel (2,2).
4. Baris 3, Kolom 3 (2) : Terdapat 2 pasangan piksel (3,3).
5. Baris 3, Kolom 4 (2) : Terdapat 2 pasangan piksel (3,4).
6. Baris 4, Kolom 4 (2) : Terdapat 2 pasangan piksel (4,4).

Matriks GLCM ini menunjukkan frekuensi pasangan intensitas piksel yang berdekatan dalam arah horizontal dengan jarak 1 piksel. Informasi dari GLCM ini kemudian dapat digunakan untuk menghitung berbagai fitur tekstur seperti kontras, energi, entropi, dan homogenitas, yang bisa membantu dalam analisis dan klasifikasi citra lebih lanjut.

2.8 Tekstur Kulit Wajah

Kulit adalah salah satu bagian terpenting dari tubuh manusia yang terletak di permukaan luar. Penampilan kulit dapat mencerminkan kondisi fisik dan kesehatan seseorang (Gustianeldi & Minerva, 2021). Kulit wajah adalah lapisan luar dari kulit manusia yang menutupi wajah, yang terdiri dari berbagai jaringan, termasuk lapisan epidermis, dermis, dan jaringan subkutan. Kulit wajah memiliki beberapa

perbedaan dengan kulit di bagian tubuh lainnya, salah satunya adalah memiliki tekstur dan karakteristik yang unik. Tekstur kulit wajah mencakup pola dan struktur permukaan kulit, seperti pori-pori, kerutan halus, garis-garis, dan variasi warna. Hal ini membuat kulit wajah menjadi sangat beragam di antara individu-individu, dengan setiap orang memiliki ciri khas yang unik dalam tekstur kulit mereka.

Selain sebagai pelindung bagi organ internal, kulit wajah juga memiliki peran penting dalam aspek sosial dan estetika. Wajah merupakan bagian terpenting dalam interaksi sosial manusia dan seringkali menjadi fokus perhatian dalam komunikasi non-verbal. Oleh karena itu, pemahaman tentang tekstur kulit wajah menjadi penting dalam berbagai aplikasi, seperti identifikasi individu, analisis medis, dan industri kecantikan. Dalam konteks penelitian pengenalan tekstur kulit wajah, tujuannya adalah untuk mengembangkan metode dan algoritma yang dapat mengidentifikasi dan membandingkan perbedaan serta kemiripan antara pola tekstur kulit wajah dari berbagai gambar. Hal ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengenalan wajah untuk keperluan keamanan, pengenalan identitas, serta dalam pengembangan solusi medis dan kecantikan. Dengan demikian, pemahaman tentang kulit wajah tidak hanya terbatas pada aspek fisiknya, tetapi juga melibatkan aspek sosial, psikologis, dan teknologis yang penting dalam berbagai bidang kehidupan manusia.

2.9 Matlab

MATLAB, yang dikembangkan oleh MathWorks, adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang banyak digunakan. MATLAB mengandalkan konsep array atau matriks sebagai elemen variabel standarnya, di mana data disusun dalam bentuk baris dan kolom. Dalam bidang ilmu dan teknik, MATLAB telah menjadi alat pemrograman standar, khususnya di bidang matematika dan rekayasa,

dan awalnya banyak digunakan oleh para insinyur. Seiring perkembangan zaman, penggunaan MATLAB telah meluas secara cepat ke berbagai bidang lain, terutama di pendidikan, seperti dalam pembelajaran matriks, aljabar linear, numerik, dan lainnya.

Script atau kode dalam MATLAB dikategorikan sebagai bahasa pemrograman tingkat tinggi, yang menggunakan campuran Bahasa Inggris dan notasi matematika, seperti “print this” atau “if $x < 5$ do something.” Program yang ditulis dalam bahasa pemrograman tingkat tinggi ini harus diterjemahkan ke dalam bahasa mesin agar komputer dapat menjalankan instruksi kode. MATLAB menggunakan interpreter untuk menerjemahkan dan mengeksekusi kode secara baris demi baris. Penulisan kode MATLAB disimpan dalam file yang disebut M-files, yang dapat berupa satu atau beberapa file untuk membentuk satu program. (Andani et al., 2020).

2.10 Literatur Review

Pelaksanaan ini dilakukan berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Literatur Review

No.	Nama Peneliti	Judul	Tahun
1	Neneng, N., Puspaningrum, A. S., & Aldino, A. A.	Perbandingan Hasil Klasifikasi Jenis Daging Menggunakan Ekstraksi Ciri Tekstur Gray Level Co-occurrence Matrices (GLCM) Dan Local Binary Pattern (LBP)	2021

2	Agustina, F., & Ardiansyah, Z. A.	Identifikasi Citra Daging Ayam Kampung dan Broiler Menggunakan Metode GLCM dan Klasifikasi-NN	2020
3	Lamasigi, Z. Y., & Lasena, Y.	Identifikasi Tingkat Kesegaran Ikan Tuna Menggunakan Metode GLCM dan KNN	2022
4	Telaumbanua, K., Sudarto, S., Butar-Butar, F., & Bilqis, P. S.	Identifikasi sampah berdasarkan tekstur dengan metode GLCM dan GLRLM menggunakan improved KNN	2021

5	Fandi, M., Nurhayati, O. D., & Isnanto, R.	Aplikasi Identifikasi Jenis Buah Kurma Dengan Metode Glcm Berbasis Android	2020
6	Ullu, H. H., Baso, B., Risald, R., Manek, P. G., & Chrisinta, D.	Ekstraksi Fitur Berbasis Tekstur Pada Citra Tenun Timor Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)	2022
7	Simanjuntak, S. S., Sinaga, H., Telaumbanua, K., & Andri, A.	Klasifikasi Penyakit Daun Anggur Menggunakan Metode GLCM, Color Moment dan K* Tree	2021
8	Wong, J.	Aplikasi Klasifikasi Sampah Organik dan Non Organik dengan Metode GLCM Dan LS-SVM	2022
9	Tasya, M. R., & WA, B. S.	Klasifikasi Kualitas Kematangan Wortel Menggunakan Metode GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix) Dan Neural Network	2020
10	Larasati, D. A.	Penerapan Metode KNN dan Ekstraksi Ciri GLCM Dalam Klasifikasi Citra Ikan Berformalin	2022

BAB III

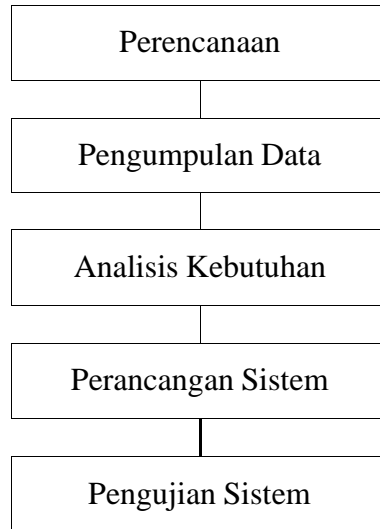
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, jenis penelitian kuantitatif digunakan untuk mengukur secara sistematis efektivitas dan keandalan implementasi Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dalam menguji kemiripan antara gambar-gambar digital. Melalui pendekatan eksperimen yang terkontrol, variasi parameter-parameter GLCM dievaluasi untuk mengidentifikasi pengaruhnya terhadap hasil perbandingan gambar. Analisis statistik digunakan untuk mengevaluasi korelasi antara fitur-fitur ekstraksi GLCM dan tingkat kemiripan gambar, serta untuk menguji hipotesis terkait dengan keakuratan dan keandalan teknik ini dalam pengujian kemiripan. Dengan demikian, penelitian kuantitatif ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang potensi dan batasan implementasi GLCM dalam konteks pengujian kemiripan gambar digital.

3.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini, secara keseluruhan, bertujuan untuk mengembangkan sebuah aplikasi yang berbasis desktop yang digunakan untuk penambahan invisible watermark pada sebuah citra digital yang bertujuan untuk melindungi hak cipta kepemilikan dari citra tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan untuk pelaksanaan penelitian dan membangun sistem adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan gambar 3.1. Kerangka Kerja Penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian akan diuraikan sebagai berikut :

1. Perencanaan

Pada tahap perencanaan mulai dilakukan identifikasi dari masalah yang ditemukan. Selanjutnya dilakukan perencanaan proses-proses yang akan terjadi dalam aplikasi. Sistem yang akan dibangun pada penelitian ini digunakan untuk melakukan penerapan algoritma Discrete Wavelet Transform (DWT) dalam proses penambahan invisible watermark pada citra digital untuk selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil penambahan invisible watermark yang akan dilakukan pada tahap pengujian.

2. Pengumpulan Data

Untuk memperoleh informasi, data pendukung, dan teori yang relevan dalam penyusunan proposal skripsi ini, diperlukan beberapa teknik pengumpulan data. Teknik pengumpulan data yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Penelitian Kepustakaan

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan informasi dengan cara mencari jurnal dan ebook untuk memperluas pemahaman serta mengumpulkan referensi teori yang diperlukan. Referensi tersebut diambil dari berbagai artikel dan jurnal yang tersedia di internet yang relevan dengan penelitian ini.

b. Studi Literatur

Studi Pustaka (Literatur) adalah proses yang melibatkan pengumpulan daftar pustaka, membaca, mencatat, dan mengolah informasi yang berkaitan dengan penelitian, serta menemukan referensi yang relevan dengan kasus atau isu yang terkait dengan tugas akhir. Tujuan dari studi pustaka ini adalah untuk memberikan ide-ide yang dapat digunakan dalam pengembangan kerangka konseptual untuk metode penelitian berdasarkan tinjauan pustaka.

c. Observasi

Pengamatan (Observasi) merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang efektif untuk mempelajari suatu sistem. Hal ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap penerapan metode GLCM dalam proses pengolahan citra digital.

3. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah proses yang melibatkan identifikasi berbagai elemen yang diperlukan untuk membangun sistem yang dirancang untuk mendukung dan mempermudah proses pembuatan suatu objek. Analisis kebutuhan terdiri dari dua aspek utama, yaitu kebutuhan fungsional dan nonfungsional.

a. Analisa Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional yang harus dimiliki aplikasi adalah :

- 1) Mengimplementasikan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) pada aplikasi yang akan dibangun.
- 2) Aplikasi yang dibangun dapat digunakan untuk menguji kemiripan antara gambar.

b. Analisa Kebutuhan Non-fungsional

Kebutuhan non-fungsional yang harus dimiliki oleh aplikasi adalah :

- 1) Waktu proses pengujian haruslah cepat dan efisien, sehingga dapat mengefektifkan waktu penggunaan aplikasi.
- 2) Tampilan antarmuka aplikasi agar dirancang dengan menarik dan dapat dimengerti oleh pengguna.

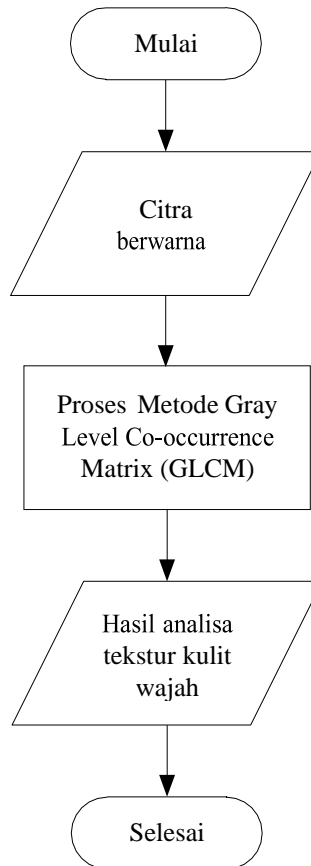
4. Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi adalah aspek krusial dalam pengembangan sistem atau aplikasi, yang bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai aplikasi yang akan dibuat. Perancangan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi umum aplikasi yang akan dibangun pada penelitian ini. Perancangan implementasi metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) untuk menganalisis tekstur kulit wajah dimulai dengan mendefinisikan tujuan dan ruang lingkup penelitian, kemudian mengkaji literatur yang relevan dan mengumpulkan

dataset citra kulit wajah. Selanjutnya, dilakukan pra-pemrosesan citra seperti normalisasi, filterisasi, dan segmentasi. Implementasi GLCM melibatkan penentuan parameter seperti jarak antar piksel dan arah, serta ekstraksi fitur tekstur. Fitur yang diekstraksi kemudian dianalisis dan kinerjanya dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi dan presisi. Setelah itu, model machine learning dikembangkan dan divalidasi, diikuti oleh optimasi parameter untuk meningkatkan kinerja. Sistem yang dikembangkan diuji di lapangan dengan data nyata untuk menilai performa praktisnya. Adapun flowchart yang menggambarkan fungsi yang akan diterapkan di dalam aplikasi dalam proses penambahan invisible watermark dan proses menampilkan invisible watermark dapat dilihat sebagai berikut :

a. Flowchart Sistem

Flowchart yang menampilkan proses analisa tekstur kulit wajah pada sistem dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Flowchart Sistem

5. Pengujian Aplikasi

Pada tahap ini, dilakukan penggabungan modul-modul yang telah dibuat, diikuti dengan pengujian untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan telah sesuai dengan rencana awal dan untuk mengidentifikasi adanya kesalahan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji aplikasi yang dihasilkan, khususnya untuk menilai tingkat kemiripan antara gambar-gambar menggunakan aplikasi yang telah dibangun.

3.3. Jadwal Penelitian

Waktu dan jadwal pelaksanaan pada penelitian Implementasi Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix Menganalisa Tekstur Kulit Wajah dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Penelitian

Keterangan	Jadwal Penelitian															
	Mei (2024)				Juni (2024)				Juli (2024)				Agustus (2024)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Perencanaan	■	■	■	■												
Pengumpulan data					■	■	■									
Perancangan									■	■	■					
Pengujian										■	■	■	■			
Penerapan													■	■	■	■

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Perancangan

Pada bab ini, akan diuraikan hasil penelitian yang mencakup aplikasi penerapan metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) untuk menganalisis tekstur kulit wajah. Hasil implementasi tersebut akan ditampilkan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat, sehingga memudahkan dalam mengevaluasi keberhasilan metode yang diterapkan. Proses analisa tekstur dilakukan dengan memastikan bahwa karakteristik tekstur kulit wajah dapat diidentifikasi dengan tepat menggunakan algoritma yang sesuai. Hasil akhir dari implementasi ini adalah klasifikasi kondisi kulit wajah berdasarkan tekstur, yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti diagnostik kulit dan perawatan kecantikan. Dengan menggunakan metode GLCM, diharapkan analisa tekstur kulit wajah dapat memberikan informasi yang akurat dan dapat diandalkan, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam aplikasi analisa kulit wajah.

4.1.2 Analisis Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)

Pada bagian ini, akan dilakukan analisis metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) yang digunakan dalam menganalisis tekstur kulit wajah. GLCM adalah salah satu metode yang efektif dalam pemrosesan citra karena kemampuannya untuk mengevaluasi tekstur dengan menghitung frekuensi pasangan piksel dengan nilai intensitas tertentu yang terjadi pada jarak dan sudut tertentu. Berikut adalah langkah-langkah dari metode GLCM dalam proses analisis tekstur kulit wajah :

1. Konversi Gambar Menjadi Grayscale

Gambar akan diubah menjadi citra grayscale, sehingga setiap piksel memiliki satu nilai intensitas antara 0 hingga 255.

2. Ekstrak Fitur dari GLCM

Beberapa fitur yang umum diambil dari GLCM antara lain : Kontras, Korelasi, Energi dan Homogenitas. Fitur-fitur ini membantu dalam mendeskripsikan tekstur kulit wajah.

3. Proses Klasifikasi

Setelah fitur diekstrak, dilakukan proses klasifikasi jenis kulit wajah berdasarkan fitur-fitur yang telah diperoleh dari GLCM.

Dengan menggunakan metode GLCM, dapat dilakukan analisis dan klasifikasi tekstur kulit wajah dengan akurasi yang baik. Implementasi ini memungkinkan identifikasi berbagai jenis kulit, seperti kulit berjerawat, kulit berminyak, kulit kering, kulit kombinasi, kulit normal dan kulit sensitif.





4.1.3 Studi Kasus Metode GLCM















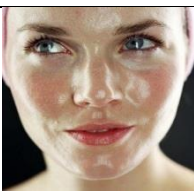





Berikut ini adalah studi kasus dari penggunaan metode GLCM dalam melakukan analisis dan klasifikasi tekstur kulit wajah berdasarkan data latih dan data uji sebagai berikut :




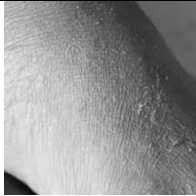






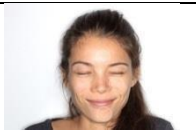







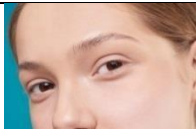
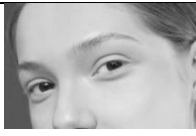
1. Data latih

















Data latih yang akan digunakan akan diproses oleh sistem agar menjadi citra grayscale agar dapat diproses dengan metode GLCM untuk mendapatkan nilai ekstraksi citra. Berikut ini merupakan data latih yang akan digunakan pada sistem yang dibangun pada penelitian ini :

Tabel 4.1 Data Latih

No.	Citra Asli	Citra Grayscale	Jenis Kulit
1			Berjerawat
2			Berjerawat

No.	Citra Asli	Citra Grayscale	Jenis Kulit
3			Berjerawat
4			Berjerawat
5			Berjerawat
6			Berminyak
7			Berminyak
8			Berminyak
9			Berminyak
10			Berminyak
11			Kering
12			Kering





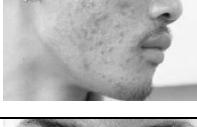





No.	Citra Asli	Citra Grayscale	Jenis Kulit
13			Kering
14			Kering
15			Kering
16			Perpaduan
17			Perpaduan
18			Perpaduan
19			Perpaduan
20			Perpaduan
21			Normal
22			Normal


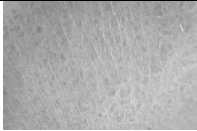








No.	Citra Asli	Citra Grayscale	Jenis Kulit
23			Normal
24			Normal
25			Normal
26			Sensitif
27			Sensitif
28			Sensitif
29			Sensitif
30			Sensitif











2. Ekstraksi Fitur dari GLCM

Berdasarkan citra yang telah diubah dari citra warna menjadi grayscale selanjutnya dilakukan proses ekstraksi fitur dari masing-masing citra sehingga di dapatkan nilai dari GLCM berupa Kontras, Korelasi, Energi dan Homogenitas sebagai berikut :

Tabel 4.2 Nilai Ekstraksi Fitur GLCM

No.	Citra Grayscale	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
1		0.1118	0.9706	0.1757	0.9452
2		0.0334	0.9944	0.2288	0.9833
3		0.2137	0.9716	0.2008	0.9248
4		1.9994	0.7813	0.0684	0.7717
5		0.0763	0.9728	0.2272	0.9632
6		0.1709	0.9611	0.1960	0.9216
7		0.1099	0.9639	0.2408	0.9452
8		0.2868	0.8249	0.2371	0.8654
9		0.1082	0.9721	0.1941	0.9547
10		0.1316	0.9831	0.1418	0.9381

No.	Citra Grayscale	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
11		0.0878	0.9863	0.1878	0.9569
12		0.2451	0.7167	0.2743	0.8836
13		0.0835	0.9822	0.1680	0.9588
14		0.0656	0.9751	0.2797	0.9680
15		0.1661	0.9728	0.1636	0.9195
16		0.1733	0.9513	0.4017	0.9528
17		0.0853	0.9798	0.3232	0.9657
18		0.0626	0.9936	0.3797	0.9699
19		0.1641	0.9749	0.1731	0.9407
20		0.1074	0.9793	0.1915	0.9578

No.	Citra Grayscale	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas
21		0.1497	0.9825	0.1512	0.9397
22		0.0532	0.9866	0.3591	0.9751
23		0.1604	0.9846	0.1522	0.9303
24		0.0607	0.9610	0.6328	0.9752
25		0.0967	0.9428	0.4603	0.9582
26		0.0858	0.9409	0.3465	0.9573
27		0.1284	0.9678	0.2196	0.9365
28		0.0516	0.9827	0.2152	0.9744
29		0.1754	0.9708	0.2192	0.9381
30		0.0636	0.9691	0.2668	0.9702

3. Citra Uji

Sebagai contoh citra uji yang akan digunakan adalah citra berjerawat yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Citra Uji

Dimana citra tersebut memiliki nilai Kontras, Korelasi, Energi dan Homogenitas sebagai berikut :

Kontras : 0.1118

Korelasi : 0.9706

Energi : 0.1757

Homogenitas : 0.9452

4. Proses Klasifikasi

Dalam proses klasifikasi akan dihitung nilai euclidean ke setiap citra latih. Jarak Euclidean antara dua vektor (x_1, x_2, \dots, x_n) dan (y_1, y_2, \dots, y_n) dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$d(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2}$$

Sebagai contoh antara citra uji dengan citra latih pertama adalah sebagai berikut :

$$d(\text{Citra Uji}, \text{Citra latih1})$$

$$= \sqrt{((0.1118 - 0.1118)^2 + (0.9706 - 0.9706)^2 + (0.1757 - 0.1757)^2 + (0.9452 - 0.9452)^2)}$$
$$= 0$$

Antara citra uji dengan citra latih kedua adalah sebagai berikut :

$$d(\text{Citra Uji}, \text{Citra latih2})$$

$$= \sqrt{((0.1118 - 0.0334)^2 + (0.9706 - 0.9944)^2 + (0.1757 - 0.2288)^2 + (0.9452 - 0.9833)^2)}$$
$$= 0.10480562961978708$$

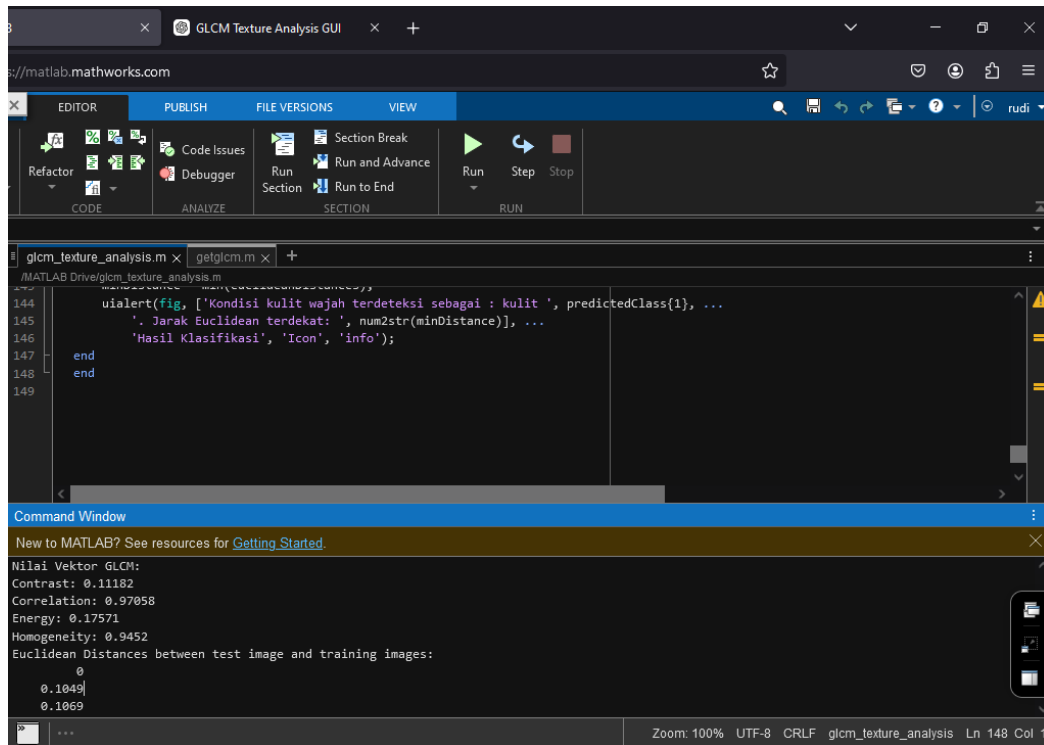
Antara citra uji dengan citra latih ketiga adalah sebagai berikut :

$$d(\text{Citra Uji, Citra latih3})$$

$$= \sqrt{((0.1118 - 0.2137)^2 + (0.9706 - 0.9716)^2 + (0.1757 - 0.2008)^2 + (0.9452 - 0.9248)^2)}$$

$$= 0.10691482591296683$$


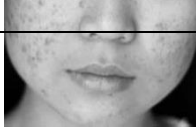
Tampilan dari matlab saat melakukan pengujian antara citra uji dengan citra latih pertama, kedua dan ketiga adalah sebagai berikut :

























Gambar 4.2. Pengujian Matlab







Rumus yang sama digunakan hingga mendapatkan keseluruhan jarak euclidean antara citra uji dengan citra latih sehingga di dapat hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Euclidean Distance Citra Uji dengan Citra Latih

No.	Citra Latih	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas	Euclidean Distance
1		0.1118	0.9706	0.176	0.9452	0
2		0.0334	0.9944	0.229	0.9833	0.10480563

No.	Citra Latih	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas	Euclidean Distance
3		0.2137	0.9716	0.201	0.9248	0.10691483
4		1.9994	0.7813	0.068	0.7717	1.90800519
5		0.0763	0.9728	0.227	0.9632	0.06512557
6		0.1709	0.9611	0.196	0.9216	0.06746933
7		0.1099	0.9639	0.241	0.9452	0.06547144
8		0.2868	0.8249	0.237	0.8654	0.2489809
9		0.1082	0.9721	0.194	0.9547	0.02107178
10		0.1316	0.9831	0.142	0.9381	0.04180801
11		0.0878	0.9863	0.188	0.9569	0.03325342
12		0.2451	0.7167	0.274	0.8836	0.30943597
13		0.0835	0.9822	0.168	0.9588	0.03434676

No.	Citra Latih	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas	Euclidean Distance
14		0.0656	0.9751	0.28	0.968	0.11614874
15		0.1661	0.9728	0.164	0.9195	0.06132071
16		0.1733	0.9513	0.402	0.9528	0.23513507
17		0.0853	0.9798	0.323	0.9657	0.15153676
18		0.0626	0.9936	0.38	0.9699	0.21254583
19		0.1641	0.9749	0.173	0.9407	0.0527332
20		0.1074	0.9793	0.192	0.9578	0.02243769
21		0.1497	0.9825	0.151	0.9397	0.04699489
22		0.0532	0.9866	0.359	0.9751	0.19549816
23		0.1604	0.9846	0.152	0.9303	0.05772538
24		0.0607	0.961	0.633	0.9752	0.46102471

No.	Citra Latih	Kontras	Korelasi	Energi	Homogenitas	Euclidean Distance
25		0.0967	0.9428	0.46	0.9582	0.28664789
26		0.0858	0.9409	0.347	0.9573	0.17571892
27		0.1284	0.9678	0.22	0.9365	0.04781527
28		0.0516	0.9827	0.215	0.9744	0.07863422
29		0.1754	0.9708	0.219	0.9381	0.07737997
30		0.0636	0.9691	0.267	0.9702	0.1060646

Berdasarkan hasil perhitungan euclidean distance antara citra uji dengan citra latih di dapat jarak terdekat adalah 0 di dapat hasil perhitungan antara citra uji dengan citra latih pertama. Sehingga dapat disimpulkan citra yang di uji akan memberikan hasil percobaan klasifikasi berupa kulit berjerawat.

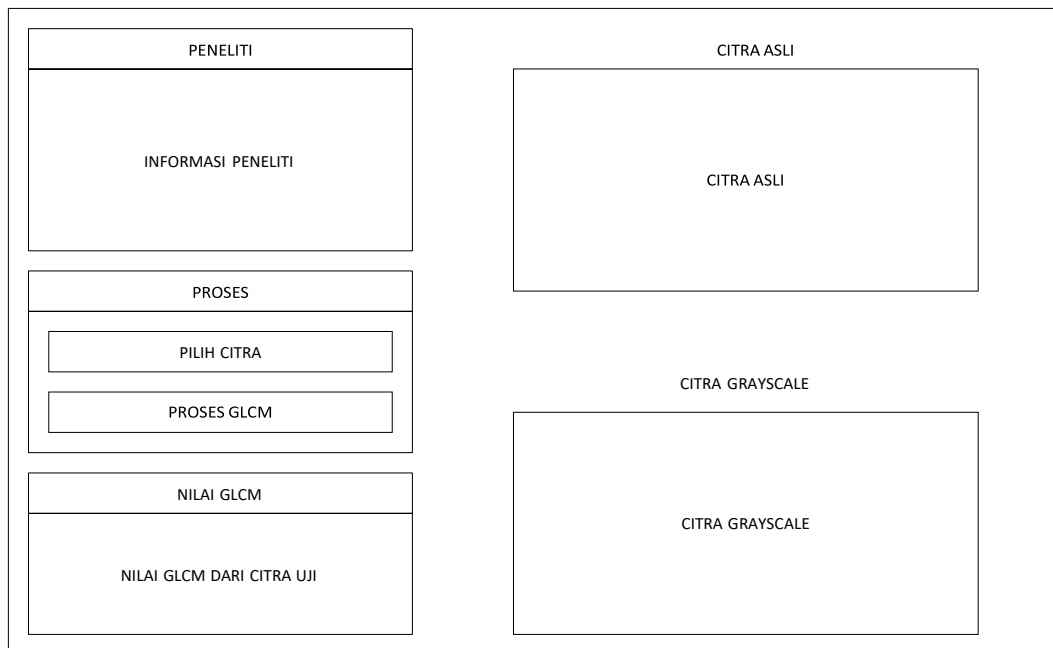
4.1.4 Desain Antarmuka

Antarmuka pengguna (user interface) adalah tampilan program yang dapat dilihat, didengar, atau dirasakan oleh pengguna, serta berisi perintah-perintah atau mekanisme yang digunakan oleh pengguna untuk mengendalikan operasi dan memasukkan data. Berikut ini adalah perancangan antarmuka untuk

aplikasi yang menerapkan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix dalam analisis tekstur kulit wajah.

1. Desain Aplikasi

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 GLCM dan informasi nilai GLCM 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

4.2 Pembahasan

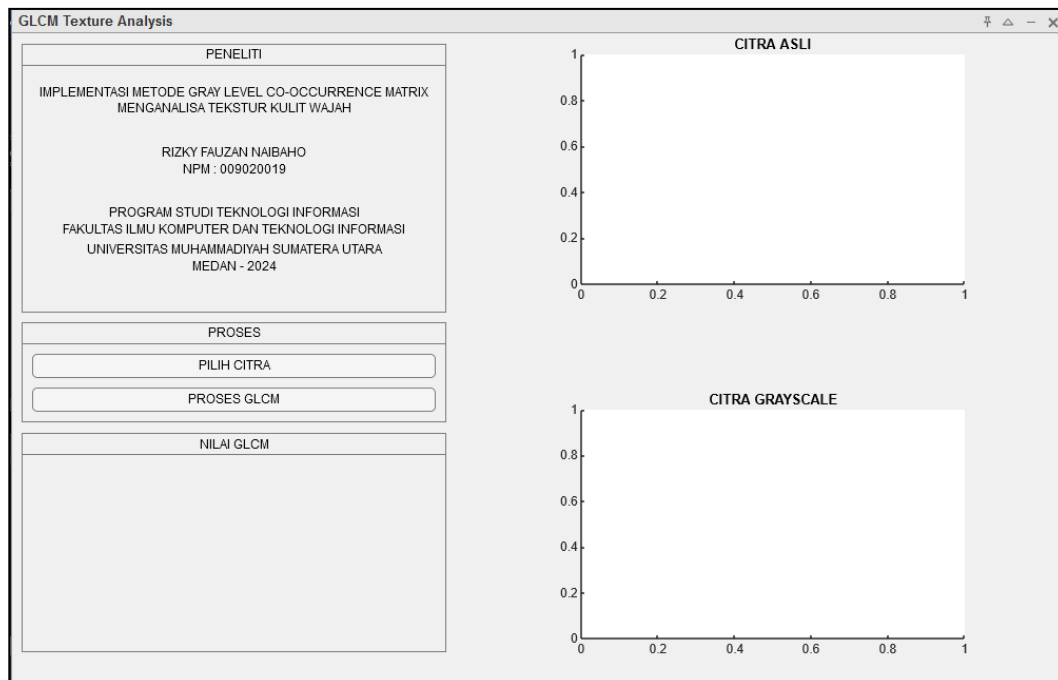
Dalam penelitian ini, telah dikembangkan sebuah aplikasi yang berfungsi untuk melakukan ekstraksi fitur dari citra kulit wajah dengan menggunakan metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM), serta menganalisis untuk mengklasifikasikan jenis kulit wajah yang sedang diuji.

4.2.1 Pengujian Aplikasi

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

1. Tampilan Aplikasi

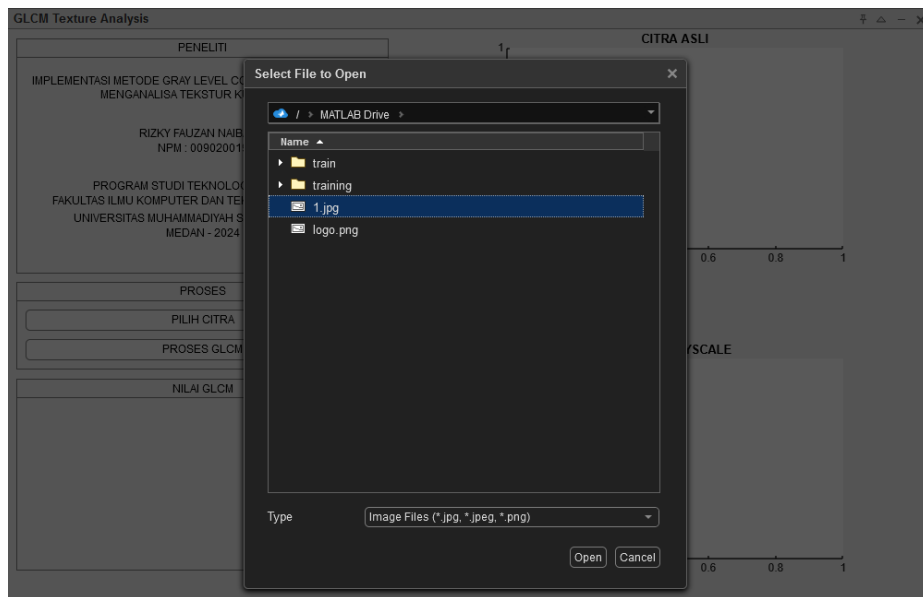
Tampilan dari aplikasi Implementasi Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix Menganalisa Tekstur Kulit Wajah dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Tampilan Aplikasi

2. Tampilan Proses Pemilihan Citra Uji

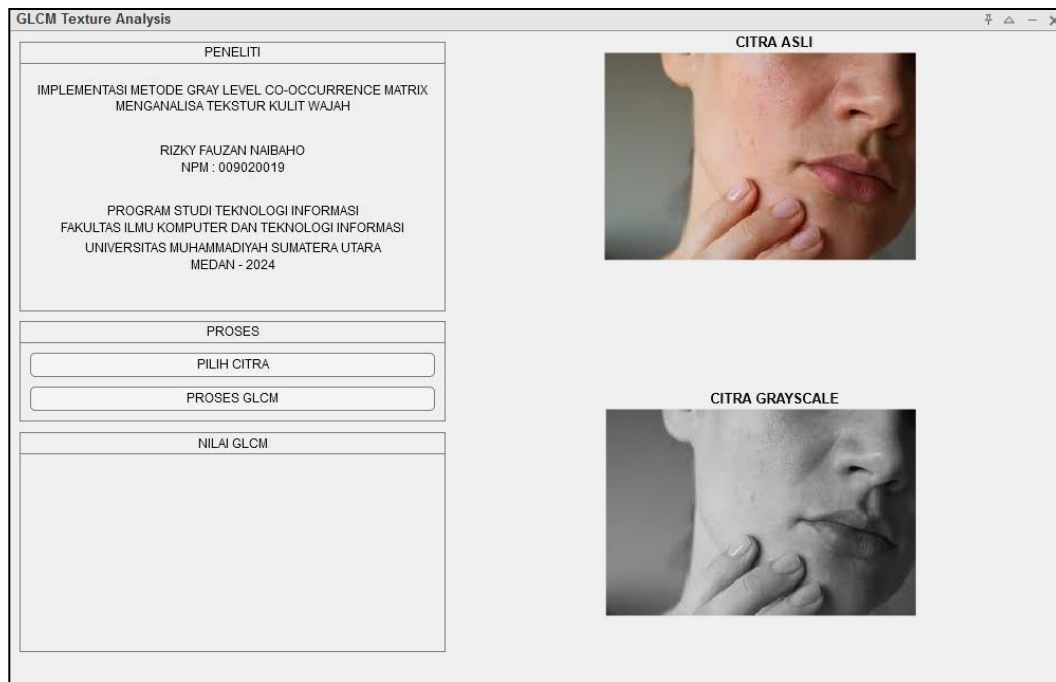
Tampilan dari proses pemilihan citra yang akan diuji menggunakan metode GLCM dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Tampilan Proses Pemilihan Citra Uji

3. Tampilan Citra Uji Setelah Dipilih

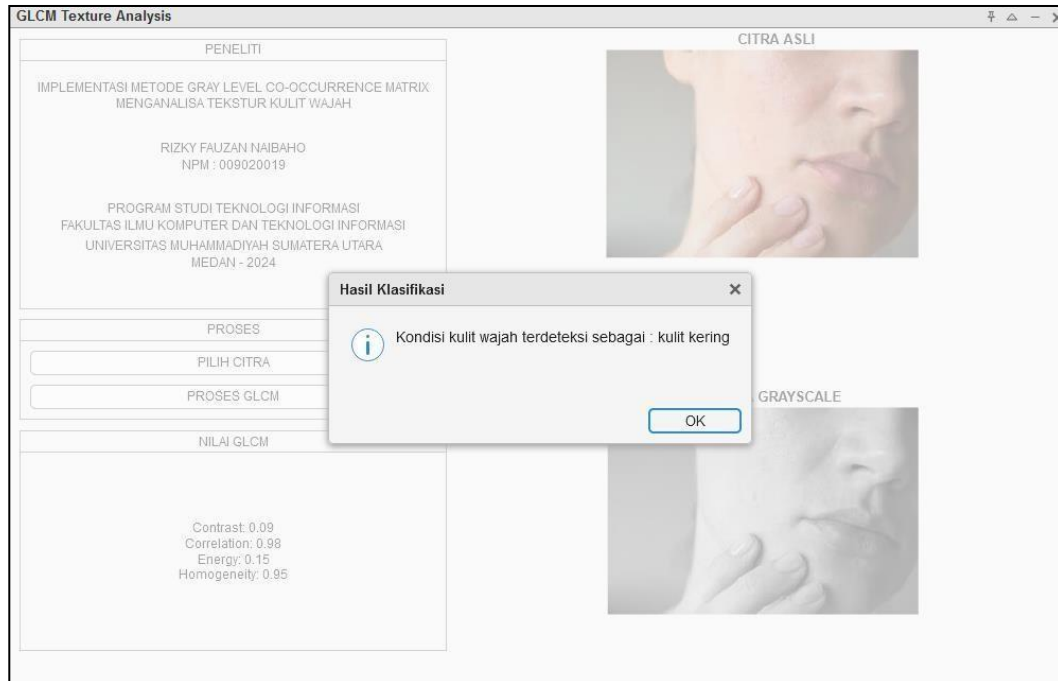
Tampilan yang menggambarkan aplikasi setelah pengguna memilih citra uji dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Tampilan Citra Uji Setelah Dipilih

4. Tampilan Hasil Proses GLCM

Setelah citra uji dipilih, selanjutnya pengguna dapat melakukan proses ekstraksi fitur citra menggunakan metode GLCM dengan memilih menu PROSES GLCM yang terdapat pada aplikasi. Tampilan hasil proses GLCM dapat dilihat pada gambar 4.7.


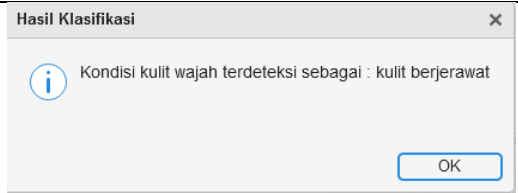

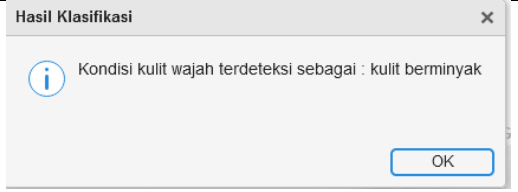



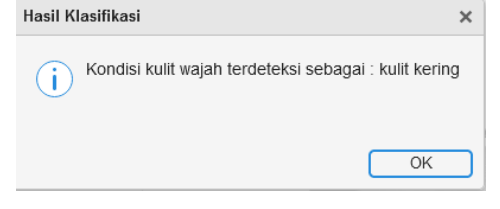
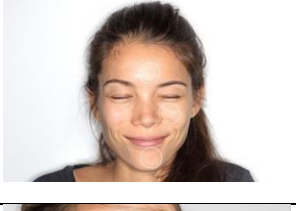
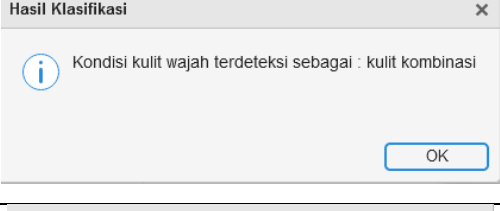

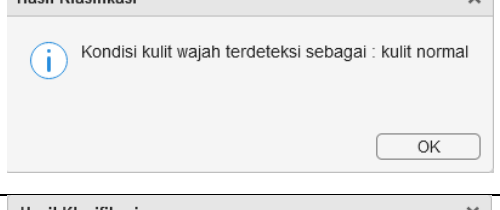

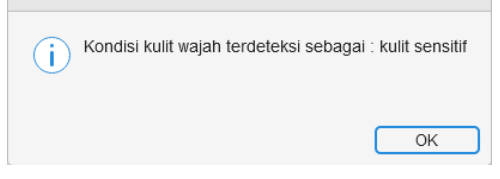
Gambar 4.7. Tampilan Hasil Proses GLCM

4.2.2 Hasil Pengujian

Dalam pengujian penelitian akan melakukan proses pengujian terhadap citra dari masing-masing jenis kulit untuk ditampilkan apakah aplikasi akan menghasilkan proses klasifikasi yang sesuai. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian

No.	Citra Uji	Jenis Kulit	Hasil Pengujian
1		Berjerawat	
2		Berminyak	

3		Kering	
4		Kombinasi	
5		Normal	
6		Sensitif	

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah aplikasi yang dirancang untuk menganalisis jenis kulit wajah. Proses analisis dilakukan dengan menerapkan metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM), yang berfungsi untuk mengekstrak fitur dari citra yang dianalisis. Setelah fitur diekstraksi, aplikasi menghitung nilai terdekat antara citra uji dan citra latih, kemudian menampilkan hasil klasifikasi yang sesuai. Citra yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari citra berwarna, atau citra RGB, yang berfungsi sebagai data latih dan data uji. Aplikasi ini juga menampilkan hasil klasifikasi dari citra uji yang dipilih serta nilai ekstraksi fitur dari citra tersebut. Selain itu, aplikasi ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Matlab.

5.2 Saran

Untuk menyempurnakan aplikasi ini maka diberikan saran :

1. Diharapkan untuk menambahkan data latih dan data uji dari citra kulit wajah agar proses klasifikasi yang dihasilkan dapat lebih akurat dalam proses klasifikasi jenis kulit wajah.
2. Diharapkan untuk dikembangkan ke dalam bahasa pemrograman lainnya seperti berbasis *web* agar aplikasi yang dihasilkan dapat digunakan secara *online* oleh banyak orang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F., & Ardiansyah, Z. A. (2020). Identifikasi Citra Daging Ayam Kampung dan Broiler Menggunakan Metode GLCM dan Klasifikasi-NN. *Jurnal Ilmiah Infokam*, 16(1).
- Andani, T., Badruzzaman, F. H., & Harahap, E. (2020). Operasi Matriks Sebagai Media Pembelajaran Menggunakan MATLAB Matrix Operations as Learning Media Using MATLAB. *Journal Pendidikan Matematika*, 19(2), 33–45.
- Cahaya, F. N., Pebrianto, R., & M, T. A. (2021). Klasifikasi Buah Segar dan Busuk Menggunakan Ekstraksi Fitur Hu-Moment , Haralick dan Histogram. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 6(1), 57–62. <https://doi.org/10.31294/ijcit.v6i1.10052>
- Fadjeri, A., Saputra, B. A., Adri Ariyanto, D. K., & Kurniatin, L. (2022). Karakteristik Morfologi Tanaman Selada Menggunakan Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Ilmiah SINUS*, 20(2), 1. <https://doi.org/10.30646/sinus.v20i2.601>
- Fandi, M., Nurhayati, O. D., & Isnanto, R. (2020). Aplikasi identifikasi jenis buah kurma dengan metode GLCM berbasis android. *Jurnal Pengembangan Rekayasa dan Teknologi*, 16(1), 34-44.
- Gustianeldi, L., & Minerva, P. (2021). Pemanfaatan Masker Kulit Buah Semangka Untuk Perawatan Kulit Wajah Kering. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(3), 7634–7641.
- Lamasigi, Z. Y., & Lasena, Y. (2022). Identifikasi Tingkat Kesegaran Ikan Tuna

- Menggunakan Metode GLCM dan KNN. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), 70-76.
- Larasati, D. A. (2022). Penerapan Metode KNN dan Ekstraksi Ciri GLCM Dalam Klasifikasi Citra Ikan Berformalin.
- Munantri, N. Z., Sofyan, H., & Florestiyanto, M. Y. (2020). Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon. *Telematika*, 16(2), 97. <https://doi.org/10.31315/telematika.v16i2.3183>
- Neneng, N., Puspaningrum, A. S., & Aldino, A. A. (2021). Perbandingan Hasil Klasifikasi Jenis Daging Menggunakan Ekstraksi Ciri Tekstur Gray Level Co-occurrence Matrices (GLCM) Dan Local Binary Pattern (LBP). *SMATIKA JURNAL: STIKI Informatika Jurnal*, 11(01), 48-52.
- Rilo Pambudi, A., Garno, & Purwantoro. (2020). Deteksi Keaslian Uang Kertas Berdasarkan Watermark Dengan Pengolahan Citra Digital. *Jurnal Informatika Polinema*, 6(4), 69–74. <https://doi.org/10.33795/jip.v6i4.407>
- Simanjuntak, S. S., Sinaga, H., Telaumbanua, K., & Andri, A. (2020). Klasifikasi Penyakit Daun Anggur Menggunakan Metode GLCM, Color Moment dan K* Tree. *Jurnal SIFO Mikroskil*, 21(2), 93-104.
- Tasya, M. R., & WA, B. S. (2020). Klasifikasi Kualitas Kematangan Wortel Menggunakan Metode GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix) Dan Neural Network. *Jurnal FATEKSA: Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 5(2), 1-10.
- Telaumbanua, K., Sudarto, S., Butar-Butar, F., & Bilqis, P. S. (2021). Identifikasi sampah berdasarkan tekstur dengan metode GLCM dan GLRLM menggunakan improved KNN. *Explorer*, 1(2), 45-52.

- Ullu, H. H., Baso, B., Risald, R., Manek, P. G., & Chrisinta, D. (2022). Ekstraksi Fitur Berbasis Tekstur Pada Citra Tenun Timor Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). *Journal of Information and Technology*, 2(2), 70-74.
- Wong, J. (2022). Aplikasi Klasifikasi Sampah Organik dan Non Organik dengan Metode GLCM Dan LS-SVM. *Bulletin of Computer Science Research*, 3(1), 83-89.
- Zana, A. Z. B., Raharjo, J., & Fauzi, H. (2021). Analisa Jenis Kelamin Berdasarkan Citra Wajah Menggunakan Metode Gray Level Co- Occurrence Matrix (GlcM) Dan Klasifikasi Naive Bayes Gender Analysis Based on Face Image Using Gray Level Co-Occurrence Matrix (GlcM) and Naive Bayes Classification. *E-Proceeding of Engineering*, 8(5), 4580– 4591.
- <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/15657>