

PENGOLAHAN CITRA TELAPAK TANGAN MANUSIA MENGGUNAKAN METODE *HISTOGRAM EQUALIZATION* DAN *HOMOMORPHIC FILTERING*

Dyah Tri Sazmita¹, Rusdi Efendi², Boko Susilo³
^{1,2,3}Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu,
^{1,2,3}Jl. W.R. Supratman Kandang Limun Bengkulu 38371A Indonesia
(Telp : 0736-341022; fax : 0736-341022)

¹dyahtrisazmita@gmail.com

²rusdi.efendi@unib.ac.id

³boko.susilo@unib.ac.id

Abstrak: Pada penelitian merancang dan membangun sistem yang dapat melakukan pengolahan citra dengan menggunakan metode Histogram Equalization (HE) dan Homomorphic Filtering (HF) dan melakukan perbandingan metode pengujian dari HE – HF dan HF – HE. Penelitian ini menghasilkan suatu sistem yang dapat membandingkan kedua metode tersebut untuk mengetahui metode mana yang lebih baik dalam pengolahan citra pada citra telapak tangan manusia. Pada penelitian ini parameter perbandingan metode *Histogram Equalization* dan *Homomorphic Filtering* dalam pengolahan citra yang digunakan adalah nilai *Mean Square Error* (MSE), *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR). Nilai MSE dan PSNR diekstraksi tiga channel yaitu, *red channel*, *green channel* dan *blue channel*. Citra yang mengalami pengolahan citra dengan nilai MSE yang mendekati (0), nilai PSNR yang lebih dari 30 dB. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini sebanyak 30 citra yang diambil dengan menggunakan smartphone. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa dengan pengujian yang dilakukan pada pengolahan citra bahwa dengan melakukan pengujian HF – HE lebih baik dibanding pengujian dengan HE – HF pada citra telapak tangan manusia

Kata Kunci : Pengolahan citra, Telapak Tangan Manusia, *Histogram Equalization*, *Homomorphic Filtering*.

Abstract: In research designing and building systems that can perform image processing using the method of *Histogram Equalization (HE)* and *Homomorphic Filtering (HF)* and comparing the test methods of HE - HF and HF - HE. This research produces a system that can compare the two methods to find out which method is better in image processing on the image of a human palm. In this study the comparison parameters of the *Histogram Equalization* and *Homomorphic Filtering* methods in image processing used are *Mean Square Error (MSE)* values, *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*. MSE and PSNR values were extracted three channels, namely, *red channel*, *green channel* and *blue channel*. The image is experiencing image processing with an MSE value close to (0), a PSNR value of more than 30 dB. Tests conducted in this study were 30 images taken using a smartphone. The results of this study indicate that the tests performed on image processing that by testing the HF - HE is better than testing with HE - HF on the image of a human palm

I. PENDAHULUAN

Perbaikan *noise* (gangguan) pada citra telapak tangan penting untuk dilakukan, hal ini dikarenakan citra telapak tangan dapat digunakan sebagai dasar pengenalan diri dengan karakteristik

unik yang dimiliki dan sulit dipalsukan. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang/gelap, citra kurang tajam, kabur dan sebagainya. Melalui operasi pemrosesan awal inilah kualitas citra diperbaiki sehingga citra dapat digunakan untuk sistem lebih lanjut, misalnya untuk sistem pengenalan (*recognition*) objek di dalam citra^[1].

Manusia memiliki berbagai karakteristik unik yang dapat digunakan untuk sistem pengenalan diri, antara lain : sidik jari, retina, gigi, gaya berjalan, pembuluh darah, iris, wajah, suara, telapak tangan, telapak kaki, dan tanda tangan. Ciri-ciri tersebut bersifat unik satu dengan yang lain.

Penggunaan telapak tangan dalam proses pengenalan diri dikarenakan telapak tangan memiliki karakteristik yang unik, sulit dipalsukan dan cenderung stabil. Dalam telapak tangan memiliki garis-garis yang digunakan sebagai proses pengenalan. Karakteristik unik dari telapak tangan dapat dikenali dengan ciri-ciri geometri seperti panjang, lebar, dan luas area telapak tangan, ciri garis-garis utama seperti garis hati, garis kepala, dan garis kehidupan, ciri garis-garis kusut, ciri titik delta dan ciri minusi. Dengan adanya karakteristik unik yang ada pada telapak tangan maka dapat digunakan sebagai alat verifikasi identitas seseorang dengan melakukan pencocokan data yang terdapat dalam *database* dengan data yang diinputkan^[2].

Salah satu gangguan dalam pengambilan citra digital adalah *noise*. Hal ini dapat disebabkan

oleh kamera tidak fokus pada saat pengambilan citra atau munculnya bintik-bintik yang bisa jadi disebabkan oleh proses pengambilan gambar yang tidak sempurna, dan citra yang mengalami proses editing maupun kompresi biasanya akan mengurangi kualitas citra dan timbul *noise* yang dapat merusak kualitas citra tersebut. *Noise* yang dimaksud disini adalah detail gambar yang kurang jelas karena pencahayaan yang kurang bagus.

Riris Latifah, Rusdi Efendi dan Aan Erlansari (2019) dalam penelitiannya yang berjudul Rancang Bangun Implementasi Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Self Organizing MAP Kohonen* dalam Identifikasi Telapak Tangan Manusia. Menyimpulkan bahwa menghasilkan sebuah system identifikasi telapak tangan manusia dengan mengimplemtasikan metode jaringan syaraf Tiruan *Self organizing Map Kohonen*^[3]. I Nyoman Gede Arya Astawa dan Elina Rudiastri (2016) dalam penelitiannya yang berjudul Perbaikan Citra Wajah Dengan Metode *Histogram Equalization* dan *Gaussian Filtering*. Menyimpulkan bahwa menggunakan metode *Histogram Equalization* dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan kontras pada suatu citra. Untuk itu penulis melakukan uji *Histogram Equalization* pada citra lain yaitu citra telapak tangan manusia^[4]. Kemudian, Hafidz, Ananda dan Memen Akbar (2015) dalam penelitiannya yang berjudul Perbaikan Citra RGB Dengan Metode *Homomorphic Filtering* Menggunakan *Butterworth Filter*. Menyimpulkan bahwa dengan menggunakan metode *Homomorphic Filtering* dapat memperbaiki kualitas citra dengan memberikan filter kepada komponen luminansi dari suatu citra dan dapat mempengaruhi tingkat kekaburan gambar sebesar 86% atau sebesar 0.25^[5].

Dari beberapa penelitian yang telah disebutkan sebelumnya dapat diketahui bahwa metode-metode yang sebelumnya digunakan telah memperoleh nilai akurasi yang baik. Pada penelitian ini, metode yang akan digunakan untuk perbandingan pengolahan citra pada citra telapak tangan adalah *Histogram Equalization* (HE) dan *Homomorphic Filtering* (HF). Karena pada penelitian ini fokus utamanya adalah untuk menguji metode dalam pengolahan citra pada citra, maka penelitian ini dilakukan dengan cara penggabungan metode HE – HF dan HF – HE pada citra yang akan di uji. Penelitian ini dapat mengetahui metode terbaik untuk pengolahan citra pada citra telapak tangan manusia. Konsep dasar dari metode *Histogram Equalization* adalah dengan meregangkan *histogram*, sehingga perbedaan piksel menjadi lebih besar atau dengan kata lain informasi menjadi lebih kuat sehingga mata dapat menangkap informasi yang disampaikan^[6]. *Homomorphic Filtering* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengompensasi efek dari iluminasi yang tidak merata pada citra dan meningkatkan penampilan gambar secara simultan berbagai intensitas kompresi serta peningkatan kontras^[7].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Telapak Tangan Manusia

Telapak tangan (*palmprint*) manusia merupakan biometrika yang relatif baru diteliti dan digunakan untuk sistem pengenalan, pola telapak tangan ini dikembangkan sebagai biometrika karena memiliki ciri yang lebih banyak dibandingkan sidik jari. Permukaan telapak tangan yang luas diharapkan dapat menghasilkan ciri yang memiliki kemampuan pembeda yang lebih handal^[8]

Menurut Tahta Galuh Sari^[8], ada beberapa ciri yang dimiliki oleh telapak tangan yaitu :

1. Ciri geometri (*geomety features*)
Ciri ini menyangkut bentuk geometri telapak tangan seperti panjang, lebar, dan luas area tangan. Ciri ini jumlahnya sedikit, mudah diperoleh, dan mudah dipalsukan.
2. Ciri garis-garis utama (*principal-line features*)
Garis-garis utama dapat digunakan untuk membedakan antara satu orang dengan orang lain. Garis-garis ini bersifat unik, stabil, dan sedikit mengalami perubahan dalam satu kurun waktu yang cukup lama. Terdapat tiga jenis garis utama, yaitu garis hati (*heart line*), garis kepala (*head line*), dan garis kehidupan (*life line*), dilihat Gambar 2.1.
3. Ciri garis-garis kusut (*wrinkle features*)
Telapak tangan banyak mengandung garis kusut atau tipis yang sifatnya berbeda dengan garis utama. Garis-garis ini mampu menghasilkan ciri yang lebih rinci.
4. Ciri titik delta (*delta-point features*)
Terdapat lima daerah delta, seperti daerah pada akar jari-jari dan di luar daerah jari-jari. Titik ini bersifat stabil, namun sulit untuk memperoleh ciri ini dari citra telapak tangan resolusi rendah.
5. Ciri minusi (*minutiae features*)

Minusi merupakan pola bukit dan lembah pada permukaan telapak tangan seperti pada sidik jari. Ciri minusi hanya dapat diperoleh pada citra telapak tangan yang beresolusi tinggi dan membutuhkan komputasi tinggi^[8].

B. Perbaikan Noise

Perbaikan citra bertujuan meningkatkan kualitas tampilan citra untuk pandangan manusia atau untuk mengkonversi suatu citra agar memiliki

format yang lebih baik sehingga citra tersebut menjadi lebih mudah diolah dengan mesin (komputer). Perbaikan suatu citra dapat dilakukan dengan operasi titik (*point operation*), operasi spasial (*spatial operation*), dan operasi aritmatik (*arithmetic operation*)^[1].

Pada hakikatnya semua operasi dalam pengolahan citra bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra untuk suatu keperluan tertentu. Perbaikan citra (*Image Restoration*) diartikan sebagai proses untuk mengolah citra digital yang didapat agar lebih mendekati bentuk citra aslinya, atau sering disebut sebagai proses mendapatkan kembali (rekonstruksi) citra asli dari suatu citra yang telah mengalami degradasi^[9].

C. Noise

Noise adalah citra atau gambar atau piksel yang mengganggu kualitas citra. *Noise* dapat disebabkan oleh gangguan fisis (optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai, selain itu *noise* juga dapat disebabkan oleh kotoran-kotoran yang terjadi pada citra. Terdapat beberapa *noise* sesuai dengan bentuk dan karakteristik jenis, yaitu *salt&pepper*, *gaussian*, *uniform*, dan *noise speckle*. Banyak metode yang ada dalam pengolahan citra yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan *noise*^[6]

Noise muncul biasanya sebagai akibat dari pembelokan yang tidak bagus (*sensor noise*, *photographic gain noise*). Gangguan tersebut umumnya berupa variasi intensitas suatu piksel dengan piksel-piksel tetangganya. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan piksel tetangganya. Piksel yang mengalami gangguan umumnya memiliki frekuensi tinggi. Komponen citra yang berfrekuensi rendah

umumnya mempunyai nilai piksel konstan atau berubah sangat lambat. Operasi *denoise* dilakukan untuk menekan komponen yang berfrekuensi tinggi dan meloloskan komponen yang berfrekuensi rendah^[10]

D. Histogram Equalization

Histogram didefinisikan sebagai probabilitas statistik distribusi setiap tingkat abu-abu dalam gambar digital. Persamaan histogram (HE) adalah teknik yang sangat populer untuk peningkatan kontras gambar. Konsep dasar dari *histogram equalization* adalah dengan *men-stretch histogram*, sehingga perbedaan piksel menjadi lebih besar atau dengan kata lain informasi menjadi lebih kuat sehingga mata dapat menangkap informasi yang disampaikan^[6].

Berikut ini akan dijelaskan secara matematis dari distribusi ulang terhadap histogram awal dilakukan dengan memetakan setiap nilai piksel pada histogram awal menjadi nilai piksel baru dengan cara^[11].

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{MN}, \quad K = 0,1,2, \dots, L-1 \quad (1)$$

Histogram equalization merupakan metode dalam pengolahan gambar yang meningkatkan kontras gambar secara umum, terutama ketika digunakan data gambar yang diwakili oleh nilai-nilai yang dekat kontras. Melalui penyesuaian ini, intensitas gambar dapat didistribusikan pada histogram dengan lebih baik. Hal ini memungkinkan untuk daerah kontras lokal yang lebih rendah untuk mendapatkan kontras yang lebih tinggi tanpa mempengaruhi kontras global. Metode ini juga berguna untuk dengan latar belakang dan foregrounds yang keduanya terang atau keduanya gelap^[6].

E. *Homomorphic Filtering*

Homomorphic Filtering merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengompensasi efek dari iluminasi yang tidak merata pada citra dan meningkatkan penampilan gambar secara simultan berbagai intensitas kompresi serta peningkatan kontras. Menurut model ini, sebuah image mempunyai persamaan sebagai berikut :^[12].

$$f(x,y) = i(x,y) r(x,y) \quad (2)$$

Dimana :

$f(x,y)$: Gambar

$i(x,y)$: Iluminasi

$r(x,y)$: Pemantulan

Dimana $f(x,y)$ adalah sebuah citra yang merupakan hasil perkalian (*product*) dari $i(x,y)$ yang merupakan komponen iluminasi dengan $r(x,y)$ yang merupakan komponen *reflectance*. Untuk memisahkan dua komponen *independent* dan memfasilitasi pengolahan terpisah, mengambil logaritma transformasi pada persamaan. (2) sehingga^[12]:

$$\begin{aligned} z(x,y) &= \ln f(x,y) \\ &= \ln i(x,y) + \ln r(x,y) \end{aligned} \quad (3)$$

Kemudian *Transformasi Fourier* dari persamaan (3) akan dihitung^[12]:

$$\begin{aligned} F\{z(x,y)\} &= F\{\ln f(x,y)\} \\ &= F\{\ln i(x,y)\} + F\{\ln r(x,y)\} \end{aligned} \quad (4)$$

Atau :

$$Z(u,v) = F_i(u,v) + F_r(u,v) \quad (5)$$

Dimana $F_i(u,v) + F_r(u,v)$ adalah *Transformasi Fourier* dari $\ln i(x,y) + \ln r(x,y)$. Setelah dipindah dalam domain frekuensi, barulah citra tersebut diproses dengan menggunakan filter yang sesuai agar tujuan awal dapat tercapai yaitu untuk melemahkan frekuensi rendah dan memperkuat frekuensi tinggi sehingga terjadi peningkatan

kualitas citra dan penajaman citra dengan formula^[12]

$$\begin{aligned} S(u,v) &= H(u,v) Z(u,v) \\ &= H(u,v) F_i(u,v) + H(u,v) F_r(u,v) \end{aligned} \quad (6)$$

Dimana :

$S(u,v)$: Transformasi Fourier dari citra yang telah diproses.

Sehingga untuk mendapatkan hasil yang sebenarnya perlu dikembalikan ke dalam *Spatial Domain* dengan formula^[12] :

$$\begin{aligned} F^{-1}S(u,v) &= F^{-1} H(u,v) Z(u,v) \\ &= F^{-1}H(u,v) F_i(u,v) + F^{-1} H(u,v) F_r(u,v) \end{aligned} \quad (7)$$

Dengan mendefinisikan

$$i'(x,y) = F^{-1}\{H(u,v) F_i(u,v)\} \quad (8)$$

dan

$$r'(x,y) = F^{-1}\{H(u,v) F_r(u,v)\} \quad (9)$$

Persamaan (6) dapat dinyatakan sebagai berikut^[12]

$$s(x,y) = i'(x,y) + r'(x,y) \quad (10)$$

Langkah terakhir adalah menghilangkan operasi logaritma yang dilakukan diawal proses dengan cara melakukan operasi eksponensial sehingga diperoleh *enhanced image* yang diinginkan dilambangkan dengan $g(x,y)$ yaitu^[12]

$$\begin{aligned} g(x,y) &= e^s(x,y) \\ &= e^{i'(x,y)} + e^{r'(x,y)} \\ &= i_0(x,y) r_0(x,y) \end{aligned} \quad (11)$$

Dimana $i_0(x,y) = e^{i'(x,y)}$ dan $r_0(x,y) = e^{r'(x,y)}$ adalah penerangan dan pemantulan komponen dari output masing – masing gambar $H(u,v)$ ^[12].

F. *MSE dan PSNR*

Mean Square Mean Square Error (MSE) adalah alat pengukur keberhasilan kinerja perbaikan pada citra. Semakin kecil nilai MSE, kinerja reduksi citra semakin baik^[13] Agar bisa diukur secara kuantitatif, keberhasilan penghilangan derau dapat dilakukan dengan menggunakan^[14] :

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i,j) - f_b(i,j))^2 \quad (12)$$

Dimana:

M = Panjang citra

N = Lebar citra

$f_a(i,j)$ = Intensitas (i,j) citra sebelum *filtering*

$f_b(i,j)$ = Intensitas (i,j) citra setelah *filtering*

Peak signal to Noise Ration (PSNR) merupakan parameter yang membandingkan kualitas citra asli dengan kualitas citra yang telah diolah. Semakin besar nilai PSNR, kinerja reduksi citra semakin baik Adapun PSNR dapat dinyatakan dengan persamaan berikut^[14]:

$$PSNR = 20 \times \log_{10} \left[\frac{255}{\sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f_a(i,j) - f_b(i,j))^2}} \right] \quad (13)$$

Dimana :

M = Panjang citra

N = Lebar citra

$f_a(i,j)$ = Intensitas (i,j) citra sebelum *filtering*

$f_b(i,j)$ = Intensitas (i,j) citra setelah *filtering*

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode dokumentasi. Data yang digunakan berupa data primer karena pengumpulan data dilakukan dengan mengambil secara langsung citra telapak tangan manusia dengan menggunakan kamera smartphone yang memiliki kualitas 8 megapixels dan memiliki resolusi 2448x3264. Jumlah citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 citra.

B. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini ialah menggunakan model *waterfall*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan

dalam pengembangan sistem ini secara garis besar adalah sebagai berikut^[15]

1. Analisis Kebutuhan

Aplikasi yang akan dibuat memerlukan masukan, keluaran dan kebutuhan *interface*. Tujuan analisis kebutuhan adalah sebagai batasan dari sistem yang akan dibuat, menentukan kemampuan dan fungsi sistem sesuai dengan kebutuhan *user*, dan fasilitas-fasilitas yang merupakan nilai tambah yang ada pada sistem yang dibangun.

2. Desain

Desain perangkat lunak adalah proses yang fokus pada desain pembuatan program perangkat lunak. Pada tahap ini, langkah yang dilakukan adalah perancangan *flowchart*, *data flow diagram* (DFD), dan desain *interface*.

3. Pembuatan Kode Program

Setelah selesai melakukan tahapan pada analisa kebutuhan dan perancangan sistem maka selanjutnya yaitu tahap pembuatan kode program atau implementasi. Pada penelitian kali ini, bahasa pemrograman yang digunakan yaitu bahasa pemrograman Matlab 2015b.

4. Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian fungsional dan teknis dengan akan dievaluasi apakah sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

5. Pendukung dan Pemeliharaan

Setelah aplikasi selesai maka pengguna akan menggunakan aplikasi. Jika terdapat pengembangan fungsional dari aplikasi yang diinginkan oleh pengguna, maka akan dilakukannya pemeliharaan.

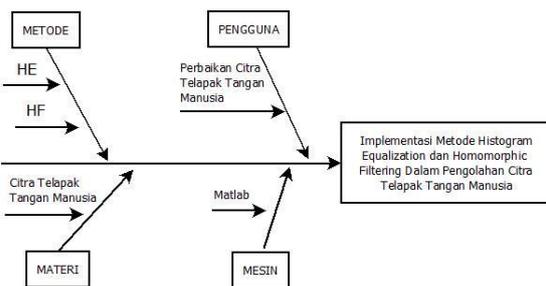
C. Metode Uji Kelayakan Sistem

Uji kelayakan pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai *Mean Square Error* (MSE) dan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) yang dihasilkan oleh sistem dari citra hasil reduksi menggunakan metode *Histogram Equalization dan Homomorphic Filtering*. MSE dan PSNR digunakan untuk mengukur perbedaan antara citra sebelum dan sesudah reduksi. Dimana, semakin kecil nilai MSE, kinerja reduksi citra semakin baik^[16]. Sebaliknya, semakin besar nilai PSNR, kinerja reduksi citra semakin baik^[17].

IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

A. Analisis Masalah

Masalah pada penelitian ini diidentifikasi dengan menggunakan diagram Ishikawa. Diagram Ishikawa atau yang sering dikenal dengan *Cause and Effect Diagram* adalah diagram yang digunakan untuk mengidentifikasi serta menggambarkan beberapa masalah yang terjadi pada sistem dan akibat yang ditimbulkan oleh masalah^[1]. Permasalahan pada penelitian ini secara umum dapat ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Diagram Ishikawa

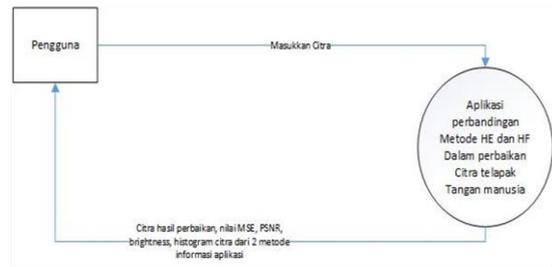
B. Perancangan Data Flow Diagram

Perancangan sistem merupakan suatu tahap yaitu merancang sistem dengan tujuan untuk memberikan gambaran yang jelas dan lengkap mengenai rancang bangun dan implementasi dari sistem yang akan dibuat. Tahap perancangan

sistem ini dilakukan setelah selesai melakukan tahap analisis sistem.

1. Diagram Konteks

Diagram konteks dari sistem pengolahan citra telapak tangan manusia ditunjukkan pada Gambar 2.

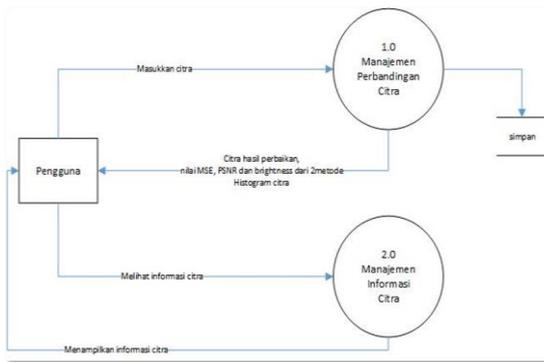


Gambar 2 Diagram Konteks atau Level 0

Pada Gambar 2 menggambarkan diagram konteks dari sistem perbandingan citra yang akan dibangun. Terdapat satu entitas pada diagram ini, dimana entitas merupakan orang atau pihak yang akan berinteraksi secara langsung dengan sistem yang akan dibangun. Entitas pada sistem ini adalah Pengguna. Pengguna dapat melakukan interaksi terhadap sistem dengan memasukkan citra masukkan ke dalam sistem. Kemudian sistem akan menampilkan hasil dari pengolahan citra yang telah diuji dan informasi nilai MSE, nilai PSNR dari masing-masing pengujian. Selain itu, Pengguna juga dapat mengetahui informasi citra atau cara kerja sistem tersebut tanpa perlu memasukkan apapun ke dalam sistem.

2. Diagram Level 1

Pada gambar ini DFD level 1 merupakan hasil *breakdown* diagram konteks. Diagram level 1 dari sistem pengolahan citra dapat dilihat pada Gambar 3



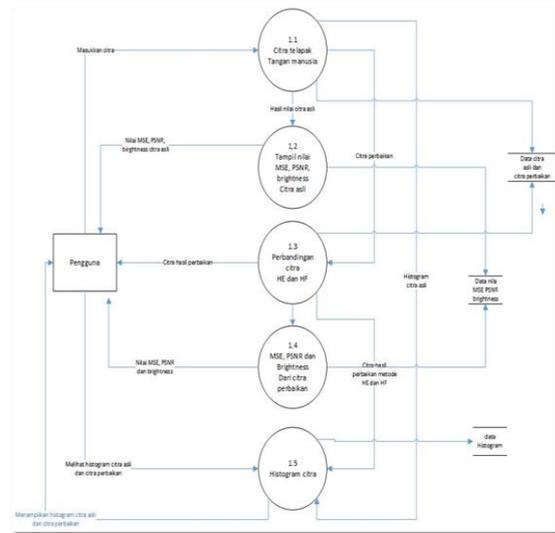
Gambar 3 Diagram Level 1

Gambar 3 memperlihatkan diagram level 1 dari sistem pengolahan citra yang akan dibangun. Dimana terdapat tiga proses yang menggambarkan sistem, yaitu:

- 1) Proses 1.0 melakukan perbandingan citra
 Pada proses ini, merupakan proses pengolahan citra dengan menggunakan metode *Histogram Equalization* dan *Homomorphic Filtering*. selain itu, dapat menampilkan nilai MSE dan PSNR citra hasil perbaikan dari masing-masing pengujian yang dilakukan.
- 2) Proses 2.0 informasi citra
 Pada proses ini, pengguna mendapatkan informasi mengenai cara kerja dalam menjalankan sistem perbandingan citra.

3. Diagram Level 2 Proses 1

Diagram level 2 merupakan pemecahan dari diagram level 1. Pada diagram ini dijelaskan proses-proses secara lebih jelas dan rinci dari diagram level 1. Diagram level 2 yang akan dibangun adalah diagram level 2 proses 1 yaitu melakukan perbaikan. Diagram level 2 proses 1 dari sistem pengolahan citra dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Level 2 Proses 1

Gambar 4 memperlihatkan diagram level 2 proses 1 dari sistem pengolahan citra yang akan dibangun. Dimana terdapat 5 proses yang menggambarkan sistem, yaitu proses yang pertama pengguna memasukkan citra terlebih dahulu ke dalam sistem, sistem akan menampilkan citra asli dan nilai MSE, PSNR pada citra asli. Citra tersebut selanjutnya akan dikenakan proses pengolahan citra dengan menggunakan metode HE – HF dan HF - HE. kemudian, sistem akan menampilkan citra hasil pengolahan dari masing-masing metode yang telah dilakukan pengujian dan menampilkan nilai MSE, PSNR dan citra hasil dapat disimpan ke dalam folder penyimpanan (*data store*). Selanjutnya proses ketika menampilkan histogram citra asli dan citra hasil dan dapat disimpan ke dalam folder penyimpanan (*data store*)

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

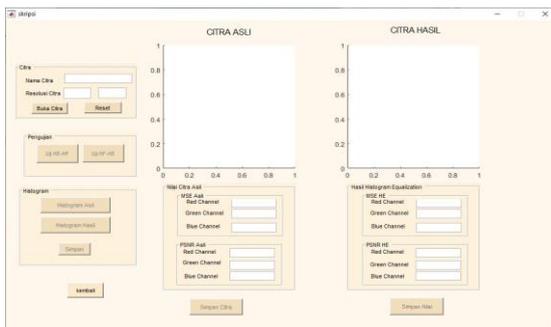
1. Halaman Utama



Gambar 5 Halaman Utama

Pada Gambar 1 merupakan tampilan dari halaman utama sistem yang merupakan hasil implementasi dari perancangan antarmuka yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Halaman utama ini yang pertama kali diakses oleh pengguna pada saat menjalankan sistem. Pada halaman utama akan terlihat judul sistem dan tiga menu pilihan, yaitu menu perbandingan citra yang berfungsi untuk membandingkan citra dari 2 metode, menu informasi citra berfungsi untuk membuka halaman informasi tentang pengguna sistem ini dan menu keluar yang berfungsi untuk keluar dari sistem.

2. Halaman Perbandingan



Gambar 6 Halaman Perbandingan

Pada Gambar 6 merupakan tampilan dari halaman perbandingan citra ketika pengguna menekan menu pilihan perbandingan citra pada halaman utama. Pada gambar di atas merupakan tampilan sebelum terjadi proses apapun. Dapat dilihat pada tampilan perbaikan citra terdapat panel-panel proses, yaitu proses awal untuk

memasukkan citra uji dan melakukan pengujian citra dengan uji citra HE – HF dan HF - HE, dimana pada tombol HE – HF melakukan pengujian terlebih dahulu dengan menggunakan HE kemudian dilakukan dengan metode HF, sedangkan pada tombol HF – HF melakukan pengujian terlebih dahulu menggunakan metode HF kemudian dilakukan dengan metode HE. Sistem akan menampilkan nilai MSE dan PSNR dari citra asli dan citra hasil. Ketika pengguna ingin memasukkan citra yang akan di uji pilih tombol “Buka Citra” dengan format *.selain itu, pengguna juga akan mendapatkan informasi mengenai nama dan resolusi citra.

3. Halaman Informasi



Gambar 7 Halaman Informasi

Pada gambar 7 merupakan tampilan halaman informasi pada sistem ini dengan menekan “informasi citra” pada halaman utama. Halaman ini akan menampilkan langkah-langkah proses pengolahan citra telapak tangan manusia pada sistem yang telah dibuat.

4. Halaman Keluar



Gambar 8 Halaman Keluar

Pada gambar 8 merupakan tampilan untuk keluar dari jalannya sistem, yaitu ketika menekan menu "Keluar" pada halaman utama. Sistem akan menampilkan pesan berupa pertanyaan "Anda yakin ingin keluar dari sistem ini?" dan terdapat 2 pilihan yaitu "Ya" untuk keluar sistem dan "Tidak" untuk tetap berada dihalaman utama

B. Pengujian

Tabel 1 pengujian pengolahan citra

Nama Citra	Channel	MSE HE-HF	MSE HF-HE	PSNR HE-HF	PSNR HF-HE
adi	Red	85.417	8.596	28.815	38.788
	Green	168.678	53.475	25.86	30.849
	Blue	202.691	56.157	25.062	30.637
adit	Red	2259.138	1041.182	14.591	17.956
	Green	2728.883	1256.554	13.771	17.139
	Blue	2773.781	1286.893	13.7	17.035
adiy	Red	6321.721	3734.443	10.122	12.409
	Green	5082.634	2980	11.07	13.389
	Blue	5067.914	2940.857	11.083	13.446
aji	Red	2057.061	749.544	14.998	19.383
	Green	1931.977	806.09	15.271	19.067
	Blue	2035.478	707.281	15.044	19.635
amir.	Red	335.6	25.714	22.873	34.029
	Green	424.986	30.764	21.847	33.25
	Blue	733.293	52.262	19.478	30.949
amirudin	Red	52.393	2.937	30.938	43.452
	Green	57.392	3.826	30.542	42.303
	Blue	80.182	11.266	29.09	37.613
andi	Red	619.227	127.45	20.212	27.077
	Green	532.477	127.067	20.868	27.09
	Blue	632.875	156.472	20.118	26.186
bimo	Red	2009.344	717.431	15.1	19.573
	Green	2173.424	1143.059	14.759	17.55
	Blue	2434.857	1176.728	14.266	17.424
dani	Red	1176.802	809.933	17.424	19.046
	Green	1508.346	989.977	16.346	18.175
	Blue	1818.905	1161.604	15.533	17.48
Dian	Red	37.287	26.886	32.415	33.836
	Green	66.812	18.344	29.882	35.496
	Blue	83.87	28.634	28.895	33.562
dyah	Red	1194.86	502.949	17.358	21.116
	Green	1506.002	671.274	16.353	19.862
	Blue	1485.825	661.286	16.411	19.927
ella	Red	42.374	4.828	31.86	41.293
	Green	69.361	4.1	29.72	42.003
	Blue	48.199	3.181	31.3	43.105
Erich	Red	10801.744	10629.196	7.796	7.866
	Green	9121.19	11681.955	8.53	7.456
	Blue	11521.957	13125.003	7.516	6.95
erna	Red	29.344	3.318	33.456	42.922
	Green	36.448	5.039	32.514	41.107
	Blue	43.147	5.183	31.781	40.985
febri	Red	4120.385	2616.43	11.981	13.954
	Green	2926.296	1413.126	13.468	16.629
	Blue	1857.668	1405.544	15.441	16.652
fhatan	Red	37.275	5.746	32.417	40.537
	Green	48.156	6.075	31.304	40.295
	Blue	51.52	19.778	31.011	35.169
fikri	Red	10621.135	10859.498	7.869	7.773
	Green	9210.557	10487.412	8.488	7.924
	Blue	12140.445	10160.216	7.288	8.062
Fitri	Red	45.225	4.087	31.577	42.017
	Green	58.15	5.592	30.485	40.655
	Blue	171.848	18.424	25.779	35.477
Mahen	Red	7217.365	4243.371	9.547	11.854
	Green	6106.712	3690.865	10.273	12.46
	Blue	6031.081	3697.766	10.327	12.451
novi	Red	2838.994	1170.051	13.599	17.449
	Green	2584.817	1191.875	14.007	17.368
	Blue	2664.622	1364.311	13.874	16.782
oktas	Red	2459.287	1287.397	14.223	17.034
	Green	2788.755	1372.959	13.677	16.754
	Blue	3207.841	1286.124	13.069	17.038
okta	Red	247.768	16.438	24.19	35.972
	Green	292.932	32.908	23.463	32.958
	Blue	309.785	52.441	23.22	30.934
renata	Red	379.045	34.051	22.344	32.81
	Green	500.973	49.15	21.133	31.216
	Blue	545.493	62.585	20.763	30.166
Rika	Red	6.43	0.473	40.049	51.386
	Green	5.517	0.787	40.714	49.173
	Blue	6.686	0.959	39.879	48.313

rina	Red	21.406	3.261	34.825	42.997
	Green	30.423	4.531	33.299	41.569
	Blue	33.272	6.564	32.91	39.959
Riris	Red	15.614	2.674	36.196	43.859
	Green	40.359	5.249	32.071	40.93
	Blue	58.65	7.604	30.448	39.321
sidi	Red	77.766	15.387	29.223	36.259
	Green	145.337	31.357	26.507	33.167
	Blue	136.345	27.466	26.784	33.743
supry	Red	21.954	3.866	34.716	42.258
	Green	95.746	11.155	28.32	37.656
	Blue	79.695	18.45	29.116	35.471
widya	Red	17.719	3.602	35.647	42.565
	Green	54.485	13.349	30.768	36.876
	Blue	49.328	15.205	31.2	36.311
wika	Red	8584.473	5549.286	8.794	10.688
	Green	7161.845	4566.615	9.581	11.535
	Blue	6969.232	4298.158	9.699	11.798

Dari analisis MSE dan PSNR yang telah dilakukan, dapat kita ketahui bahwa metode dengan melakukan pengujian dari penggabungan metode HE – HF dan HF - HE sama-sama memiliki performa/ kinerja yang baik pada *red channel*. Kemudian, setelah didapatkan *channel* terbaik, maka pekerjaan selanjutnya adalah menentukan metode terbaik dalam pengolahan citra. Setelah dilakukan perbandingan *apple-to-apple* hasil MSE dan PSNR pada ketiga *channel*, yaitu *red channel*, *green channel* dan *blue channel* dengan kedua metode tersebut, diperoleh bahwa metode dengan melakukan pengujian HF – HE memiliki performa yang lebih baik dibandingkan pengujian dengan metode HFE- HF, dilihat dari banyaknya jumlah citra yang memiliki nilai MSE dan PSNR yang baik dari masing-masing metode.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem pengolahan citra telapak tangan manusia dengan membandingkan metode *Histogram Equalization* dan *Homomorphic Filtering*
2. Pengujian yang dilakukan pada HE – HF dan HF - HE memiliki performa yang berbeda-beda dalam perbaikan citra. Pada citra telapak tangan manusia yang memiliki intensitas cahaya terang/gelap, dari kedua metode dapat terlihat bahwa metode *Histogram Equalization* dapat memperbaiki citra kontras yang terlalu gelap atau kontras yang rendah pada citra yang diuji, sedangkan metode *Homomorphic Filtering* dapat memperbaiki pencahayaan. Hal ini ditunjukkan dengan persebaran histogram yang lebih melebar atau merata dari intensitas cahaya pada citra. Penelitian ini dapat dilihat berdasarkan nilai MSE dan PSNR yang diperoleh. Dengan mempertimbangkan tiga komponen *channel* yaitu *red*, *green* and *blue* (RGB) yang dimiliki oleh citra uji. Pengujian yang dilakukan dengan HE – HF dan HF – HE dengan melihat nilai rata-rata dari MSE HE – HF *red channel* (2124.471767), *green channel* (1915.32233) and *blue channel* (2109.216167), MSE HF – HE *red channel* (1473.3342), *green channel* (1421.81763) and *blue channel* (1460.48007) dan nilai PSNR HE – HE *red channel* (22.8385), *green channel* (21.8297) and *blue channel* (21.336167), PSNR HF - HE *red channel* (28.9386), *green channel* (27.73003) and *blue channel* (26.7527)

menunjukkan bahwa dengan menggunakan pengujian HF - HE mendapatkan perbaikan citra yang baik.

B. Saran

Berdasarkan analisis dan perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian sistem, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya, dapat diperhatikan lagi dalam proses pengambilan citra dan pemilihan metode yang lebih baik lagi yang dapat melakukan pengolahan citra (pencahayaannya) pada citra uji telapak tangan manusia.

REFERENSI

- [1] **Putra, D.** (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- [2] **Renaningtias, N., Efendi, R., & Susilo, B.** (2015). Aplikasi Biometrika Pencocokan Citra Garis Telapak Tangan Dengan Metode Transformasi Wavelet Dan Mahalanobis Distance. *Rekursif*, 1-12.
- [3] **Rusdi Efendi, R., & Erlansari, A.** (2019). Rancang Bangun Implementasi Metode Jaringan Syaraf Tiruan Self Organizing Map Kohonen Dalam Identifikasi Telapak Tangan Manusia. *Rekursif*, 1-10.
- [4] **Astawa, I. G., & Rudiastri, E.** (2016). Perbaikan Citra Wajah Dengan Metode Histogram Equalization dan Gaussian Filtering. *SNRIK*, 15-19.
- [5] **Hafidz, Ananda, & Akbar, M.** (2015). Perbaikan Citra RGB Dengan Metode Homomorphic Filtering Menggunakan Butterworth Filer. *Komputer Terapan*, 1-9.
- [6] **Ahmad, N., & Hadinegoro, A.** (2012). Metode Histogram Equalization untuk Perbaikan Citra Digital. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2012*, 439-445.
- [7] **Surya, I. B., & Dewanti, P.** (2017). Analisis Perbandingan Algoritma Adaptive Median Filtering dan Algoritma Homomorphic Filtering Pada Peningkatan Kualitas Citra Lontar Bali. *Sistem dan Informatika*.
- [8] **Pamungkas, S. B.** (2013). Jaringan Syaraf Tiruan Pada Biometrika Deteksi Citra Garis Telapak Tangan Dengan Metode Backpropagation.
- [9] **Wijaya, M., & Priyono, A.** (2007). *Pengolahan Citra Digital Menggunakan MATLAB*. Bandung: Informatika.
- [10] **Munir, R.** (2004). Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik. *Informatika, Bandung*.
- [11] **Atmajaya, D. B.** (2013). Analisa Perbandingan Metode Histogram Equalization dan Adaptive Histogram Equalization Untuk Peningkatan Kualitas Citra Digital.
- [12] **Adipranata, R., Ballangan, C. G., & Susanto, W.** (2006). Implementasi Image Enhancement Menggunakan Homomorphic Filtering. *Seminar Nasional Sistem dan Informatika*, 1-7.
- [13] **Kadir, A.** (2014). *Pengenalan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [14] **Effendi, R., Purwandari, E. P., & Coastera, F. F.** (2018). Perbandingan Metode High-Boost Filtering, Wiener Filter, dan Adaptive Median Filter Untuk Memperbaiki Kualitas Citra. *SeNITIA*, 108-114.
- [15] **Rosa, A., & Salahuddin, M.** (2011). Modul Pembelajaran Rekayasa Perangkat Lunak (Terstruktur dan Berorientasi Objek). Bandung: Modula.
- [16] **Kadir, A., & Susanto, A.** (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: ANDI.
- [17] **Juanda, G.** (2014). Perancangan Aplikasi Reduksi Noise Pada Citra Digital Dengan Metode Vector Median Filtering (VMF). *Pelita Informatika Budi Darma, Volume VIII*, pp. 132-137.