

Penerapan Metode Filter Gabor Untuk Memperbaiki Citra Wajah Berbasis Graphical User Interface (GUI)

Deswan Berkat Putra Telaumbanua¹, Khairi Ibnutama², Elfitriani³

^{1,2,3}Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹deswantelaumbanua@gmail.com, ²mr.ibnutama@gmail.com, ³trianielfi@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: deswantelaumbanua@gmail.com

Abstrak

Pada suatu sistem wajah pada citra, dapat diperbaiki pada citra wajah dapat dikatakan telah berjalan dengan sempurna. Tetapi masih banyak terdapat kelemahan-kelemahan dari sistem wajah. Salah satu masalah yang masih terbuka untuk diteliti ialah suatu pengembalian pada wajah dari jarak jauh dengan situasi pengambilan gambar yang tidak terkondisi dengan baik. Dalam melakukan proses metode *Filter Gabor* pada citra, pengamat harus mendapat kesan seolah-olah melihat citra tersebut benar-benar mengalami. Dalam melakukan proses metode *Filter Gabor* pada citra, pengamat harus mendapat kesan seolah-olah melihat citra tersebut benar-benar mengalami. Segmentasi bentuk kebentuk perantara sebelum menjadi citra yang dapat dikenali Oleh karena itu, pada kualitas wajah untuk memperbaiki suatu citra wajah, sebelum mengidentifikasi parameter-parameter yang berupa ciri (*feature*) dari objek dalam citra tersebut. Diketahui dengan metode *Filter Gabor* adalah jenis *filter* yang mengikuti distribusi normal standar dengan rata-rata 0 dan standard deviasi 2. Pada proses perbaikan citra wajah, dari citra *gray* dapat dilakukan dengan pendekatan *Gabor* sehingga dapat ekstraksi ciri berupa *energi*. Proses kemudian dilanjutkan dengan melakukan perhitungan menggunakan *Square Euclidean*, pada tahap perhitungan menggunakan *Square Euclidean* mencari nilai minimal dari citra uji akan dihitung nilai terkecil nilai yang mendekati 0 yang akan diambil sebagai hasil akhir, selanjutnya dilakukan proses penapisan ciri tekstur yang berupa nilai *energi*, jika ciri terpenuhi maka dapat dideteksi sebagai untuk memperbaiki citra wajah

Kata Kunci: Pengolahan Citra, Perbaikan Citra Wajah, *Filter Gabor*

Abstract

In a face system in the image, it can be repaired in the face image, it can be said that it has run perfectly. But there are still many weaknesses from the facial system. One problem that is still open for research is a return on a face from a distance with a shooting situation that is not well conditioned. In carrying out the process of the Gabor Filter method on an image, the observer must get the impression as if seeing the image is actually experiencing it. In carrying out the process of the Gabor Filter method on an image, the observer must get the impression as if seeing the image is actually experiencing it. Segmentation of intermediate forms before becoming an image that can be recognized Therefore, on the quality of the face to improve a face image, before identifying the parameters in the form of features (features) of objects in the image. It is known that the Gabor filter method is a type of filter that follows the standard normal distribution with an average of 0 and a standard deviation of 2. In the facial image improvement process, the Gabor approach can be performed from gray images so that feature extraction can be in the form of energy. The process is then continued by performing calculations using Square Euclidean, at the calculation stage using Square Euclidean looking for the minimum value from the test image the smallest value close to 0 will be calculated as the final result, then the texture feature filtering process is carried out in the form of energy value, if the feature is fulfilled then it can be detected as to improve the face image.

Keywords: Image Processing, Facial Image Improvement, Gabor Filter

1. PENDAHULUAN

Pada masa era globalisasi saat ini sistem pengenalan diri ialah salah satu sistem biometrika yang bertujuan untuk mengenali identitas seseorang secara otomatis dengan menggunakan teknologi komputer. Pada pengenalan diri dengan menggunakan sebagian tubuh atau perilaku manusia yang mempunyai ciri-ciri khusus, salah satunya seperti wajah [1]. Dikarenakan banyaknya perbedaan pada setiap wajah manusia, dan bisa berpengaruh jika ada sedikit perubahan pada wajah. Hal ini karena wajah adalah hal yang paling mudah dan umum digunakan dalam mengenali seseorang.

Pada suatu sistem wajah pada citra, dapat diperbaiki pada citra wajah dapat dikatakan telah berjalan dengan sempurna. Tetapi masih banyak terdapat kelemahan-kelemahan dari sistem wajah. Salah satu masalah yang masih terbuka untuk diteliti ialah suatu pengembalian pada wajah dari jarak jauh dengan situasi pengambilan gambar yang tidak terkondisi dengan baik [2]. Secara umum, sistem wajah memerlukan pengembalian citra wajah dari keadaan yang terkondisi baik seperti diambil pada ruang tertutup dengan cahaya yang merata, wajah menghadap kamera dan juga jarak yang cukup dekat dengan kamera.

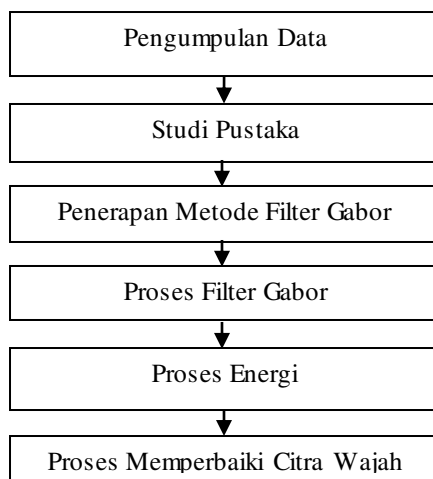
Dalam melakukan proses metode Filter Gabor pada citra, adalah tantangan yang dihadapi dari pengembalian citra wajah pada keadaan tidak terkondisi ialah salah satunya pencahayaan yang tidak merata dan dapat mempengaruhi keberhasilan pengembalian citra wajah tersebut.

Dari hasil referensi yang telah dikemukakan, maka pengolahan citra digital menggunakan metode Filter Gabor dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di atas, tentang untuk memperbaiki citra wajah berbasis (GUI). Oleh karena itu, dari suatu tantangan yang dihadapi pada citra wajah ialah pada saat pengambilan citra wajah tidak terkondisi baik, karena pencahayaan tidak merata dan dapat mempengaruhi keberhasilan pada saat pengambilan suatu citra wajah tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Dalam metode penelitian pada penerapan Pengolahan Citra untuk memperbaiki citra wajah dengan menggunakan metode *Filter Gabor* berbasis *Graphical Interface User* (GUI), terdapat dua bagian, yaitu pengumpulan data dan studi pustaka.



Gambar 1. Metode Penelitian

2.2 Pengumpulan Data

Metodologi penelitian merupakan tahapan yang dilakukan oleh peneliti agar peneliti mencapai hasil yang sudah ditargetkan dan agar tidak mengembang. Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan teknik empiris. Data citra yang diperoleh sebanyak 10 citra yang akan digunakan untuk menguji kemampuan teknik tersebut dalam untuk perbaikan citra wajah. Dalam pengumpulan data diambil beberapa sampel wajah manusia untuk memperbaiki citra wajah. Setelah dikumpulkan data yang telah terkumpul setelah itu kita uji masing-masing sampel, dan diuji menggunakan aplikasi MATLAB R2013a.

2.3 Studi Pustaka

Pada tahap pengumpulan data dengan cara studi pustaka bermaksud untuk mengumpulkan data dan informasi yang relevan dengan objek penelitian. Pencarian data dengan buku maupun jurnal, artikel dan teori dari situs-situs jaringan internet yang dapat memberikan referensi tentang penelitian ini sehingga dapat digunakan untuk mencari pendekatan secara teoritis dari permasalahan yang diangkat. Hasil yang didapatkan dari pengumpulan data dengan metode studi pustaka sebagai berikut:

- 1.Mendapatkan pemahaman mengenai definisi dari objek penelitian.
- 2.Mendapatkan pemahaman tentang konsep pengolahan citra dan diimplementasikan ke dalam aplikasi.
- 3.Mendapatkan pemahaman dalam menggunakan bahasa pemrograman yang digunakan.

2.4 Perancangan Program

Program yang dirancang menggunakan MATLAB berbasis Graphical User Interface (GUI) untuk mempermudah penggunaan aplikasi.

2.5 Pengujian Program

Pengujian program dilakukan dengan menginput citra wajah RGB yang telah terkontaminasi noise, kemudian melalui beberapa tahapan untuk memperoleh hasil yang diinginkan berupa citra yang dapat dikenali. Data citra yang diperoleh sebanyak 10 citra yang digunakan untuk menguji suatu citra tersebut.

2.6 Mendata Hasil Pengujian

Hasil yang diperoleh berupa tampilan citra setelah dilakukannya pengolahan citra, nilai yang tercantum pada indikator serta tampilan histogram yang diperoleh.

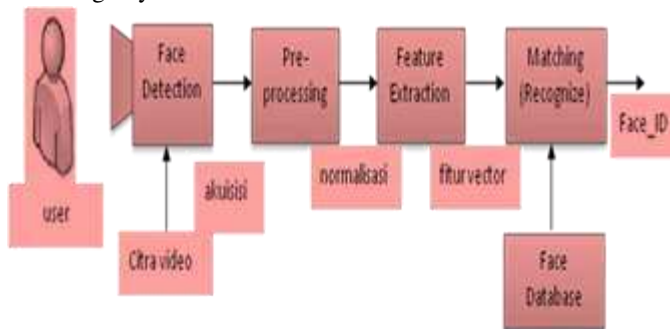
2.7 Analisa Hasil Pengujian

Analisa hasil pengujian berupa analisa hasil dari pengolahan citra, kemudian menganalisa nilai yang tercatat pada indikator. Untuk mendukung analisa dalam penelitian maka akan dicantumkan capture setiap tahapan serta tabel nilai yang diperoleh.

2.8 Citra Wajah

Wajah adalah bagian depan dari kepala yang meliputi daerah dari dahi, hingga dagu, termasuk juga rambut, alis, mata, hidung, pipi, mulut, bibir, gigi, dan kulit. Wajah digunakan untuk menunjukkan sikap seseorang. Tidak terdapat satupun wajah yang sama atau serupa mutlak, bahkan pada manusia kembar sekalipun. Wajah sebagai objek dua dimensi, digambarkan dengan berbagai macam iluminasi dari wajah tersebut [3].

Pada saat pengambilan citra wajah seseorang tidak mengganggu kenyamanan seseorang saat akuisisi citra. Pendekatan yang paling umum untuk pengambilan citra wajah didasarkan pada bentuk dan penempatan atribut wajah seperti mata, alis, mata, hidung, bibir dan dagu serta hubungan antara atribut tersebut atau analisis citra wajah secara keseluruhan yang mengidentifikasi suatu wajah sebagai suatu kombinasi dari sejumlah kanonik [4]. Beberapa kesulitan dalam penggunaan biometrika wajah, diantaranya: penyamaran, deteksi wajah ditengah keramaian orang, sudut pandang atau pose dan intensitas penerangan yang berbeda [5]. Meskipun ada sebuah citra yang kaya informasi, namun seringkali citra tersebut mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (noise), dengan warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (blurring), dan sebagainya.



Gambar 2. Sistem Pengambilan Citra Wajah

2.9 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra digital adalah proses mengolah piksel-piksel dalam citra digital untuk suatu tujuan tertentu. Tujuan dari pengolahan citra yaitu memperbaiki kualitas gambar dilihat dari aspek radiometrik (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra) [6]. Dan dari aspek geometrik (rotasi, translasi, skala, transformasi geometri), melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek. Citra adalah suatu gambar dua dimensi yang dihasilkan dengan gambar analog dua dimensi (2D) yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. Persilangan antara baris dengan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya ialah gambar/titik diskrit pada baris 'x' dan kolom 'y' disebut dengan piksel (x, y). Tahapan-tahapan yang dibutuhkan untuk aplikasi pengolahan citra terdiri dari, image grabbing atau acquisition, preprocessing, segmentation, representation and feature extraction, dan recognition and interpretation

2.10 Image Grabbing atau Image Acquisition

Akuisisi citra (image acquisition) merupakan proses untuk memperoleh citra digital dengan menggunakan kamera digital [7]. Sebelum pengolahan citra dapat dimulai, sebuah citra harus ditangkap dengan kamera dan diubah ke dalam entitas yang dapat dikendalikan.

2.11 Preprocessing

Preprocessing citra bertujuan untuk memperbaiki citra wajah dengan cara memanipulasi parameter citra agar mendapatkan kualitas yang lebih baik. Preprocessing citra merupakan mengolah citra masukan dengan meningkatkan kualitas penampakan atau menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung, dalam citra dengan perbaikan atau modifikasi tertentu, selanjutnya mengelompokkan citra ke dalam kelas tertentu, sesuai dengan pemiliknya dan menyamakan ukuran piksel dan banyaknya data citra [8].

2.12 Segmentation

Segmentasi citra wajah adalah bagian penting dalam pengolahan citra digital untuk mengetahui objek wajah dalam citra sebelum dilakukan pendeteksian ekspresi wajah. Adapun Threshold-Integral Image adalah salah satu teknik segmentasi berbasis pixel-based, yaitu local thresholding [9].

2.13 Representation and Feature Extraction

Setelah segmentasi citra menggunakan berbagai teknik, piksel hasil segmentasi butuh digambarkan dalam bentuk, yang tepat untuk pengolahan lebih lanjut. Pada dasarnya penggambaran citra dapat dilakukan dengan satu cara dari dua cara yaitu citra dapat digambarkan dengan mempertimbangkan karakteristik luarnya batas. Dan citra dapat digambarkan berdasarkan karakteristik dalamnya daerah yang terdiri atas piksel-piksel. Ekstraksi ciri adalah proses mengambil ciri-ciri yang terdapat pada objek di dalam citra untuk mengenali objek tersebut [10].

2.14 Recognition and Interpretation

Recognition adalah sebuah proses pengklasifikasian atau mencoba untuk membedakan objek berdasarkan karakteristik atau yang mirip pada citra. Untuk melakukan proses ini perlu didahului dengan proses deteksi. Sebuah objek yang terdeteksi dihubungkan dengan satu kategori yang dikenali atau objek yang diharapkan berdasarkan pada kriteria fotometri, geometri atau analisis. Operasi ini dapat dilakukan pada objek yang levelnya sangat berbeda, dari piksel sampai kumpulan komponen citra yang kompleks [11].

2.15 Perbaikan Citra

Perbaikan citra merupakan salah satu metode yang sederhana dan cukup menarik bidang pengolahan citra digital [12]. Pada dasarnya, ide dibalik teknik perbaikan citra adalah untuk memperbaiki detail yang dikaburkan, atau hanya untuk menyorot fitur tertentu yang menarik digambar. Oleh sebab itu, peningkatan kualitas suatu citra yang terdegradasi dilakukan dengan menerapkan teknik perbaikan citra.

2.16 Metode Filter Gabor

Filter Gabor merupakan sebuah pilihan tradisional untuk memperoleh informasi frekuensi yang terlokalisasi. Filter Gabor menawarkan suatu lokalisasi simultan terbaik dari informasi frekuensi spasial. Dengan lokalisasi spasial yang maksimal. Gabor diperkenalkan oleh seseorang fisikawan yang bernama Denis Gabor pada tahun 1946 sebagai alat untuk deteksi sinyal dalam noise/derau [13]. Pada tahun 1980 seseorang bernama Dougman menggunakan Gabor Filter ini ke citra 2 dimensi. Filter gabor yang diatur dengan arah tertentu memberikan respons yang kuat untuk pada saat pengembalian gambar sesuai target yang memiliki struktur dalam arah tertentu. Adapun filter gabor beberapa parametrisasi dari gagasan *edge* [14].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Metode Filter Gabor

Filter gabor digunakan untuk proses penghalusan (smoothing), pengaburan (blurring), menghilangkan detail dan menghilangkan noise.

1. Pengolahan Citra Menggunakan Filter Gabor

Langkah-langkah Filter Gabor:

- Menentukan matriks Filter Gabor

Matriks yang akan digunakan sebagai kernel adalah matriks berukuran 3x3 piksel. Maka buatlah tabel matriks 3x3 seperti di bawah ini:

Tabel 1 Matriks

(x-y)	-1	0	1
-1	?	?	?
0	?	?	?
1	?	?	?

- Membuat nilai elemen pada matriks Filter Gabor

$$g(x, y) = e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$

Keterangan:

g = Gabor

x = Nilai koordinat x

y = Nilai koordinat y

e = Adalah konstanta Euler (2.718281828)

$$\sigma = \text{Standard deviasi (2)}$$

$$g(0,0) = e^{-\frac{0^2+0^2}{2 \cdot 2^2}} = 1$$

$$g(1,0) = e^{-\frac{1^2+0^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,778800783$$

$$g(0,1) = e^{-\frac{0^2+1^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,778800783$$

$$g(-1,0) = e^{-\frac{-1^2+0^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,778800783$$

$$g(0,-1) = e^{-\frac{0^2+(-1)^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,778800783$$

$$g(1,1) = e^{-\frac{1^2+1^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,60653066$$

$$g(1,-1) = e^{-\frac{1^2+(-1)^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,60653066$$

$$g(-1,1) = e^{-\frac{(-1)^2+1^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,60653066$$

$$g(-1,-1) = e^{-\frac{(-1)^2+(-1)^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,60653066$$

Tabel 2 Nilai Elemen Pada Matriks

(x-y)	-1	0	1
-1	0,60653066	0,778800783	0,60653066
0	0,778800783	1	0,778800783
1	0,60653066	0,778800783	0,60653066

- Membuat nilai normalisasi matriks Filter Gabor

$$c = \frac{1}{\min(g(x,y))}$$

Matriks Minimum = 0,60653066

$$c = \frac{1}{0,60653066}$$

c = 1,65=2 (Dilakukan pembulatan ke atas)

- Proses perkalian matriks kernel dengan nilai normalisasi

Tabel 3 Nilai Elemen Pada Matriks

(x-y)	-1	0	1
-1	0,60653066	0,778800783	0,60653066
0	0,778800783	1	0,778800783
1	0,60653066	0,778800783	0,60653066

$$g(x,y) = c \cdot e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

C =2

Penyelesaian:

$g(0,0) = 2 \times 1 = 2$
 $g(1,0) = 2 \times 0,778800783 = 1,557601566$
 Dibulatkan = 2
 $g(0,1) = 2 \times 0,778800783 = 1,557601566$
 Dibulatkan = 2
 $g(-1,0) = 2 \times 0,778800783 = 1,557601566$
 Dibulatkan = 2
 $g(0, -1) = 2 \times 0,778800783 = 1,557601566$
 Dibulatkan = 2
 $g(1,1) = 2 \times 0,778800783 = 1,557601566$
 Dibulatkan = 1
 $g(1, -1) = 2 \times 0,778800783 = 1,557601566$
 Dibulatkan = 1

Tabel 4 Hasil Perkalian Matriks Kernel dengan Nilai Normalisasi

(x-y)	-1	0	1
-1	1	2	1
0	2	2	2
1	1	2	1

- Mencari jumlah semua elemen nilai pembobot $g(x, y)$
 $g(x, y) = 1+2+1+2+2+2+1+2+1=14$
 Maka didapatkan normalisasi bobotnya sebagai berikut:

$$g(x, y) = \frac{1}{14} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

(x-y)	-1	0	1
-1	1	2	1
0	2	2	2
1	1	2	1

- Proses operasi konvolusi
 Langkah berikutnya adalah melakukan proses image filtering dengan menerapkan operasi konvolusi sebagai berikut:
 Nilai Citra Awal

Matriks Kernel Gabor

	1	2	3	4	5
1	32	33	35	35	34
2	30	31	31	31	31
3	37	36	34	32	32
4	48	46	43	40	39
5	48	46	44	42	42

$$F(x, y) = g(x, y) = \frac{1}{14} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$G(x, y) = \frac{1}{14} \begin{vmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 32 & 33 & 35 \\ 30 & 31 & 31 \\ 37 & 36 & 34 \end{vmatrix}$$

$$G(2,2) = \frac{1}{14} (1*32) + (2*33) + (1*35) + (2*30) + (2*31) + (2*31) + (1*37) + (2*36) + (1*34)$$

$$G(2,2) = \frac{460}{14} = 32.857 \text{ dibulatkan menjadi } 90$$

3.2 Implementasi Sistem

1. Tampilan Menu Utama

Halaman antarmuka pengguna dapat ditampilkan melalui halaman utama yang akan terlihat pada saat program dijalankan. Dan tampilan halaman utama merupakan halaman awal pengolahan citra digital untuk memperbaiki citra wajah. Berikut tampilan halaman utama ketika dijalankan program.



Gambar 3. Tampilan Menu Utama

2. Tampilan Pilih Gambar

Dalam aplikasi penerapan metode filter gabor untuk memperbaiki citra wajah berbasis graphical user interface, user dapat memasukkan gambar yang ingin diproses dengan menggunakan tombol pilih gambar. Berikut merupakan hasil tampilan tombol pilih gambar:



Gambar 4. Tampilan Pilih Gambar

3. Tampilan *Grayscale*

Setelah menampilkan gambar yang ingin di perbaiki, selanjutnya yang kita lakukan adalah menekan tombol *grayscale* yang berfungsi untuk mentransformasi gambar ke ruang warna *grayscale*. Berikut merupakan hasil tampilan saat tombol *grayscale* ditekan:



Gambar 5. Tampilan Gambar *Grayscale*

4. Tampilan *Salt and Pepper*

Setelah melakukan gambar ke grayscale, selanjutnya kita akan menekan tombol *salt and pepper (noise)* yang berfungsi untuk memberikan noise speckle sehingga yang akan ditampilkan berupa citra RGB yang sudah terkontaminasi noise speckle dan siap dilakukan proses selanjutnya. Berikut tampilan yang akan muncul ketika tombol *salt and pepper* ditekan oleh pengguna:



Gambar 6. Tampilan Gambar *Salt and Pepper*

5. Tampilan Gambar Peningkatan Contrasts

Setelah selesai memberikan *salt and pepper (noise)* pada sebuah gambar yang diuji, kita dapat melakukan peningkatan contrast pada gambar. Selanjutnya yang kita lakukan adalah menekan tombol peningkatan contrast yang berfungsi untuk meningkatkan contrast pada sebuah gambar yang diuji. Berikut hasil tampilan yang akan muncul ketika tombol peningkatan contrast ditekan:

Gambar 7. Tampilan Gambar Peningkatan *Contrast*

6. Tampilan Perbaikan Gambar

Setelah selesai memberikan salt and pepper (noise) dan memberikan kontras pada gambar yang diuji. Setelah itu kita akan melakukan memperbaiki gambar yang sudah di salt and pepper (noise) dan peningkatan kontras. Dan hasil menjadi bersih atau tidak terdapat salt and pepper (noise), tampilan yang akan muncul ketika klik tombol perbaikan ditekan:



Gambar 8. Tampilan Perbaikan Gambar

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan tentang penerapan metode Filter Gabor untuk memperbaiki citra wajah berbasis *Graphical User Interface* dalam hasil program memperbaiki citra wajah menggunakan filter gabor yang telah dikemukakan maka dapat disimpulkan bahwa untuk menganalisa permasalahan terkait memperbaiki citra wajah menggunakan metode filter gabor, merancang sistem dalam memperbaiki citra wajah yang bersifat rusak atau terdapat *salt and pepper (noise)*, membangun sistem diperlukan *software* pendukung. Untuk melakukan pengujian dengan menerapkan *Black Box Testing* untuk uji fungsionalitas *form* serta untuk memperbaiki citra wajah berbasis *graphical user interface*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Khairi Ibnuutama dan Ibu Elfutriani atas arahan dan bimbingannya selama proses pengerjaan penelitian ini yang telah banyak membantu baik dari segi informasi ataupun dukungan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Arista, R. R. Yacoub, D. Suryadi, F. Imansyah, and J. Marpaung, "PRAPENGOLAHAN CITRA MENGGUNAKAN FILTER GABOR BERBASIS GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI) UNTUK PENGENALAN WAJAH," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, Feb. 2016, Accessed: Sep. 03, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/52586>
- [2] M. Zulfikar, A. Aziz, F. Sthevanie, K. N. Ramadhani, F. Informatika, and U. Telkom, "Pengenalan Wajah Dengan Metode Gabor Wavelet Pada Kondisi Minim Cahaya," vol. 7, no. 2, pp. 8246–8256, 2020.
- [3] F. Teknik, U. Tjut, and N. Dhien, "IMPLEMENTASI METODE OTSU THRESHOLDING PADA BINERISASI CITRA WAJAH Jhoni Hidayat 1 , Syafrivel 2 1,2," vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [4] S. Melangi, "Klasifikasi Usia Berdasarkan Citra Wajah Menggunakan Algoritma Artificial Neural Network dan Gabor Filter," vol. 2, pp. 60–67, 2020.
- [5] Ulla Delfana Rosiani, Rosa Andrie Asmara, and Nadhifatul Laeily, "Penerapan Facial Landmark Point Untuk Klasifikasi Jenis Kelamin Berdasarkan Citra Wajah," *J. Inform. Polinema*, vol. 6, no. 1, pp. 55–60, 2020, doi: 10.33795/jip.v6i1.328.
- [6] D. M. Ra, I. Setiawan, W. Dewanta, H. A. Nugroho, and H. Supriyono, "Pengolah Citra Dengan Metode Thresholding," vol. 15, no. 2, 2019.
- [7] N. P. S. K-means, "JURNAL RESTI," vol. 1, no. 10, 2021.
- [8] I. N. Gede, A. Astawa, and E. Rudiastari, "PERBAIKAN CITRA WAJAH DENGAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION PERBAIKAN CITRA WAJAH DENGAN METODE HISTOGRAM," no. April, 2018.
- [9] M. U. Habibah *et al.*, "SEGMENTASI CITRA WAJAH DENGAN IMPLEMENTASI ADAPTIF THRESHOLD – FACE IMAGE SEGMENTATION WITH IMPLEMENTATION OF ADAPTIVE THRESHOLD – INTEGRAL IMAGE," vol. 8, no. 5, pp. 919–928, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202183840.
- [10] D. P. Andini, Y. Baptista, and G. Sugiarta, "Pendeteksian dan Pengenalan Citra Wajah dengan Ekstraksi Fitur Menggunakan Filter Gabor," vol. 5, no. 2, pp. 257–266, 2020, doi: 10.31544/jtera.v5.i2.2020.257-266.
- [11] B. T. Utomo, I. Fitri, and E. Mardiani, "Penerapan Face Recognition Pada Aplikasi Akademik Online," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 16, no. 3, p. 195, 2020, doi: 10.52958/iftk.v16i3.2259.
- [12] S. Supiyanto and T. Suparwati, "Perbaikan Citra Menggunakan Metode Contrast Stretching," *J. Siger Mat.*, vol. 2, no. 1, pp. 13–18, 2021, doi: 10.23960/jsm.v2i1.2743.
- [13] A. Alhamad, "Ekstrasi Ciri Metode Filter Gabor Untuk Deteksi Kerusakan Terumbu Karang," *J. Cosphi*, vol. 5, no. 2, pp. 46–51, 2021, [Online]. Available: <https://cosphijournal.unisan.ac.id/index.php/cosphihome/article/view/118%0Ahttps://cosphijournal.unisan.ac.id/index.php/cosphihome/article/viewFile/118/67>
- [14] U. Syahrina, N. A. Hsb, and R. D. Sianturi, "Penerapan Metode Gabor Wavelet Untuk Deteksi Gimmick Wajah Pada Citra Digital," vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2021.