

## Pengenalan Wajah Dengan Metode Gabor Wavelet Pada Kondisi Minim Cahaya

Muhammad Zulfikar Abdul Aziz<sup>1</sup>, Febryanti Sthevanie<sup>2</sup>, Kurniawan Nur Ramadhani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

<sup>1</sup>mzulfikarabdulaziz@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>sthevanie@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>kurniawannurr@telkomuniversity.ac.id

---

### Abstrak

Pengenalan wajah manusia merupakan cara untuk mengidentifikasi dan mengenali identitas seseorang, karena setiap manusia memiliki struktur wajah yang berbeda-beda. Dikarenakan perbedaan pada struktur wajah manusia tersebut, dapat membuat perbedaan jika terjadi perubahan sedikit saja pada wajah. Salah satu variabel yang dapat mempengaruhi keakuratan dalam mengenali wajah adalah tingkat pencahayaan, jika tingkat pencahayaan berkurang maka akurasi pengenalan pun dapat menurun. Pada kondisi tersebut bahkan manusia pun dapat kesulitan dalam membedakan identitas wajah. Dari masalah tersebut akhirnya dilakukan penelitian ini dimana sistem dibentuk untuk dapat mengenali wajah dengan lebih baik pada tingkat pencahayaan yang rendah. Metode *gabor wavelet* yang digunakan untuk mengenali wajah dan PCA yang digunakan untuk mereduksi dimensi hasil konvolusi pada penelitian ini dapat mengenali wajah dengan tingkat akurasi 73,08% hingga tingkat pencahayaan -500, dan mengalami penurunan akurasi ketika penambahan metode *Histogram Equalization* dilakukan pada saat pengujian.

**Kata kunci :** *gabor wavelet, image enhancement, pengenalan wajah, pencahayaan, histogram equalization*

---

### Abstract

Recognition of human faces is a way to identify and recognize someone's identity, because every human has a different facial structure. Due to differences in the structure of the human face, it can make a difference if there is a slight change in the face. One of the variables that can affect the accuracy in recognizing faces is the lighting level, if the lighting level decreases, the recognition accuracy can also decrease. In these conditions even humans can have difficulty in distinguishing facial identities. From this problem finally this research was conducted where the system was formed to be able to recognize faces better at low lighting levels. Gabor wavelet method used to recognize faces and PCA used to reduce the dimensions of the convolution results in this study can recognize faces with an accuracy level 73.08% to the lighting level of -500, and experience a decrease in accuracy when the addition of the Histogram Equalization method is performed during testing

**Kata kunci :** *gabor wavelet, image enhancement, face recognition, lighting, histogram equalization*

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

*Face recognition* adalah salah satu dari banyak cara dan cara yang paling banyak digunakan dalam mengenali manusia dari wajahnya, karena wajah merupakan bagian unik dari manusia[1]. Hal ini karena wajah merupakan hal yang paling mudah dan umum digunakan dalam mengenali seseorang. Pengenalan wajah merupakan sistem biometric yang banyak digunakan misalnya pada bagian absensi pegawai[2].

*Gabor wavelet* adalah salah satu dari sekian banyak metode yang banyak digunakan dalam pengenalan wajah dan merupakan metode yang tidak terpengaruh dengan perbedaan tingkat pencahayaan[3]. *Gabor wavelet* memberikan ciri dengan melakukan konvolusi antara gambar masukan dengan filter gabor, dengan multi frekuensi dan multi orientasi. Sesuai dengan penelitian yang

dilakukan sebelumnya[1] yang menggunakan metode Eigenface, dilakukan penelitian menggunakan metode *gabor wavelet* untuk mengetahui apakah menghasilkan akurasi yang lebih baik, karena pada penelitian lain metode ini menghasilkan akurasi yang tinggi[4]. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian dengan menggunakan dan tanpa menggunakan algoritma perbaikan *Histogram Equalization*.

Dalam pengenalan wajah banyak metode yang dapat digunakan, sehingga dalam pemilihan metode yang digunakan merupakan sesuatu yang sulit. Kesulitan dalam pemilihan metode sangat terasa terutama pada kasus dalam penelitian ini, yaitu pengenalan wajah pada kondisi minim cahaya.

Berdasarkan masalah yang sudah disebutkan akan diteliti metode pengenalan wajah dengan menggunakan metode *gabor wavelet* dengan pengujian menggunakan citra yang memiliki tingkat pencahayaan yang rendah. Dan juga menggunakan metode tambahan berupa metode perbaikan citra *Histogram Equalization* untuk mengetahui pengaruh keakuratan dalam pengujiannya.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijabarkan diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi:

- 1.2.1.1. Bagaimana performansi dari metode *gabor wavelet* dalam melakukan pengenalan wajah pada kondisi minim cahaya?
- 1.2.1.2. Apakah *image enhancement Histogram Equalization* dalam penerapan metode *gabor wavelet* dapat meningkatkan akurasi dalam pengenalan wajah pada kondisi minim cahaya?

## 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah yang penulis tulis agar penelitian ini lebih terarah dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian dapat tercapai, sebagai berikut:

- 1.3.1.1. Citra wajah untuk data pembelajaran dan data pengujian sudah dipersiapkan terlebih dahulu yang diambil pada dataset *collection of facial images:Faces96*[5].
- 1.3.1.2. Jumlah orang yang akan dijadikan dataset adalah sebanyak 26 orang, dengan 15 data citra wajah per orang untuk data pembelajaran dan 5 data citra wajah per orang untuk data pengujian.
- 1.3.1.3. Citra wajah yang digunakan tidak menggunakan aksesoris apapun, seperti kacamata, masker, topi dan lain-lain.
- 1.3.1.4. Citra wajah untuk data pengujian diatur tingkat pencahayaannya secara gradasi dari -20 sampai dengan -700 menggunakan software GIMP.

## 1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mencari tahu seberapa besar performansi metode *gabor wavelet* dalam melakukan pengenalan wajah pada kondisi minim cahaya, serta menganalisis apakah *image enhancement* dibutuhkan dan memberikan pengaruh yang besar dalam membantu meningkatkan akurasi pada penelitian ini berdasarkan kondisi yang telah ditentukan.

## 1.5. Organisasi Tulisan

Organisasi tulisan dalam jurnal ini terdiri atas 5 bagian, pada bagian 1 dijelaskan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah dan tujuan dari penelitian. Pada bagian 2 dijelaskan studi atau teori-teori yang terkait dengan penelitian ini. Pada bagian 3 dijelaskan mengenai rancangan sistem dengan menggunakan metode-metode yang telah dijelaskan pada bagian 2. Pada bagian 4 dijelaskan mengenai evaluasi sistem pengenalan wajah dengan menggunakan metode *gabor wavelet* sebagai ekstraksi fitur dan KNN sebagai klasifikasinya, serta menjelaskan mengenai evaluasi sistem dengan dan tanpa metode *enhancement*. Pada bagian 5 dijabarkan mengenai kesimpulan yang didapat dari penelitian ini, serta saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya.

## 2. Studi Terkait

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 oleh Fiqri Malik Abdul Aziz mengenai pengenalan wajah pada kondisi minim cahaya dengan menggunakan metode *eigenface* mendapatkan hasil akurasi pengujian 0% dimana pengujian tersebut dilakukan tanpa metode pembantu, dan pengujian dengan berbagai metode *image enhancement* memberikan peningkatan akurasi. Dari berbagai pengujian dengan berbagai metode *enhancement* didapatkan hasil dengan akurasi tertinggi sebesar 50% dengan menggunakan metode *enhancement Histogram Equalization*[1].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2016 oleh M.E Ashaltaha mengenai pengenalan wajah dengan menggunakan metode *gabor wavelet* menggunakan skenario pengujian dengan berbagai variasi cahaya, pose, dan ekspresi, menunjukkan hasil bahwa metode *gabor wavelet* dapat menangani ketiga variasi tersebut[3].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2006 oleh Vinay Kumar. B mengenai pengenalan wajah dengan menggunakan metode *gabor wavelet* dengan pengujian variasi pencahayaan. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa metode ini kuat dalam menangani perbedaan tingkat pencahayaan dan tidak sensitif terhadap perubahan iluminasi yang homogen[6].

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2008 oleh R.M. Mutelo mengenai pengenalan wajah dengan kombinasi antara metode *gabor wavelet* dan *Principal Component Analysis* (PCA) memberikan hasil pengujian sebesar 97,5%. Penelitian tersebut berfokus pada perbandingan efisiensi penggunaan waktu pada proses klasifikasi antara beberapa metode, yaitu 2DGPCA (2D *Gabor* PCA), 2DPCA, dan 2DFLD. Pada penelitian tersebut dibuktikan bahwa metode 2DGPCA memberikan akurasi terbaik dari ketiga metode yang diujikan[7].

Pada tahun 2015 dilakukan penelitian oleh Vinay. A mengenai pengenalan wajah menggunakan metode *gabor wavelet*. Pada penelitian tersebut dilakukan perbandingan antara dua metode pereduksian dimensi data, yaitu PCA (*linear*) dan KPCA (*non-linear*). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode *Gabor-PCA* mengungguli metode *Gabor-KPCA* menggunakan perhitungan jarak *Euclidean distance* sebesar 6,67%[8].

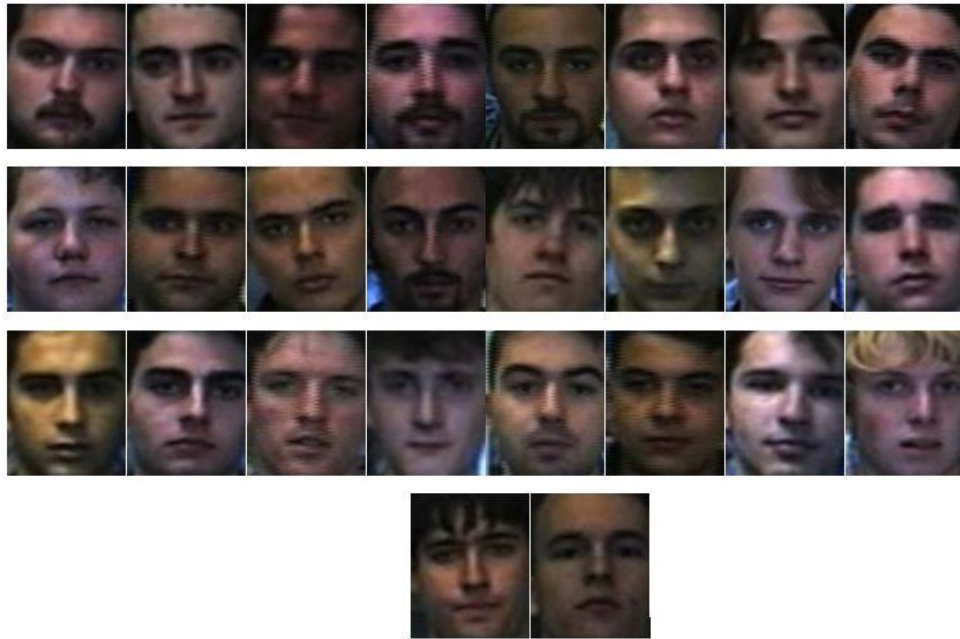
## 3. Perancangan Sistem

### 3.1. Data Wajah

#### 1. Data Training

Pada penelitian ini terdapat 390 data wajah dengan kondisi *brightness* normal, dan 182 data wajah dengan tingkat *brightness* -400 dan -500 yang digunakan dalam pengujian dengan skenario menggunakan data *train* kombinasi.

Tahapan dalam pembuatan data *train* ini diawali dengan dilakukan konversi *grayscale*. Lalu dilakukan *masking filter* gabor terhadap hasil citra konversi *grayscale*. Hasil *masking filter* gabor dimasukkan ke dalam sebuah array. Proses ini dilakukan berulang secara terus-menerus terhadap seluruh data latih.



Gambar 1 Contoh Data Train Seluruh Kelas

## 2. Data Uji

Selain data wajah *training* kita juga memiliki data wajah yang digunakan untuk *testing* untuk menguji apakah sistem dapat mengenali atau tidak. Pada data uji ini terdapat 1170 data uji yang terbagi dalam 9 tingkat *brightness* dan 26 kelas.

Untuk setiap data yang akan diujikan, dilakukan proses konversi *grayscale*. Lalu citra hasil dari konversi *grayscale* tersebut dikonvolusi dengan filter *gabor*.



Gambar 2 Sampel data uji berdasarkan tingkat kecerahannya

## 3. Pre-processing

*Grayscale*, merupakan proses awal yang dilakukan pada perbaikan citra dengan mengubah citra masukan yang awalnya berupa citra berwarna (RGB) menjadi citra *grayscale* dengan tujuan menyederhanakan citra.



Gambar 3 Contoh hasil proses enhancement menggunakan HE

### 3.2. Ekstraksi Fitur

*Gabor Wavelet* adalah hasil perkalian antara fungsi sinus dan Gaussian[9]. Pada penelitian ini digunakan fungsi sinus 2 dimensi dikarenakan pada penelitian ini citra inputan berupa citra 2 dimensi.

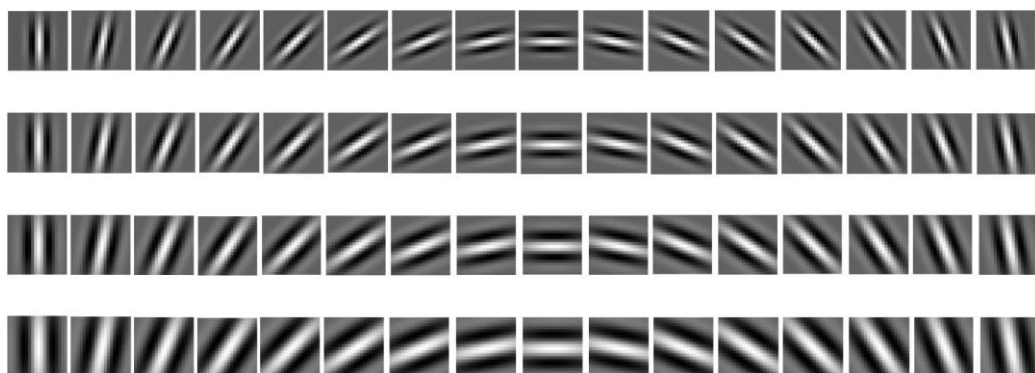
*Gabor filter* merupakan sebuah filter yang digunakan dalam pendeteksian tepi pada citra. Representasi algoritma *gabor filter* memiliki kemiripan dengan sistem pengenalan objek pada manusia dengan 2 proses utama, yaitu pembuatan array gabor dan proses ekstraksi dengan menggunakan *array gabor* untuk pengambilan *vector feature* dari citra[10].

Pada awal tahap ekstraksi fitur, dilakukan *masking* terhadap data wajah menggunakan 64 filter yang terdiri dari 4 frekuensi dan 16 orientasi. Pembuatan filter gabor pada penelitian ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Gaussian function} = g(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (1)$$

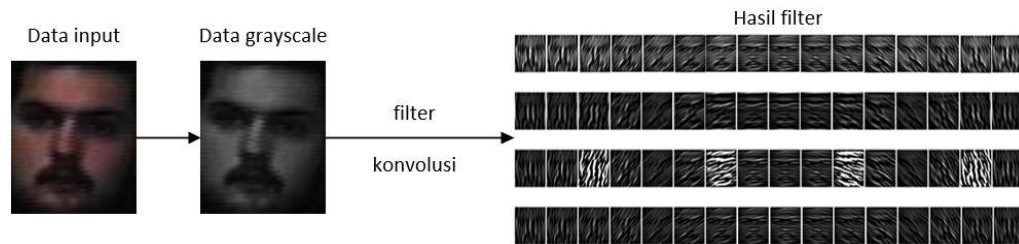
$$\text{Sinusoid function} = y(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

$$\text{filter gabor} = g(x) * y(t) \quad (3)$$



Gambar 4 Contoh Gabor Filter

Filter pada gambar 4 dikonvolusi dengan citra inputan untuk memperoleh ciri dari citra wajah.



Gambar 5 proses konvolusi citra grayscale dengan filter

Data hasil konvolusi direduksi kedalam bentuk yang lebih sederhana menjadi bentuk citra dimensi - n dengan algoritma PCA untuk mendapatkan data fitur yang lebih sederhana dan untuk mempercepat kalkulasi pada tahap klasifikasi.

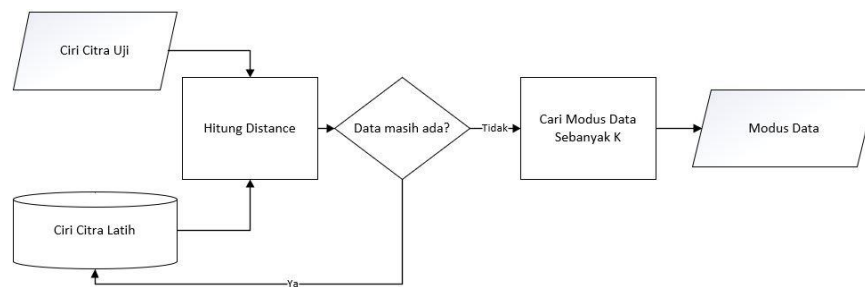
Analisis Komponen Utama (PCA) adalah sebuah algoritma yang sering digunakan untuk mengubah dimensi suatu data yang berisikan banyak variabel menjadi data dengan dimensi yang lebih sederhana[11]. Variabel-variabel baru hasil proses PCA merepresentasikan keragaman data dari data awal kedalam bentuk yang lebih sederhana[12].

### 3.3. Klasifikasi

Klasifikasi merupakan sebuah proses dalam menentukan kelas dari suatu objek berupa citra wajah berdasarkan ciri dari data citra yang terdapat pada data *training*, yaitu data dari citra wajah yang sudah melalui proses pembelajaran (*training*).

Pada tahap ini digunakan algoritma K-NN (*K-Nearest Neighbor*). K-NN merupakan algoritma yang digunakan untuk klasifikasi atau menentukan kelas suatu objek berdasarkan data pembelajaran yang k tetangga terdekatnya, dengan k berupa banyaknya tetangga terdekat [13].

Algoritma *K-Nearest Neighbor* melakukan klasifikasi dengan menggunakan ruang data pembelajaran berdimensi banyak. Ruang data berdimensi banyak ini memuat beberapa kriteria dari data pembelajaran[14].



Gambar 6 Alur Klasifikasi Dengan Algoritma K-NN

Proses klasifikasi dengan algoritma K-NN ini memiliki beberapa tahap sebagai berikut:

- 3.3.1.1. Perhitungan bobot data uji, bobot wajah uji didapatkan dari hasil ekstraksi fitur dengan menggunakan kernel yang sudah dikonvolusi dengan citra wajah.
- 3.3.1.2. Nilai bobot kemudian digunakan dalam perhitungan jarak antara data bobot hasil ekstraksi fitur data latih dan data uji dengan menggunakan *Euclidean distance*.

$$D_i = \sqrt{\sum_{i=0}^n (x1 - x2)^2} \quad (4)$$

$D_i$  = distance  $i$  yang terkecil citra uji dan citra latih

$x1$  = vektor ciri citra uji

$x2$  = vektor ciri citra latih

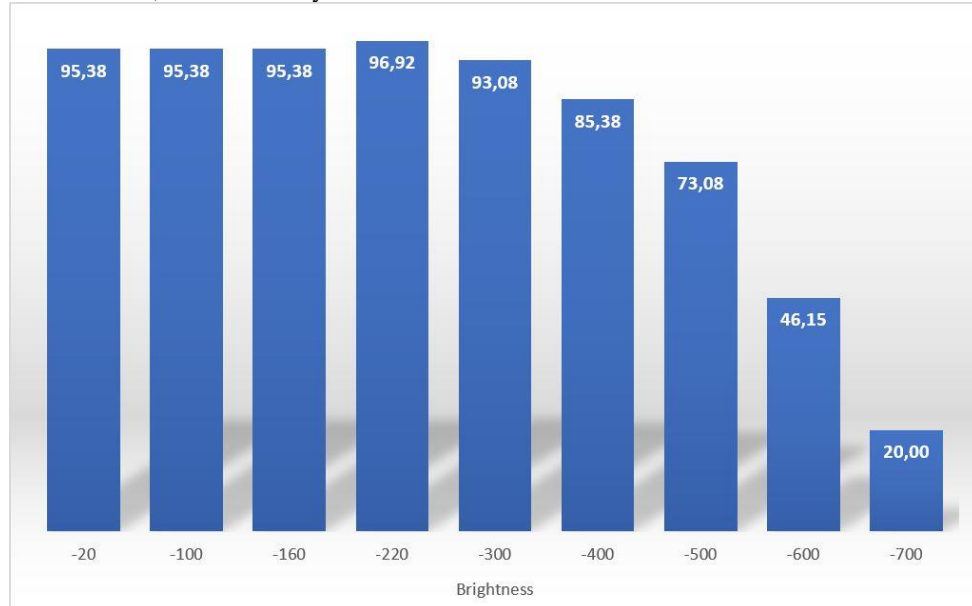
- 3.3.1.3. Hasil perhitungan dengan nilai *distance* yang paling kecil sebanyak K (tetangga) merupakan hasil dari proses klasifikasi.

#### 4. Evaluasi

##### 4.1. Hasil dan Analisis Pengujian

##### 1. Pengujian

##### 4.1.1.1. Skenario 1, berikut hasilnya:



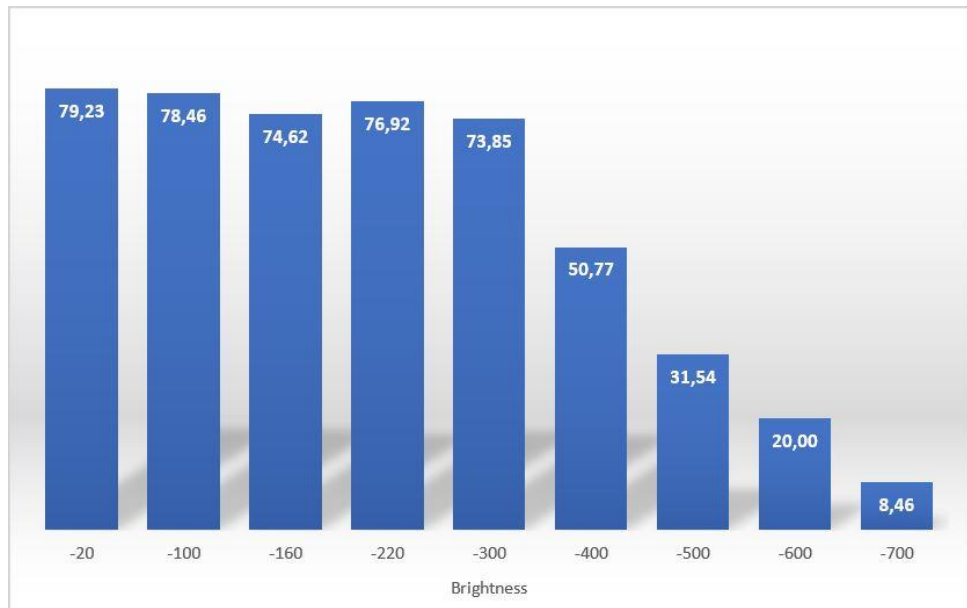
Gambar 7 Diagram hasil pengujian skenario 1 tanpa ehancement

Berdasarkan hasil yang didapatkan dari hasil pengujian dengan data latih dan data uji tanpa melalui proses perbaikan citra, dapat dilihat bahwa metode *gabor wavelet* dengan klasifikasi K-NN dapat menghasilkan akurasi >70% pada tingkat kecerahan -500.

Hasil akurasi didapatkan dari hasil perhitungan:

$$Akurasi = \frac{total\ data - prediksi\ salah}{total\ data} \times 100\% \quad (5)$$

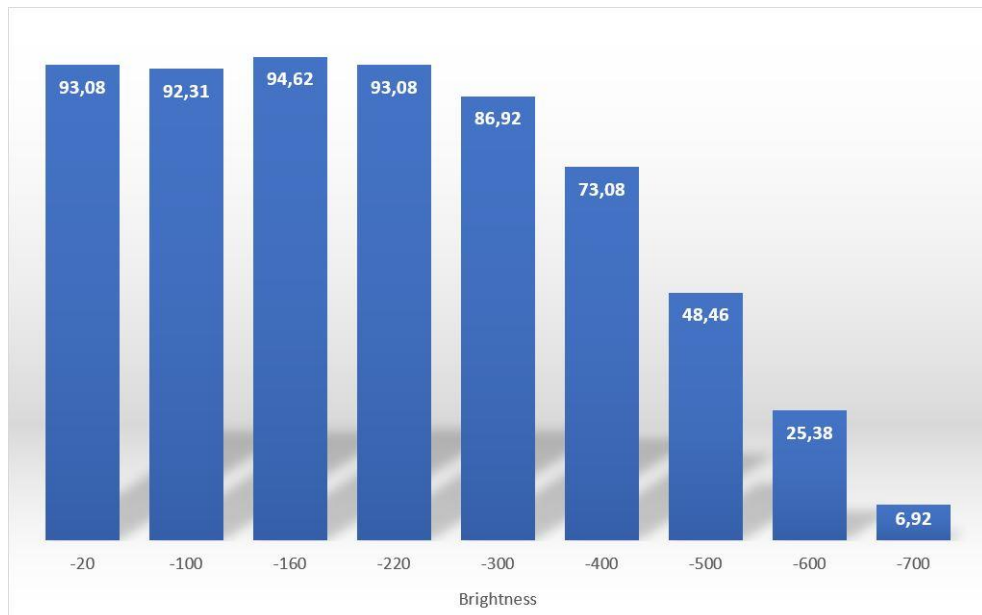
4.1.1.2. Skenario 2, berikut hasilnya:



Gambar 8 Diagram hasil pengujian skenario 2 dengan enhancement dataset

Setelah dilakukan perbaikan citra dengan menggunakan metode *histogram equalization* pada data uji, hasil yang muncul menunjukkan bahwa tidak terjadi peningkatan dari hasil pengujian. Dari hasil pengujian pada skenario 2 ini dapat dilihat bahwa peningkatan akurasi tidak terjadi bahkan turun jika dibandingkan dengan hasil pengujian skenario 1.

4.1.1.3. Skenario 3, berikut hasilnya:



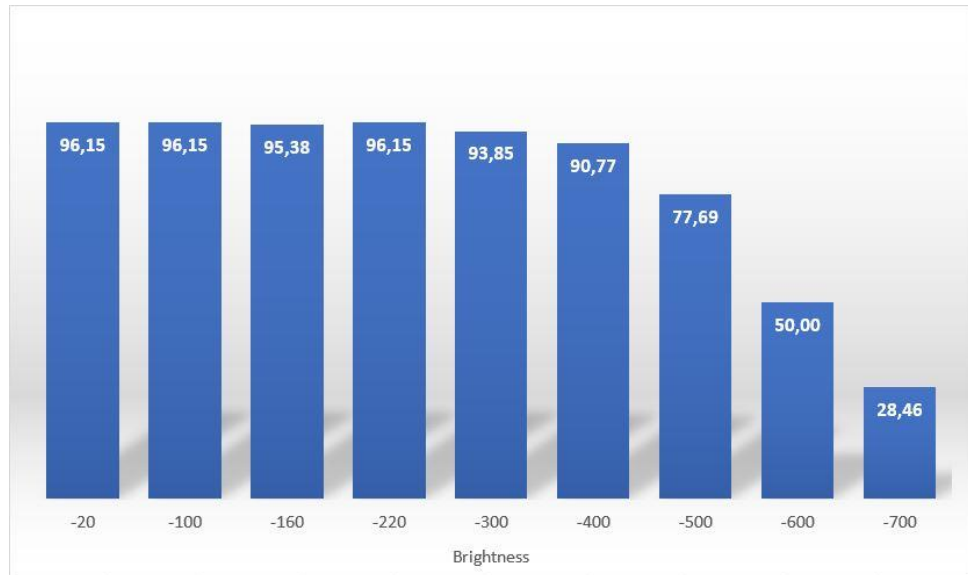
Gambar 9 Diagram hasil pengujian skenario 3 dengan enhancement dataset dan data test

Pada skenario pengujian 3 ini dilakukan proses perbaikan citra menggunakan metode *histogram equalization* pada data latih dan data uji. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa skenario 3 ini tidak memberikan peningkatan akurasi jika



dibandingkan dengan pengujian menggunakan skenario 1, tetapi menunjukkan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan pengujian menggunakan skenario 2.

#### 4.1.1.4. Skenario 4 dengan dataset kombinasi:



Gambar 10 Diagram hasil pengujian skenario 4 tanpa enhancement dengan dataset kombinasi

Pada pengujian skenario 4 dengan menggunakan dataset kombinasi normal-minim cahaya, dapat dilihat bahwa dataset kombinasi ini membantu dalam peningkatan akurasi. Peningkatan akurasi ini dapat terlihat jelas dan signifikan pada pengujian dengan tingkat pencahayaan -400 hingga -700. Peningkatan pada data uji -400 sebesar 5,39%, -500 sebesar 4,61%, -600 sebesar 3,85%, dan -700 sebesar 8,46%.

Dari ketiga skenario tersebut terlihat bahwa proses perbaikan citra menggunakan *histogram equalization* tidak menghasilkan pengaruh yang baik bahkan cenderung menurunkan akurasi. Dapat dilihat juga bahwa *gabor wavelet* tetap mendapatkan akurasi yang baik hingga tingkat kecerahan -500 dengan nilai akurasi sebesar 73,08% dan mulai mengalami penurunan yang drastis pada tingkat kecerahan -600 dengan akurasi sebesar 46,15%. Kombinasi dataset antara data normal dengan data yang telah dilakukan penurunan tingkat kecerahan dapat membantu meningkatkan akurasi pada saat pengujian menggunakan data uji dengan tingkat *brightness* dibawah -400 dalam proses klasifikasi, terutama pada pengujian dengan tingkat pencahayaan -400 hingga -700.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan beberapa skenario didapatkan beberapa poin kesimpulan sebagai berikut:

- 5.1.1.1. Metode *gabor wavelet* dapat mengenali wajah dengan baik tanpa menggunakan bantuan *enhancement* hingga tingkat pencahayaan -500 dengan akurasi 73,08% dan dengan kombinasi filter 4 frekuensi dan 16 orientasi.
- 5.1.1.2. Metode *enhancement Histogram Equalization* (HE) merusak fitur dan menghasilkan penurunan akurasi pada metode *gabor wavelet*.
- 5.1.1.3. *Gabor Wavelet* tidak terpengaruh dengan perbedaan tingkat pencahayaan.
- 5.1.1.4. Penggunaan data kombinasi dapat membantu meningkatkan akurasi dalam proses klasifikasi.

Dari poin-poin di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa metode *gabor wavelet* tidak terpengaruh oleh tingkat pencahayaan dan memiliki performa yang baik dalam mengenali wajah

dengan tingkat pencahayaan minim tanpa bantuan *image enhancement*, selama tekstur citra wajah masih terlihat dan citra tidak gelap (hitam).

Dalam penggunaan metode *gabor wavelet* dan PCA ini juga terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan. Untuk kelebihannya sendiri yaitu untuk metode *gabor wavelet* kuat dalam mengatasi tingkat pencahayaan, dan untuk metode PCA memberikan efisiensi waktu yang baik. Akan tetapi penggunaan kombinasi dua metode tersebut memberikan dampak negatif ketika dilakukan perbaikan kualitas data citra uji dengan menggunakan *Histogram Equalization* yang dapat dilihat pada hasil pengujian skenario 2 pada gambar 8 dimana akurasi menurun drastis bahkan dari pengujian pada tingkat kecerahan tertinggi sekalipun.

## 5.2. Saran

Untuk mengembangkan sistem pada penelitian selanjutnya, saran yang mungkin dapat membantu:

- 5.2.1.1. Lakukan penelitian menggunakan metode lain sebagai perbandingan terhadap metode *gabor wavelet*.
- 5.2.1.2. Gunakan metode *enhancement* lain untuk mengetahui metode yang dapat membantu peningkatan akurasi dalam mengenali wajah menggunakan *gabor wavelet*.
- 5.2.1.3. Gunakan parameter dengan nilai lain dalam pembuatan filter gabor.
- 5.2.1.4. Gunakan data wajah dengan kualitas yang lebih baik dan jelas sebagai data uji dan data latih.

## Daftar Pustaka

- [1] Azis, Fiqri Malik Abdul. 2017. "Face Recognition In Night Day Using Method Eigenface". IEEE : 978-1-5386-5689-1
- [2] Fandiansyah. 2017. "Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis dan k Nearest Neighbor". Halu Oleo University.
- [3] Ashaltaha, M.E. 2016. "Performance Evaluation of Gabor Wavelet Features for Face Representation and Recognition". E-ISSN: 2319-4200
- [4] Mutelo, R.M.. 2008. "Two Dimensional Principle Component Analysis of Gabor Features for Face Representation and Recognition". IEEE : 978-1-4244-1876-3
- [5] Essex. 1996. "Collection of Facial Images: Faces96". Diakses dari <https://cswww.essex.ac.uk/mv/allfaces/faces96.html>.
- [6] B, Vinay Kumar. 2006. "Face Recognition Using Gabor Wavelets". IEEE: 1-4244-0785-0
- [7] Mutelo, R.M. 2008. "Two Dimensional Principle Component Analysis of Gabor Wavelet for Face Representation and Recognition". IEEE : 978-1-4244-1876-3
- [8] A, Vinay. 2015. "Face Recognition using Gabor Wavelet Features with PCA and KPCA – A Comparitive Study". Elsevier B.V: 1877-0509
- [9] Tarigan, Fernando Kristian. 2014. "Penggunaan Metode Gabor Wavelet dalam Program Skecth Objek Citra Digital", ISSN : 2301-9425
- [10] Pamungkas, Adi. 2016. "Segmentasi Pola Tekstur menggunakan Filter Gabor". Web. <https://pemrogramanmatlab.com/2016/11/06/segmentasi-pola-tekstur-menggunakan-filter-gabor/>
- [11] Wahab, S. H. Chin and E. C. Tan, "Novel approach to automated fingerprint recognition", IEEE Proceedings on Vision, Image and Signal Processing vol. 145, no. 3, pp. 160–166, 1998.
- [12] R-Stats. Analisis Komponen Utama (Principal Component Analysis). [internet]. [akses 2020 Juni 23]. Tersedia pada: <https://www.rumusstatistik.com/2015/03/analisis-komponen-utama-principal.html>
- [13] Fandiansyah. 2017. "Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis dan k Nearest Neighbor". Halu Oleo University.

- [14] Advernesia.com. Pengertian dan Cara Kerja Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN)[internet]. 10.00[diakses 16 Mei 2020]. Tersedia dari <https://www.advernesia.com/blog/data-science/pengertian-dan-cara-kerja-algoritma-k-nearest-neighbours-knn/>