

Aplikasi Perbaikan Citra Digital Berbasis Android Dengan Metode Histogram Equalization

Zekson Arizona Matondang¹, Maranata Pasaribu²

Universitas Katolik Santo Thomas Medan, Jl. Setia Budi No.479 F Tanjung Sari, Medan, Indonesia

Universitas Mandiri Bina Prestasi Medan, Jl. Jamin Ginting Padang Bulan, Medan Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: Agust, 00,24

Revised: Okt 00,24

Available online: August 00,24

KEYWORDS

Citra Digital, Android, Histogram Equalization

CORRESPONDENCE

Phone: +62853-6137-2264

E-mail: zeksonmatondang@gmail.com,

kiainggo@gmail.com

ABSTRACT

Digital images (photos) have become an integral part of everyday life. This is supported by the increasingly sophisticated technology today where communication devices such as mobile phones can also use their role to replace analog cameras to take pictures or even record videos. Capturing happy moments or just wanting to record an event has become very easy to do, but sometimes the resulting photos are less than satisfactory due to the specifications of the mobile phone itself or other factors such as poor lighting (dark). Improvement efforts are also very necessary, but because the application to do this is only available on computers and not too many on mobile phones, this becomes difficult to do. One method in image improvement is the Histogram Equalization method. This method can be used to improve image quality related to lighting, namely by maintaining color constancy.

The use of this histogram equalization method is considered easy because of its efficiency and relatively better performance on almost all types of images. The operation of HE (Histogram Equalization) is carried out by remapping the gray image level based on the probability distribution of the input gray level. It horizontally and dynamically stretches the various histograms of the image and produces an overall increase in contrast.

PENDAHULUAN

Memperbaiki sebuah gambar digital bukanlah hal yang mudah untuk diperbaiki, oleh karenanya dibutuhkan alat atau aplikasi untuk memperbaikinya. Pada zaman teknologi yang canggih Saat ini sudah banyak aplikasi yang dapat memperbaiki citra digital (foto), namun semua aplikasi tersebut masih dioperasikan pada komputer atau laptop. Padahal seiring dengan kemajuan teknologi sekarang ini sudah sangat memungkinkan untuk melakukan tugas seperti memperbaiki foto dengan cara yang lebih praktis tanpa harus menggunakan komputer atau laptop namun dengan menggunakan *handphone*.

Dalam pengelolaan citra dikenal banyak metode untuk perbaikan citra yang sangat berhubungan dengan perbaikan citra digital. Salah satu metode dalam perbaikan citra, adalah metode *Histogram Equalization*. Dimana metode inilah yang akan penulis gunakan dalam melakukan pengeditan video ini karena metode tersebut relatif sederhana dan mudah pengaplikasiannya kedalam program perbaikan citra. Metode ini dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas citra yang berhubungan dengan pencahayaan yaitu dengan mempertahankan *color constancy*.

Color constancy atau ketetapan warna adalah salah satu keistimewaan dari sistem penglihatan manusia, yang mengusahakan agar warna yang diterima dari suatu benda terlihat sama meskipun berada pada kondisi pencahayaan yang berbeda-beda. Misalnya sebuah apel akan terlihat berwarna hijau pada saat siang hari dengan pencahayaan yang utama adalah putih matahari. Apel tersebut juga akan terlihat berwarna hijau pada saat matahari terbenam atau dengan pencahayaan berwarna merah. Hal inilah yang membantu manusia untuk mengidentifikasi suatu benda. Penggunaan metode *histrogram equalization* ini dianggap mudah karena kesederhanaan dan relatif lebih baik kinerja pada hampir semua jenis gambar. Pengoperasian HE (*Histogram Equalization*) dilakukan oleh *remapping* abu-abu tingkat gambar berdasarkan distribusi probabilitas dari tingkat input abu-abu. Ini mendarat dan membentang dinamis berbagai histogram citra dan mengakibatkan keseluruhan peningkatan kontras.

Penajaman citra bertujuan untuk meningkatkan gambar dari perspektif visual manusia. Gambar fitur seperti tepi, batas, dan kontras tajam dengan cara yang mereka rentang dinamis meningkat tanpa ada perubahan dalam isi informasi yang melekat dalam data. Untuk tujuan ini, beberapa teknik telah dikembangkan. Antara lain kontras manipulasi, pengurangan kebisingan, tepi *crispening* dan *sharpening*, penyaringan, *pseudocoloring*, *interpolasi* gambar dan pembesaran.

Yang menjadi titik masalah yang akan diselesaikan oleh penulis saat ini adalah, agar dapat melakukan perbaikan citra digital dengan cara lebih praktis. Salah satunya adalah dengan tidak lagi menggunakan komputer dalam memperbaiki citra digital, namun memakai *handphone*. Sehingga *user* dapat dengan lebih mudah melakukan perubahan pada foto dengan lebih *simple* dan cepat. Karena *handphone* adalah alat yang sangat kompleks dalam menggunakan fitur-fitur atau aplikasi yang dimasukkan kedalamnya. Dan *handphone* juga tidak hanya menjadi sarana komunikasi, namun juga dapat membuat video maupun foto. Sehingga sangat memungkinkan untuk merancang aplikasi untuk memperbaiki citra digital yang akan di aplikasikan pada perangkat *handphone*.

Penggunaan *smartphone* sebagai alat untuk menangkap citra digital (foto) saat ini sudah menggantikan kamera analog karena kepraktisannya ataupun kemudahannya. Tetapi terkadang hasil citra yang didapatkan memiliki tampilan visual yang kurang baik. Tampilan visual yang kurang baik tersebut dapat disebabkan oleh faktor dalam atau faktor luar. Faktor dalam adalah faktor karena kualitas kamera digital yang kurang baik, sehingga hasil citra yang dihasilkan juga kurang baik, sedangkan faktor luar adalah faktor yang disebabkan karena adanya *noise*, kualitas pencahayaan pada citra digital yang terlalu gelap atau terlalu terang.

Dalam sistem yang akan dibuat, sistem tersebut akan membahas di bidang perbaikan citra. Dari latar belakang di atas tersebut, maka rumusan masalah yang didapat adalah:

1. Bagaimana menerapkan metode *Histogram Equalization* dalam perbaikan citra digital pada *handphone*?
2. Bagaimana merancang aplikasi perbaikan citra digital pada *handphone* dengan metode *Histogram Equalization* dan bahasa pemrograman android?

Dari beberapa kajian diatas maka batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Format citra digital yang dapat diperbaiki adalah jpg.
2. Inferansi yang digunakan adalah *Histogram Equalization*.
3. Spesifikasi minimum *smartphone* yang digunakan adalah *Handphone* yang didukung oleh aplikasi android dan memiliki kamera 8 Megapixel.

Pembuatan system informasi distribusi pamdes di desa saragih memiliki maksud dan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mempermudah pengguna smarphone dalam memperbaiki gambar
2. Mempermudah pengguna aplikasi dalam memilih gambar yang sesuai setelah perbaikan

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan hal yang penting dalam proses suatu penelitian agar dapat menampilkan dan menganalisa data dengan benar. Adapun beberapa metode yang penulis gunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

Metode yang digunakan selama penelitian literatur, pengamatan (observasi) dan didukung dengan metode histogram equalization sebagai metode pengembangan sistem dan UML (*Unified Modelling Language*) sebagai *tools* pemodelan aplikasi

A. Metode Pengumpulan Data

Metode dalam pengumpulan data pada penelitian ini memiliki beberapa cara, ialah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Merupakan serangkaian kegiatan pengumpulan data-data yang dapat bersumber dari jurnal, buku juga internet yang memuat Tentang informasi-informasi tentang kebutuhan sistem yang akan dibangun.

Metodologi yang digunakan dalam perbaikan citra system ini ialah Histogram Equalization. Proses Pengembangan yang dimana model ini bisa mempertajam citra sehingga meminimalisasi noise yang mungkin akan terjadi pada citra. Metode ini juga memiliki tahapan pengembangan sistem yang diawali dari tahap analisis, desain, pengkodean, pengujian dan pemeliharaan

Histogram processing : mengubah bentuk histogram agar pemetaan gray level pada citra juga berubah. "*Histogram equalization*" digunakan untuk memperlebar range tingkat keabuan, sehingga akan meningkatkan kekontrasan citra. Metode pemrosesan "*histogram equalization*" bersifat global, karena piksel-piksel dimodifikasi menggunakan fungsi transformasi berbasis pada intensitas seluruh piksel pada citra. Seringkali diperlukan perbaikan pada suatu daerah yang kecil pada di dalam citra. Teknik "*histogram equalization*" bisa diterapkan untuk perbaikan lokal. Caranya, definisikan daerah ketetanggaan (*neighborhood*), dan pindahkan pusat *neighborhood* piksel demi piksel pada keseluruhan citra. Pada setiap lokasi piksel, histogram dari piksel-piksel dalam *neighborhood* dihitung. Selanjutnya dispesifikasikan fungsi transformasi "*histogram equalization*" dan fungsi ini digunakan untuk memetakan intensitas piksel pada pusat *neighborhood*.

Ulangi langkah tersebut pada seluruh piksel dalam citra.

Histogram Equalization :

1. *In all grey level and all area*

Ide: mengubah pemetaan *grey level* agar sebarannya (kontrasnya) lebih menyebar pada kisaran 0-255. Sifat:

- a. *Grey level* yang sering muncul lebih dijarangkan jaraknya dengan *grey level* sebelumnya
- b. *Grey level* yang jarang muncul bisa lebih dirapatkan jaraknya dengan *grey level* sebelumnya
- c. Histogram baru pasti mencapai nilai maksimal keabuan (contoh: 255)

2. *Specific grey level (hist. specification)*

Histogram equalization tidak dilakukan pada seluruh bagian dari histogram tapi hanya pada bagian tertentu saja.

3. *Specific area (local enhancement)*

4. *Histogram equalization* hanya dilakukan pada bagian tertentu dari citra.

Histogram merupakan suatu bagan yang menampilkan distribusi intensitas dalam indeks atau intensitas warna citra (Budi Hartono, S.Kom, M.Kom;2014). Matlab menyediakan fungsi khusus untuk histogram citra, yaitu *imhist()*. Fungsi *Imshist* menghitung jumlah piksel-piksel suatu citra untuk setiap range warna (0-255). Perlu diperhatikan bahwa fungsi *Imshist* dirancang untuk menampilkan histogram citra dengan format abu-abu (grayscale). Oleh karena itu, agar bisa menampilkan histogram RGB, maka perlu memodifikasi fungsi *Imhist*.

Misalkan sebuah citra digital memiliki L derajat keabuan (misalnya citra dengan kuantisasi derajat keabuan 8-bit, nilai derajat keabuan dari 0-255) secara matematis dapat dihitung dengan rumus :

$$H_i = \frac{n_i}{n} \quad i = 0, 1, \dots, L-1 \quad (2.2)$$

Dimana :

L = derajat keabuan

n_i = jumlah piksel yang memiliki derajat keabuan i

n = jumlah seluruh piksel dalam citra

Diasumsikan bahwa pemerataan histogram mengubah nilai masukan r_k menjadi s_k dan kemudian mengubah s_k menjadi v_k , bentuk persamaan tersebut adalah sebagai berikut :

$$V_k = T(s_k) = \frac{(L-1)}{mn} \sum_{j=0}^k n_{rj} = s_k \dots \dots \dots (2.3)$$

Sebagai contoh tabel.1, diketahui input citra array berukuran 8x8 piksel 8 derajat keabuan dengan rentang nilai (0, 7) :

Tabel 1. Citra array ukuran 8 x 8 pixel

1	1	5	5	0	0	1	0
1	1	2	2	0	1	0	1
1	7	6	6	5	5	0	0
0	7	6	7	5	5	5	5
4	7	6	7	3	5	7	0
1	1	4	1	6	5	6	1
2	2	4	1	1	5	1	1
1	2	2	0	0	0	0	5

Sumber : Jurnal metode histogram equalization untuk perbaikan citra digital

Pada tabel.1 diatas dapat kita lihat sebuah citra gambar dengan nilai $L = 8$ dan $n = 64$, maka kita gunakan persamaan (1) :

$$S_k = \frac{1}{64} \sum_{j=0}^k n_{rj}$$

Tabel 2 perhitungan nilai citra array dengan persamaan 2

r_k	n_{rj}	$\sum_{j=0}^k n_{rj}$	S_k
0	13	13	1
1	17	30	3
2	6	36	4
3	1	37	4
4	3	40	4
5	12	52	6
6	6	58	6
7	6	64	7

Sumber : Jurnal metode histogram equalization untuk perbaikan citra digital

Maka, output dari citra adalah seperti pada tabel.2 di bawah ini:

Tabel 3 output citra array ukuran 8x8

3	3	6	6	1	1	3	1
3	3	4	4	1	3	1	3
3	7	6	6	6	6	1	1
1	7	6	7	6	6	6	6
4	7	6	7	4	6	7	1
3	3	4	3	6	6	6	3
4	4	4	3	3	6	3	3
3	4	4	1	1	1	1	6

Sumber : Jurnal metode histogram equalization untuk perbaikan citra digital

Pemerataan *histogram* telah banyak diterapkan dan dikembangkan, *multi-histogram equalization* yang digunakan untuk meningkatkan kontras dan kecerahan citra, menurut (Budi Hartono, S.Kom, M.Kom;2014) *histogram equalization* dinamis dapat menghasilkan *output* gambar dengan intensitas gambar rata-rata sama dengan intensitas rata-rata gambar input. Tidak hanya saja pada gambar, metode *histogram equalization* juga dapat diterapkan pada video yang juga dapat menghasilkan output gambar yang cerah.

Dalam meningkatkan kontras suatu citra, dipakai istilah *histeq* untuk meningkatkan kontras gambar dengan mengubah nilai-nilai dalam gambar intensitas, atau nilai-nilai dalam *colormap* dari gambar diindeks, sehingga histogram dari output gambar kurang cocok dengan histogram yang ditentukan (<http://www.mathworks.com/help/images/ref/histeq.html>; 25 Mei 2014).

$J = \text{histeq}(I, \text{hgram})$ mengubah gambar intensitas sehingga histogram dari gambar J intensitas output dengan panjang(hgram) tempat sekitar sesuai dengan hgram. Vektor hgram harus berisi jumlah integer untuk tempat jarak yang

samadengan nilai-nilai intensitas dalam kisaran yang tepat: [0, 1] untuk gambar kelas ganda, [0, 255] untuk gambar kelas uint8, dan [0, 65535] untuk gambar kelas uint16. Histeq otomatis berkurang nilai gramnya sehingga jumlah(hgram) = prod(size(I)). Histogram dari J yang lebih baik akan cocok hgram ketika panjang(hgram) jauh lebih kecil dari jumlah tingkat diskrit dalam I.

$J = \text{histeq}(I, n)$ mengubah gambar intensitas I, abu-abu diskrit. Sejumlah kurang lebih sama piksel dipetakan ke masing-masing tingkatan di J, sehingga histogram dari J adalah sekitar datar. (Histogram dari J lebih datar ketikan jauh lebih kecil dari jumlah tingkat diskrit dalam I.) Nilai default untuk n adalah 64.

$[J, T] = \text{histeq}(I)$ mengembalikan transformasi *gray scale* yang memetakan tingkat abu-abu pada gambar menjadi abu-abu tingkat di J. $[\text{gpuarray}J, \text{gpuarray}T] = \text{histeq}(\text{gpuarray}I, _)$ melakukan histogram equalization pada GPU. Input gambar dan gambar output gpu Arrays. Sintaks ini membutuhkan Paralel Computing Toolbox™.

$\text{newmap} = \text{histeq}(X, \text{peta}, \text{hgram})$ mengubah color map terkait dengan di indeks gambar X sehingga histogram dari komponen abu-abu dari gambar di indeks(X, newmap) sekitar cocok dengan nilai hgram.

Fungsi histeq mengembalikan color map berubah dalam *new map*. $\text{length}(\text{hgram})$ harus sama dengan ukuran(peta, 1). $\text{newmap} = \text{histeq}(X, \text{peta})$ mengubah nilai-nilai dalam *color map* sehingga histogram dari komponen abu-abu dari di indeks gambar X adalah sekitar datar. Ia mengembalikan *color map* berubah dalam *new map*. $[\text{newmap}, T] = \text{histeq}(X, _)$ mengembalikan T transformasi *gray scale* yang memetakan komponen abu-abu dari peta untuk komponen abu-abu *new map*.

1.1. *Syntaxnya:*

```
J = histeq(I,hgram)
J = histeq(I,n)
[J, T] = histeq(I)
[gpuarrayJ, gpuarrayT] = histeq(gpuarrayI,_)
newmap = histeq(X, map, hgram)
newmap = histeq(X, map)
[newmap, T] = histeq(X,_)
```

Didapat dari kelas uint8, uint16, int16, tunggal, atau ganda. Output gambar J memiliki kelas yang sama seperti I. Output opsional T selalu kelas ganda. gpu array I adalah gpu Array kelas uint8, uint16, int16, tunggal, atau ganda. Output gambar gpu array J memiliki kelas yang sama seperti gpu array I. Output opsional gpuarray T selalu gpu Array kelas ganda. X dapat kelas uint8, tunggal, atau ganda. Output *color map* ataupun *new map* selalu kelas ganda.

Contoh:

Meningkatkan kontras gambar intensitas menggunakan histogram pemerataan(equalization).

Listingnya:

```
I = imread('tire.tif');
J = histeq(I);
imshow(I)
figure, imshow(J)
```



(a)



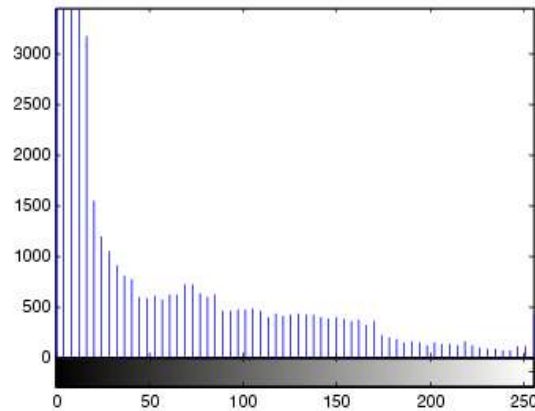
(b)

Gambar 1 Gambar asli(a), dan gambar palsu setelah dirubah histogramnya(b)

Sumber: <http://www.mathworks.com/help/images/ref/histeq.html>

Berikut ini adalah tampilan *histogram* dari gambar asli.

`figure; imhist(I,64)`



Gambar 2 Grafik histogram dari gambar (a)

Sumber: <http://www.mathworks.com/help/images/ref/histeq.html>

Citra atau yang umumnya diketahui adalah gambar merupakan suatu perhitungan matematika. Citra itu merupakan fungsi malar (kontinyu) dari intensitas cahaya. Secara matematis disimbolkan dengan $f(x,y)$, dimana :

(x,y) : koordinat pada bidang dwi warna

$F(x,y)$: intensitas cahaya pada titik (x,y)

Nilai $f(x,y)$ adalah hasil kali dari :

$i(x,y)$ = jumlah cahaya yang berasal dari sumber, nilainya antara 0 sampai tak terhingga

$r(x,y)$ = derajat kemampuan objek memantulkan cahaya , nilainya antara 0 dan 1

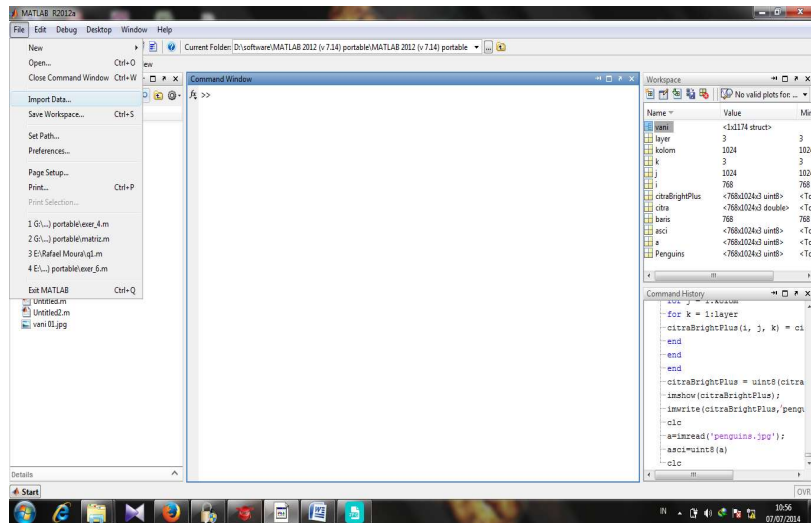
Jadi $f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$

Histogram adalah diagram yang menunjukkan jumlah kemunculan *grey level* (0-255) pada suatu citra, dimana diagram ini menghitung jumlah kemunculan suatu warna pada suatu citra. Untuk mengetahui bentuk histogram suatu citra video, penulis menggunakan aplikasi Matlab.

Citra digital memiliki nilai array dalam susunan matriknya. Derajat keabuan dalam suatu citra dapat dilihat dengan mengkonversinya ke bentuk citra array atau biner. Dalam contoh berikut ini penulis menggunakan citra digital *vani01.jpg* yang diambil menggunakan kamera 2.0 Megapixel dengan ukuran frame 320x240 ukuran file 5,82kb yang dirubah ke bentuk array matriks dengan menggunakan matlab.



Gambar 3. Citra Awal

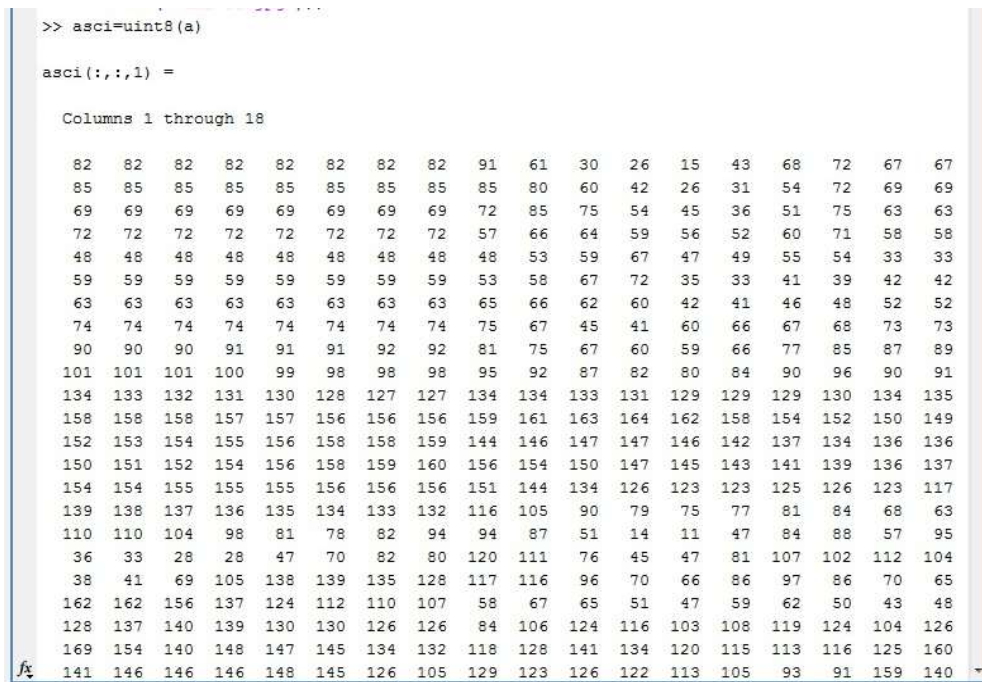


Langkah-langkah:

- a. Import file yang akan di olah, yaitu File>Import Data kemudian pilih citra lalu ok>finish
- b. Kemudian pada *command window* ketikkan syntax berikut:

```
>> c=imread('zek.jpg');  
>> asci=uint8(c)
```

Lalu enter
- c. Maka matlab akan merubah citra menjadi bentuk matriks array seperti berikut ini



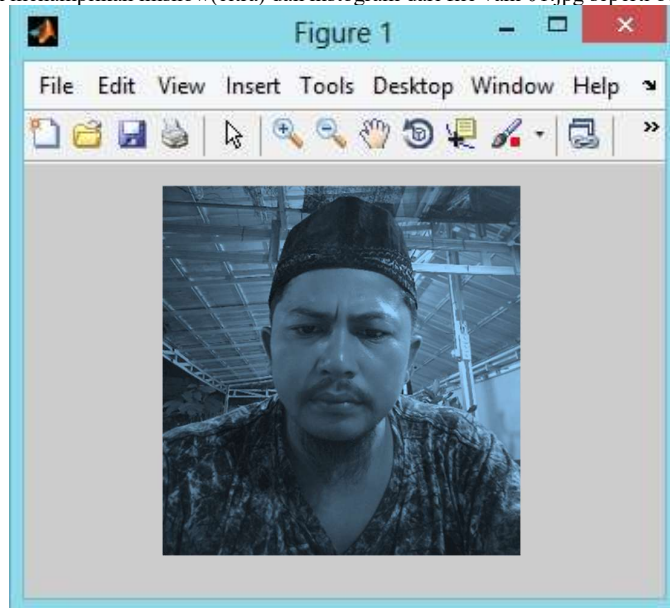
Gambar 5. Bentuk matriks dari citra zek.jpg
Dengan Histogram Equalization kita memperbaiki citra vani 01.jpg dengan matlab

Langkah-langkah :

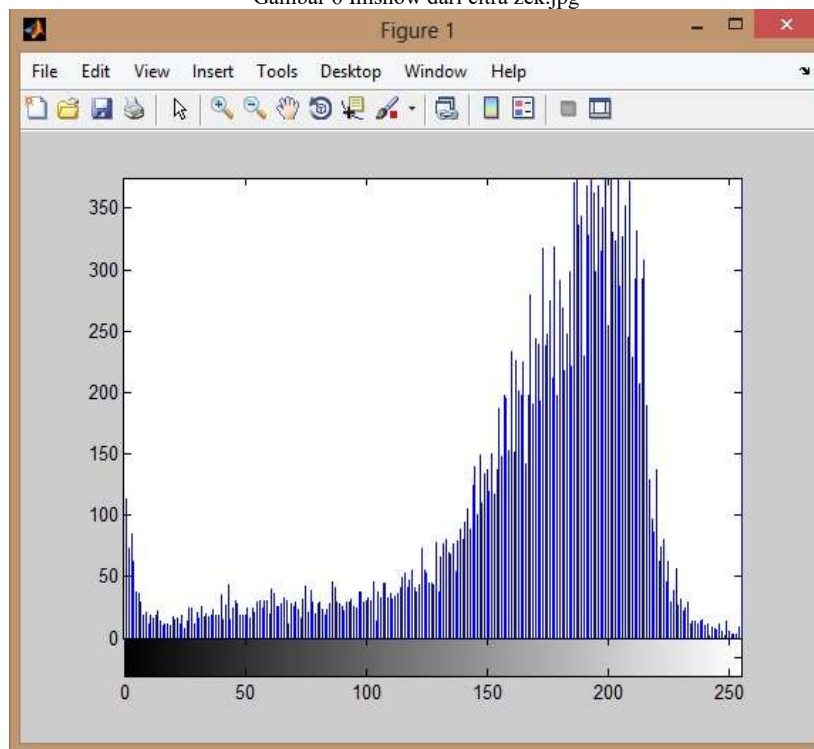
- a. Ketikkan Syntax berikut:
- ```
>> a=imread(zek.jpg');
>> figure,imshow(a);
>> red=a(:,1);
>> green=a(:,2);
>> blue=a(:,3);
```

```
>> merahgray2=0.3*red+0.5*green+0.5*blue;
>> figure,imhist(merahgray2);
```

Maka Matlab akan menampilkan imshow(citra) dan histogram dari file vani 01.jpg seperti berikut ini :



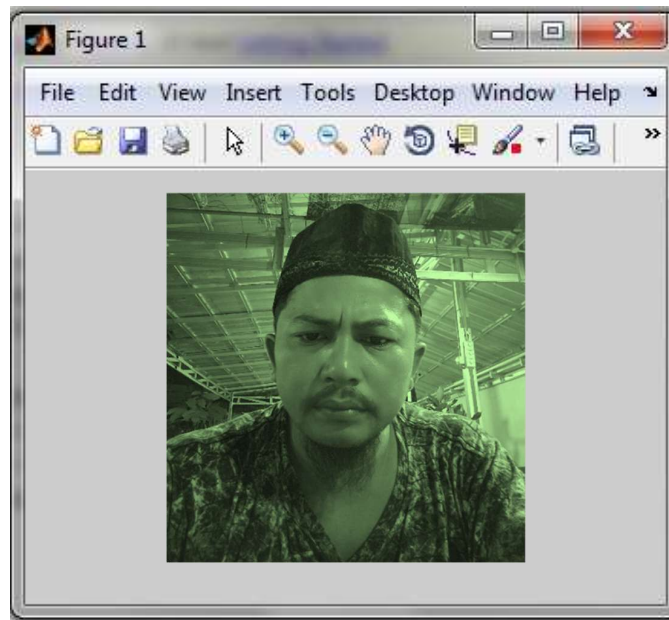
Gambar 6 Imshow dari citra zek.jpg



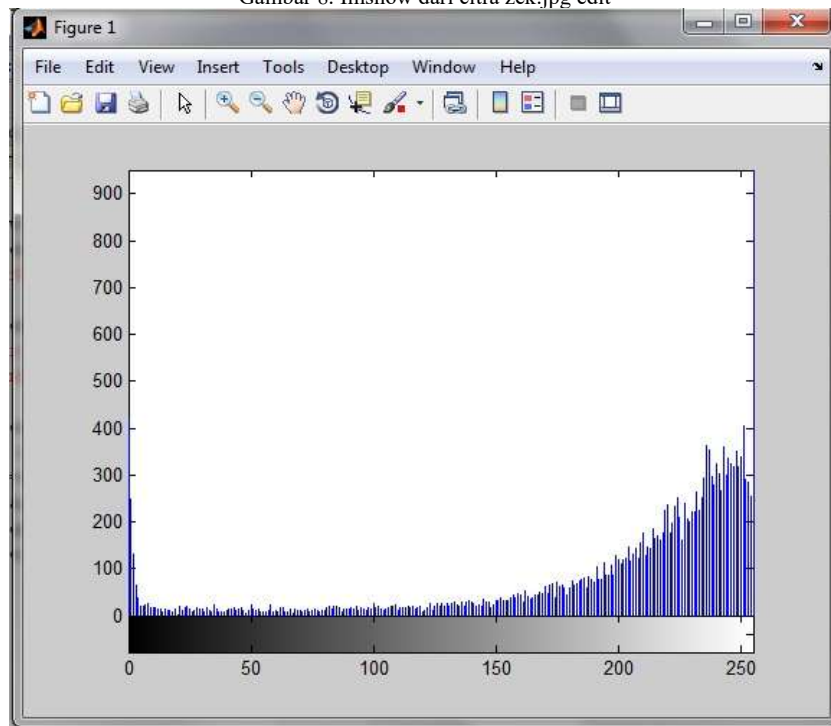
Gambar 7 Bentuk Histogram dari citra zek.jpg

- b. Dengan histogram equalization (perataan histogram kita memperbaiki citra vani 01.jpg yaitu dengan merubah angka perhitungan pada merahgray 2 :

```
>> merahgray2=0.2*red+0.1*green+0.1*blue;
>> figure,imhist(merahgray2);
>> figure,imhist(gray);
```



Gambar 8. Imshow dari citra zek.jpg edit



Gambar 9. Bentuk Histogram dari citra zek.jpg edit

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Algoritma Perbaikan Citra Digital

Dalam menjalankan aplikasi perbaikan citra digital pada *handphone* ini terdapat algoritma yang berlangsung dalam proses perbaikan citra. Berikut ini adalah algoritma untuk melakukan perbaikan citra digital pada *handphone*.

Diketahui :  $S_k$  = Histogram Equalization

$L$  = Derajat keabuan citra

$MN$  = Ukuran pixel

$\sum_{j=0}^k n_{rj}$  = Jumlah kemunculan greylevel



Input : File Video

Output : File Video

Proses :

Mulai

Baca file citra dari memori

Input file citra

Set citra digital

Read array citra digital

Proses perbaikan citra dengan pemerataan histogram

$$S_k = \frac{L-1}{MN} \sum_{j=0}^k n_{rj}$$

MN

Substitusi hasil perhitungan histogram dengan array awal citra

Display output citra

Simpan file citra output ke memori

Output citra digital

Selesai

Proses yang terjadi adalah seperti berikut :

- 4 File citra digital yang di input akan diperbaiki dengan *Histogram Equalization*
- 5 Memperbaiki citra berarti memperbaiki seluruh nilai *array* citra yang terdapat pada citra digital.
- 6 Seluruh *frame* dilakukan perhitungan pemerataan *histogram*.
- 7 Setelah seluruh *frame* diolah, maka citra di *merge* (satukan kembali) ke *sound* video.
- 8 Menyimpan file video.
- 9 *Output* citra hasil pemerataan *histogram* selesai.

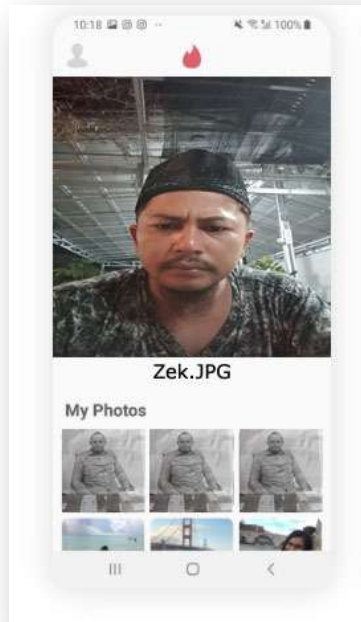
### Tampilan Menu Utama

Pada saat program dijalankan maka secara otomatis akan tampil Form Menu

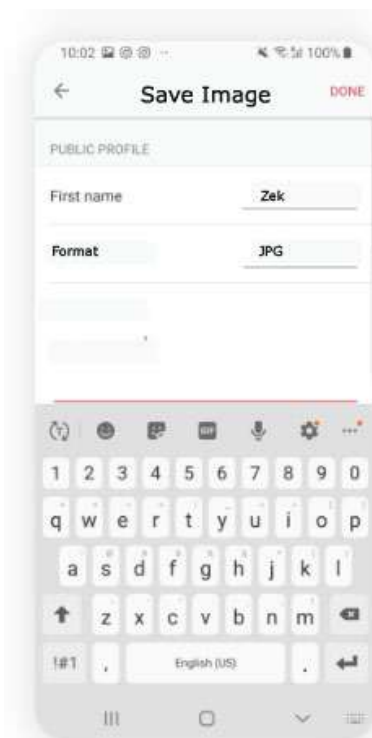
Utama. Menu utama ini berisi judul program dan terdiri dari dua menu utama yaitu Menu Pilihan dan Menu Keluar. Dari menu utama inilah nantinya pengguna dapat melanjutkan langkah jalannya program dengan memilih Menu Masukkan Video untuk memilih file video, Proses untuk memilih proses yang akan dilakukan dan Keluar. Tampilan menu utama ini dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Rancangan Tampilan Menu Utama



Gambar 11. Rancangan Tampilan Cari Gambar



Gambar 12. Rancangan Tampilan Simpan Gambar



Gambar 12. Rancangan Ambil Gambar Kamera

### KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat di ambil terhadap aplikasi perbaikan Citra Digital berbasis android adalah sebagai berikut :

1. Menerapkan metode *histogram equalization* dalam perbaikan citra digital dapat dilakukan dan relatif mudah karena hanya melakukan pemerataan *histogram* dengan cara perhitungan nilai-nilai matriks *array* citra tersebut dengan rumus metode *histogram equalization*.
2. Perancangan aplikasi perbaikan citra dengan bahasa pemrograman *android* dapat lebih menarik sehingga dalam implementasinya ke depan *user* akan dapat melakukan perbaikan citra digital dengan lebih praktis dengan menggunakan android dengan berbagai versi masing-masing pengguna.

### DAFTAR PUSTAKA

- Husni Iskandar Pohan, Kusnassriyanto Saiful Bahri, editor Hotniar Siringoringo, Purnomo W. Indarto; 'Pengantar perancangan sistem'; Jakarta : Erlangga 1997.
- Sutoyo, T,dkk. 2009, 'Teori Pengolahan Citra Digital', Penerbit Andi:Yogyakarta.
- Sumber: Gouzali Saydam 2005; 'Teknologi Telekomunikasi (Perkembangan dan Aplikasi)', Penerbit: Alfabeta.
- Budi Hartono, S.Kom, M.Kom 2014; 'ANALISA TEKNIK ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN CONTRAST STRETCHING UNTUK PERBAIKAN KUALITAS CITRA'.
- Jogiyanto H.M 2001; 'Analisis & Desain Sistem Informasi'.
- Budi Raharjo 2012; 'Tuntunan Pemrograman Java Untuk Handphone Dan Alat Telekomunikasi Mobile'.
- Whitten, Jeffrey, dkk. 2004, 'Metode Desain dan Analisis Sistem' Edisi 6, Yogyakarta, Tim Penerjemah Andi.
- Yosi Yonata 2002; 'Kompresi Video'.
- Janner Simarmata Mei - 2010 ; 'Rekayasa Perangkat Lunak'.
- Jurnal Nazaruddin Ahmad, Arifyanto Hadinegoro 2012;'Metode histogram equalization untuk perbaikan citra digital'.
- Jurnal Omprakash Patel, Yogendra P. S. Maravi and Sanjeev Sharma Vol.4, No.5, October 2013; A Comparative Study Of Histogram Equalization Based Image Enhancement Techniques For Brightness Preservation And Contrast Enhancement'.