

PERBAIKAN KUALITAS CITRA *DIGITAL* BERDASARKAN *HISTOGRAM EQUALIZATION* DENGAN MENGGUNAKAN FUZZY

Qonitatul Hasanah¹, Rosa Andrie Asmara², Ulla Delfana Rosiani³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang

¹qonitatulhasanah@gmail.com, ²rosaandrie@gmail.com, ³ullarosi@gmail.com

Abstrak

Perbaikan citra digital yang digunakan untuk meratakan nilai piksel agar tidak berkumpul dalam satu titik saja adalah metode *Histogram Equalization* (HE). Akan tetapi metode ini tidak dapat mempertahankan karakteristik dari citra asli. Maka dari itu dibutuhkan metode *Fuzzy Histogram Equalization* (FHE). Dengan menggunakan FHE, nilai keabuan dapat diratakan berdasarkan *variable linguistic* yang ada. Sehingga karakteristik histogram citra asli dapat dipertahankan. Berdasarkan pengujian dengan metode FHE, menghasilkan citra yang memiliki karakteristik histogram sama dengan citra aslinya. Pada pengujian MSE dan PSNR, nilai rata-rata MSE HE adalah 4786.957826. Sedangkan nilai MSE FHE adalah 2145.293021, dimana nilai MSE FHE lebih kecil daripada nilai MSE HE. Nilai rata-rata PSNR HE adalah 12.74094918. Sedangkan nilai PSNR FHE adalah 16.15070253, dimana nilai PSNR FHE lebih besar daripada nilai PSNR HE. Semakin kecil nilai MSE, penggunaan metode dapat meningkatkan kualitas citra. Semakin besar nilai PSNR berarti penggunaan metode dapat meningkatkan kualitas citra.

Kata kunci: Citra digital, *Histogram equalization*, *Fuzzy Histogram Equalization*, PSNR, MSE

1. Pendahuluan

Pada era digital seperti saat ini, penggunaan citra digital dalam berbagai aspek kehidupan semakin meningkat. Hal ini terjadi karena kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh citra digital tersebut. Tetapi tidak semua citra digital memiliki tampilan visual yang memuaskan mata manusia. Untuk mengatasi hal tersebut, sebenarnya sudah banyak sekali metode yang digunakan untuk memperbaiki citra.

Salah satu metode tersebut adalah metode *Histogram Equalization* (HE). Metode *Histogram Equalization* (HE) adalah salah satu teknik yang paling populer yang digunakan dalam melakukan perbaikan citra digital. Perbaikan citra digital yang dimaksud adalah meratakan nilai piksel agar tidak berkumpul dalam satu titik saja. Sehingga histogram yang dihasilkan merata mulai dari titik 0 hingga 255, dimana hal ini merubah total karakteristik histogram pada citra asli (Gonzalez & Woods, p.189).

Berubah totalnya karakteristik histogram pada citra asli dirasa tidak sesuai dengan tujuan penelitian, dimana penulis ingin mempertahankan karakteristik histogram dari citra asli setelah dilakukan proses perbaikan. Untuk mempertahankan karakteristik histogram dari citra asli, maka penggunaan *Fuzzy Histogram Equalization* (FHE) dinilai sebagai solusi akan permasalahan ini. Dengan menggunakan FHE, nilai keabuan dapat diratakan berdasarkan *variable linguistic* yang ada, sehingga menghindari nilai keabuan yang seharusnya berada pada daerah titik gelap bisa berubah pada daerah titik terang dan sebaliknya, nilai keabuan yang

seharusnya berada pada daerah titik terang bisa berubah ke daerah titik gelap. FHE dinilai sebagai salah satu alternatif pengganti perbaikan citra digital menggunakan metode *Histogram Equalization* (HE) karena dengan menggunakan FHE, karakteristik histogram citra asli dapat dipertahankan pada citra hasil perbaikan.

2. Landasan Teori

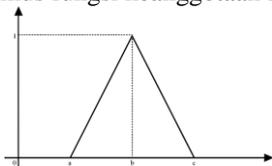
2.1 Histogram Equalization

Histogram Equalization adalah persamaan yang diimplementasikan pada sebuah citra digital di mana distribusi histogramnya akan lebih menyebar, dalam hal ini walaupun tidak dapat dibuktikan bahwa bentuk histogram-nya akan seragam namun dengan *Histogram Equalization* dapat dipastikan histogram-nya akan lebih merata. Perataan histogram diperoleh dengan mengubah derajat keabuan sebuah piksel (r) dengan derajat keabuan yang baru (s) dengan sebuah fungsi transformasi (T) (Gonzalez & Woods, 2002).

2.2 Metode Fuzzy

Sistem fuzzy adalah salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dalam penalaran dengan logika fuzzy tersebut (Kusuma Dewi, 2003).

Pada penelitian ini proses penghitungan nilai crisp input untuk menghasilkan fuzzy input digunakan rumus fungsi keanggotaan segitiga.



Gambar 1 Fungsi keanggotaan segitiga

Rumusnya adalah:

$$\text{Hasil Fuzzy 1} = (x-a) / (b-a) \tag{1}$$

$$\text{Hasil Fuzzy 2} = -(x-c) / (c-b) \tag{2}$$

(2)

• *Inference / Rule*

Inferensi fuzzy merupakan tahap evaluasi pada aturan fuzzy. Penelitian ini inferensi fuzzy menggunakan metode Sugeno. Fuzzy metode Sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk IF – THEN, dimana *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear [KUS-02:98].

• Defuzzifikasi.

Defuzzifikasi adalah suatu pemetaan dari himpunan fuzzy pada ke nilai tegas (crisp) (Wang,1997:108). Dari sekian banyak metode defuzzifikasi, dalam proses perbaikan citra ini, penulis menggunakan metode *Weight of Average* (WoA). Rumus defuzzifikasi menggunakan metode WoA adalah:

$$v_0 = \frac{\mu_{dark}(Z_0)x Vd + \mu_{gray}(Z_0)x Vg + \mu_{bright}(Z_0)x Vb}{\mu_{dark}(Z_0) + \mu_{gray}(Z_0) + \mu_{bright}(Z_0)}$$

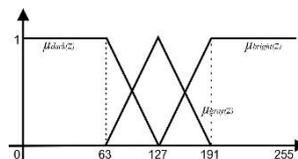
2.3 Fuzzy Histogram Equalization (FHE)

Fuzzy Histogram Equalization adalah suatu proses perataan histogram, dimana distribusi nilai derajat keabuan pada suatu citra dibuat rata. Pada tahap ini proses perataan histogram menggunakan metode Fuzzy. Dalam melakukan perataan histogram menggunakan FHE, nilai derajat keabuannya ditentukan oleh metode fuzzy. *Fuzzy Image Processing* mempunyai tiga tahap utama: *image fuzzification, image rule evaluation/inference, dan image defuzzification.*

3. Implementasi Program Perbaikan Citra Digital dengan Metode Fuzzy Histogram Equalization (FHE)

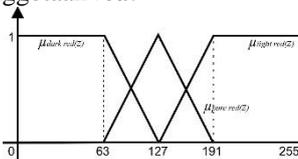
3.1 Image Fuzzification

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mendesain himpunan-himpunan fuzzy yang disajikan dalam bentuk fungsi keanggotaan atau disebut juga *membership function* sesuai dengan permasalahan yang ada. Fungsi keanggotaan *Grayscale* diwakili oleh dark, gray dan bright. Gambar 2 menunjukkan fungsi keanggotaan *grayscale*.

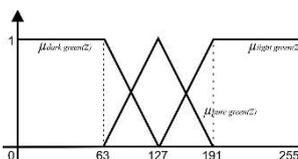


Gambar 2 Membership function Grayscale

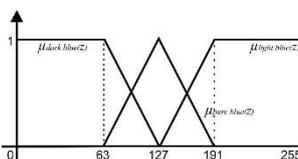
Penentuan nilai keanggotaan bahwa nilai 0 – 127 merupakan wilayah dark (μ_{dark}), nilai 63 – 191 merupakan wilayah gray (μ_{gray}) dan nilai 127 – 255 merupakan wilayah bright (μ_{bright}) didapatkan dari sumber buku yang digunakan penulis yaitu buku *Image Processing* karangan Gonzalez dan Woods. Fungsi keanggotaan *Red* diwakili oleh *dark red, pure red* dan *light red*. Gambar 4 menunjukkan fungsi keanggotaan *red*.



Gambar 3 Membership function Red



Gambar 4 Membership function Green



Gambar 5 Membership function Blue

Penentuan nilai keanggotaan pada *Red, Green* dan *Blue* disamakan nilainya seperti pada citra *Grayscale*.

3.2 Image Rule Evaluation/Inference

Rule untuk citra grayscale adalah:

- If a piksel DARK then make it DARKER
- If a piksel GRAY then make it GRAY
- If a piksel BRIGHT then make it BRIGHTER

Rule untuk citra RGB pada fungsi keanggotaan Red adalah:

- If a piksel DARK RED then make it DARKER
- If a piksel PURE RED then make it PURE
- If a piksel LIGHT RED then make it LIGHTER

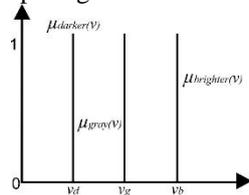
Rule untuk citra RGB pada fungsi keanggotaan Green adalah:

- If a piksel DARK GREEN then make it DARKER
- If a piksel PURE GREEN then make it PURE
- If a piksel LIGHT GREEN then make it LIGHTER

Rule untuk citra RGB pada fungsi keanggotaan Blue adalah:

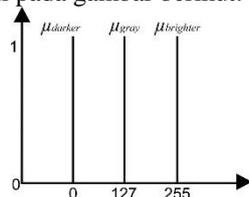
- If a piksel DARK BLUE then make it DARKER
- If a piksel PURE BLUE then make it PURE
- If a piksel LIGHT BLUE then make it LIGHTER

Selanjutnya kita menentukan fungsi keanggotaan *singleton*, yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal dan 0 pada semua nilai crisp yang lain. Fungsi singleton untuk perbaikan citra *grayscale* didefinisikan seperti gambar berikut:



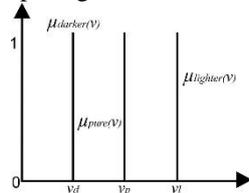
Gambar 6 Singleton perbaikan citra grayscale

Dimana nilai $v_d = 0$, $v_g = 127$ dan $v_b = 255$. Sama seperti proses pemberian nilai pada *membership function*, nilai untuk v_d , v_g dan v_b didapatkan dari buku yang menjadi rujukan penulis, yaitu buku *Image Processing* karangan Gonzalez dan Woods. Nilai v_d , v_g dan v_b setelah diset pada *singleton* akan tampak seperti pada gambar berikut:



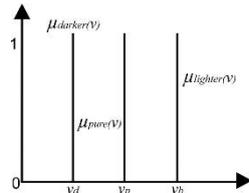
Gambar 7 Tampilan singleton ketika v_d , v_g dan v_b sudah diberi nilai

Fungsi *singleton* untuk perbaikan citra RGB didefinisikan seperti gambar berikut:



Gambar 8 Singleton perbaikan citra RGB

Dimana nilai $v_d = 0$, $v_p = 127$ dan $v_l = 255$. Sama seperti proses pemberian nilai pada *membership function*, nilai untuk v_d , v_p dan v_l dibuat sama seperti nilai singleton pada citra *grayscale*. Nilai v_d , v_p dan v_l setelah diset pada *singleton* akan tampak seperti pada Gambar 10.



Gambar 9 Tampilan singleton ketika v_d , v_p dan v_l sudah diberi nilai

3.3 Image Defuzzifikasi

Dari sekian banyak metode defuzzifikasi, dalam proses perbaikan citra ini, penulis

menggunakan metode *Weight of Average (WoA)*. Pada proses perbaikan citra ini membutuhkan nilai numerik untuk nilai piksel baru guna diimplementasikan pada piksel yang akan diperbaiki, maka menggunakan metode *WoA* pada proses defuzzifikasi dinilai paling tepat. Rumus defuzzifikasi menggunakan metode *WoA* adalah:

$$v_0 = \frac{\mu_{dark}(Z_0) \times v_d + \mu_{gray}(Z_0) \times v_g + \mu_{bright}(Z_0) \times v_b}{\mu_{dark}(Z_0) + \mu_{gray}(Z_0) + \mu_{bright}(Z_0)}$$

3.4 Gambaran umum aplikasi perbaikan citra

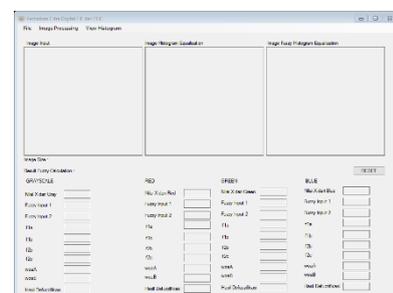
Dalam aplikasi perbaikan citra ini, nantinya juga diimplementasikan 2 metode perbaikan, yaitu metode *Histogram Equalization* dan metode *Fuzzy Histogram Equalization (FHE)*. Tujuannya adalah agar *user* dapat membandingkan hasil perbaikan dengan metode manakah yang lebih baik dalam memperbaiki citra. Gambaran umum aplikasi akan dijelaskan pada gambar dibawah ini:



Gambar 10 Gambaran umum aplikasi program perbaikan citra

3.5 Gambaran umum aplikasi perbaikan citra dengan Fuzzy

Sesuai dengan yang telah ditentukan sebelumnya, program perbaikan citra *digital* yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic .NET. Adapun antarmuka dari program perbaikan citra digital dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 11 Tampilan awal aplikasi program perbaikan citra

Selain itu pada aplikasi ini user juga dapat menampilkan histogram, baik dari citra inputan, citra hasil HE dan citra hasil FHE pada citra RGB

atau citra *grayscale*. Pada gambar dibawah ini akan ditunjukkan hasil *output* histogram citra.

4. Hasil Pengujian dan Analisa

4.1 Analisis Terhadap Citra yang akan diperbaiki

Pada sub bab ini akan dilakukan analisis, bagaimana memilih citra digital yang baik untuk dilakukan proses perbaikan. Jenis citra digital yang dijadikan sampel untuk memperoleh citra mana yang direkomendasikan penulis untuk dilakukan perbaikan. Jenis citra dibagi menjadi 4 yaitu *dark image*, *light image*, *low contrast image* dan *height contrast image* (Gonzalez & Woods, 2002, p.121). Hasil *output* dari citra digital yang sudah dilakukan perbaikan dengan metode HE dan FHE akan tampak pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil *output* dari citra digital yang sudah dilakukan perbaikan dengan metode HE dan FHE

Jenis Citra	Input Citra Digital	Hasil Perbaikan HE	Hasil Perbaikan FHE
Dark Image			
Light image			
Low contrast image			
Height contrast image			

Dari hasil percobaan diatas, terlihat bahwa citra digital yang cocok diperbaiki dengan menggunakan metode *Fuzzy Histogram Equalization* adalah citra digital dengan jenis *low contrast image*. Hal itu terlihat dari hasil *output* perbaikan citra low contrast lebih baik daripada citra yang lainnya.

4.2 Analisis Pengujian Hasil Output Perbaikan Citra Digital dengan Menggunakan Metode Fuzzy histogram equalization

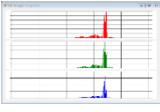
Tujuan pengujian ini adalah untuk melihat apakah histogram citra dari hasil perbaikan FHE karakteristiknya sama atau tidak dengan citra asli yang diinputkan, dikarenakan tujuan penelitian ini

adalah memperbaiki citra digital tanpa harus merubah karakteristik histogram citra asli.

Selain itu, pengujian untuk melihat nilai MSE dan PSNR. MSE (*Mean Square Error*) digunakan untuk dapat menentukan PSNR, semakin kecil nilai MSE, penggunaan metode dapat meningkatkan kualitas citra, sebaliknya semakin besar nilai MSE maka citra hasil hanya sedikit juga peningkatan kualitasnya. PSNR (*Peak Signal to-Noise Ration*) digunakan untuk menentukan kualitas citra setelah dilakukan operasi dari nilai pemugaran citra. Semakin besar nilai berarti penggunaan metode dapat meningkatkan kualitas citra, sebaliknya jika nilai PSNR semakin kecil maka citra hasil hanya sedikit juga peningkatan kualitasnya (Murinto, 2008)

Tabel 2 Hasil *Output* HE dan FHE beserta histogram dan nilai MSE & PSNR

Input Citra Digital	Hasil Perbaikan Citra HE	Hasil Perbaikan Citra FHE
	 MSE: 5816.2060341 1514 PSNR: 10.484405782 3453 db	 MSE: 914.1507142857 14 PSNR: 18.52062557927 66 db
	 MSE: 5698.9412528 9352 PSNR: 10.572861807 6295 db	 MSE: 319.0003964120 37 PSNR: 23.09289138125 92 db
	 MSE	 MSE

	R	2618.7 418489 5833	R	588.2467 578125	
	G	2695.7 928515 625	G	543.9475 52083333	
	B	2743.3 967968 75	B	495.5520 96354167	
	PSNR		PSNR		
	R	13.949 876723 3145 db	R	20.43520 81867565 db	
	G	13.823 938435 0897 db	G	20.77523 33421916 db	
	B	13.747 917336 388 db	B	20.77523 33421916 db	
					
					
	MSE		MSE		
R	5254.95 5807291 67	R	1443.04 378906 25		
G	5325.36 7929687 5	G	1413.90 986979 167		
B	5441.11 3580729 17	B	1414.99 265625		
PSNR		PSNR			
R	10.9251 1292783 4 db	R	16.5380 085093 889 db		
G	10.8673 0742313 39 db	G	16.6265 863478 73 db		
B	10.7739 2569170 96 db	B	16.6232 617497 112 db		

Berdasarkan tabel pengujian diatas terlihat bahwa tujuan dari penelitian berupa mempertahankan karakteristik histogram pada perbaikan citra FHE tercapai, baik untuk citra *grayscale* maupun citra RGB.

Untuk pengujian nilai MSE dan PSNR lebih unggul hasil perbaikan citra dengan metode FHE. Rata-rata nilai MSE FHE untuk perbaikan citra *grayscale* adalah 653.9382443. Nilai MSE FHE

lebih kecil daripada MSE HE yaitu 3437.47314. Begitu juga untuk nilai PSNR. Rata-rata nilai PSNR FHE pada citra *grayscale* adalah 20.46907878. Nilai PSNR FHE lebih besar daripada nilai PSNR HE yaitu 13.1805092.

Rata-rata nilai MSE FHE untuk perbaikan citra RGB dengan nilai Red: 1517.73, nilai Green: 1526.19, nilai Blue: 1731.43. Nilai MSE FHE lebih kecil daripada MSE HE dengan nilai Red: 5290.48, Green: 5185.11 dan nilai Blue: 6115.3. Begitu juga untuk nilai PSNR pada citra RGB. Rata-rata nilai PSNR FHE pada citra RGB dengan nilai Red: 17.1385, Green: 17.4921, Blue: 17.2942. Nilai PSNR FHE lebih besar daripada nilai PSNR HE dengan nilai Red: 11.3519, Green: 11.279, Blue: 10.6781.

4.3 Analisa Perbandingan Output Hasil Perbaikan Citra dengan Menggunakan Metode Histogram Equalization dan Metode Fuzzy Histogram Equalization

Pengujian hasil *output* perbaikan citra digital dilakukan untuk mengetahui manakah hasil *output* citra digital yang terbaik menurut responden, perbaikan citra yang dilakukan oleh metode *Histogram Equalization* atau perbaikan citra yang dilakukan oleh metode *Fuzzy Histogram Equalization*.

Responden dibagi menjadi 2, yaitu expert dan non expert. Expert adalah responden yang ahli didalam bidang desain dan fotografi. Non expert adalah responden yang bukan dari bidang fotografi dan desain.

Dari hasil kuisioner dapat diketahui bahwa hasil perbaikan citra untuk kategori *object* penelitian berupa wajah dengan jenis citra *grayscale* dan gambar medis dari responden *expert* maupun *non expert*, hasil *output* citra *digital* lebih baik dilakukan dengan metode *Fuzzy Histogram Equalization* daripada dengan menggunakan metode *Histogram Equalization*. FHE lebih unggul 72.5% daripada HE 27.5% pada object penelitian wajah *grayscale* dan FHE lebih unggul 67% daripada HE 33% pada object penelitian gambar medis.

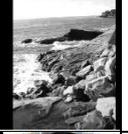
Selain object penelitian gambar wajah *grayscale* dan gambar medis, yaitu gambar wajah RGB, gambar pemandangan, gambar mikro dan foto kabut, lebih baik dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode HE daripada FHE. Menurut data yang diperoleh dari responden expert dan non expert, pada object penelitian gambar wajah RGB, HE lebih unggul 55.5% daripada FHE 44.5%, pada object penelitian gambar pemandangan, HE lebih unggul 88% daripada FHE 12%, pada object penelitian gambar mikro, HE lebih unggul 94.5% daripada FHE 5.5% dan pada object penelitian foto kabut, HE lebih unggul 51% daripada FHE 49%.

Berdasarkan hasil pengujian diatas, memang metode HE lebih dipilih oleh responden karena hasil *output* pada metode HE lebih baik daripada hasil

output menggunakan metode FHE. Namun, apabila user kurang puas dengan citra yang dihasilkan dari proses perbaikan dengan metode HE dan ingin mengubah hasil output pada citra yang telah diperbaiki dengan metode HE, maka hal itu tidak dapat dilakukan. Dalam dunia fotografi, gambar dikatakan bagus ketika gambar tersebut memiliki histogram yang tidak terlalu dekat atau berada pas pada titik 0 pada suatu histogram dan tidak terlalu dekat atau berada pas pada titik 255 pada suatu histogram citra tersebut. Apabila histogram citra terlalu dekat dengan nilai 0 atau 255 maka citra tersebut dikatakan buruk dan sudah tidak dapat diperbaiki lagi. Hal inilah yang terjadi pada histogram citra apabila diperbaiki dengan metode HE.

Pada Tabel 3 ditunjukkan perbandingan hasil akhir output pada citra HE dan FHE yang telah diberi efek exposure sebanyak 0.5 pada aplikasi Adobe Photoshop. Perintah exposure pada Adobe Photoshop digunakan untuk menentukan banyaknya banyaknya cahaya yang disimpan oleh sebuah foto

Tabel 3 Perbandingan hasil akhir output pada citra HE dan FHE yang telah diberi efek exposure sebanyak 0.5 pada aplikasi Adobe Photoshop

Hasil Perbaikan HE	Hasil Perbaikan FHE	Hasil HE setelah exposure 0.5	Hasil FHE setelah exposure 0.5
			
			
			
			
			



5. Kesimpulan

Perbaikan citra digital dengan menggunakan metode FHE dan metode HE telah dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic .NET. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan metode fuzzy dapat mempertahankan bentuk histogram dari citra asli yang diinputkan, sehingga mampu memperbaiki citra digital tanpa harus mengubah total tampilan visual dari citra digital asli yang telah diinputkan.
2. Jenis citra yang direkomendasikan dalam perbaikan citra digital dengan menggunakan FHE ada citra low contrast.
3. Untuk pengujian nilai MSE dan PSNR lebih unggul hasil perbaikan citra dengan metode FHE. Pada pengujian MSE dan PSNR, nilai rata-rata MSE HE adalah 4786.957826. Sedangkan nilai MSE FHE adalah 2145.293021, dimana nilai MSE FHE lebih kecil daripada nilai MSE HE. Nilai rata-rata PSNR HE adalah 12.74094918. Sedangkan nilai PSNR FHE adalah 16.15070253, dimana nilai PSNR FHE lebih besar daripada nilai PSNR HE
4. Berdasarkan data yang telah dihimpun dari responden, hasil output perbaikan citra digital lebih unggul menggunakan metode HE namun apabila user kurang puas dengan hasil output perbaikan citra digital dari metode HE, user tidak dapat melakukan perbaikan lagi dikarenakan nilai histogram output citra HE berada pada titik 0 dan 255.

6. Daftar Pustaka

Gonzalez, R.C. & Woods, R.E. 2002. *Digital Image Processing*. New Jersey: Prentice Hall.

Fairhurst, Michael C. 1998. *Computer Vision for Robotic System: An Introduction*. Canterbury: Prentice Hall.

Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Graha Ilmu: Yogyakarta.

Murinto., et all., 2008. "Analisis Perbandingan Histogram Equalization dan Model Logarithmic Image Processing (LIP) untuk Image Enhancement". *Jurnal Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta*. 2(2), 206-207.