

PENGOLAHAN CITRA DIGITAL PERBANDINGAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN SPESIFICATION PADA CITRA ABU-ABU

Yelly N. Nabuasa

Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

yelly.yosiana.n@gmail.com

INTISARI

Sebuah perangkat lunak pengolah citra digital telah berhasil dikonstruksi. Perangkat lunak tersebut dapat melakukan peningkatan kontras citra dengan metode histogram equalization. Hasil yang diberikan oleh metode histogram equalization dapat meningkatkan kualitas citra, sehingga informasi yang ada pada citra lebih jelas terlihat. Tetapi tidak semua citra digital memiliki tampilan visual yang memuaskan mata manusia. Ketidakpuasan itu dapat timbul karena adanya noise, kualitas pencahayaan pada citra digital yang terlalu gelap atau terlalu terang. Sehingga diperlukan metode untuk dapat memperbaiki kualitas citra digital tersebut. Untuk meningkatkan kualitas citra dari sisi kontras warna maka kita bisa memberikan perlakuan pada histogramnya. Perlakuan yang dimaksud di dalam artikel ini adalah equalization histogram pada citra dalam level ke-abu-an (grayscale). Histogram citra dikatakan baik bila mampu melibatkan semua level atau aras yang mungkin pada level ke-abu-an. Tentu saja tujuannya agar mampu menampilkan detail pada citra sehingga mudah untuk diamati. Proses segmentasi dan perbaikan citra digital ini dilakukan dengan menggunakan MATLAB.

Kata kunci: *Segmentasi, Citra Digital, Equalization Histogram, MATLAB*

ABSTRACT

A digital image processing software has been successfully constructed. The software can increase image contrast using the histogram equalization method. The results given by the equalization histogram method can improve image quality, so that the information in the image is more clearly seen. But not all digital images have a visual display that satisfies the human eye. Dissatisfaction can arise due to noise, the lighting quality in digital images that are too dark or too bright. So that a method is needed to improve the quality of the digital image. To improve image quality in terms of color contrast, we can give treatment to the histogram. The treatment referred to in this article is an equalization histogram on grayscale images. Image histogram is said to be good if it is able to involve all possible levels or levels at the gray level. Of course, the goal is to be able to display details on the image so that it is easy to observe. The process of segmenting and repairing digital images is done using MATLAB.

Keywords: *Segmentation, Digital Image, Equalization Histogram, MATLAB*

I. PENDAHULUAN

Perolehan citra yang sangat mudah mendorong kemungkinan terjadinya berbagai macam *noise* sehingga perlu dilakukan tahapan *pre-processing* untuk meningkatkan kualitas citra yang akan diteliti. Peningkatan kualitas citra memiliki tujuan untuk melakukan penyesuaian terhadap suatu citra agar dapat memberikan hasil yang sesuai. Kesesuaian hasil dapat berpengaruh terhadap tampilan dan analisa citra untuk tindakan yang lebih lanjut. Hasil dari pengolahan citra digital juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk membuat suatu keputusan. Peningkatan kualitas citra digital dapat dilakukan dengan berbagai macam metode atau teknik yang dilakukan sebelum melakukan penelitian lebih lanjut. Setiap hal yang dilakukan dalam tahapan peningkatan citra digital dapat didasarkan kepada prosedur yang eksperimental berdasarkan penelitian. Selain berdasarkan eksperimental, proses juga dapat dilakukan secara subjektif serta bergantung pada tujuan yang akan dicapai dalam peningkatan kualitas citra.

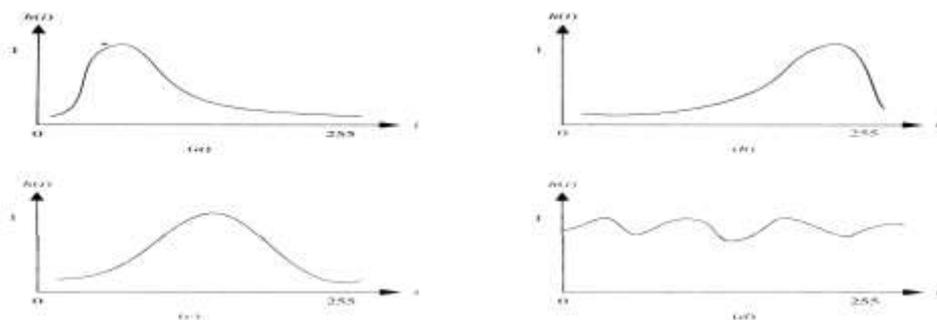
II. MATERI DAN METODE

1. Citra

Citra adalah gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses *sampling*. Proses *sampling* dibagi menjadi 2, yaitu *downsampling* dan *upsampling*. *Downsampling* merupakan proses untuk menurunkan jumlah piksel atau resolusi citra spasial sehingga menghasilkan nilai citra yang lebih kecil. Sedangkan *upsampling* merupakan proses untuk menaikkan jumlah piksel atau peningkatan resolusi gambar.

Ciri citranya :

- Gelap
- Terang
- Normal
- Normal Brightness dan Contrast



2. Citra Grayscale

Sebuah citra *grayscale* (atau *graylevel*) merupakan citra yang hanya memiliki satu skala warna yaitu abu-abu. Contoh citra *grayscale*.

Adapun tujuan untuk melakukan differensiasi terhadap citra berwarna untuk mendapatkan citra *grayscale* adalah untuk mengurangi informasi yang dibutuhkan untuk memproses setiap elemen citra. Hal ini dikarenakan warna abu-abu adalah satu warna dalam komponen warna merah, hijau dan biru yang memiliki intensitas yang sama dalam ruang RGB sehingga hanya perlu untuk menentukan satu nilai intensitas untuk setiap elemen citra dibandingkan tiga nilai intensitas yang dibutuhkan untuk menentukan setiap elemen citra dalam sebuah citra berwarna.

3. Citra Biner

Sebuah citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai untuk masing – masing piksel. Umumnya dua warna yang digunakan untuk citra biner adalah hitam dan putih.

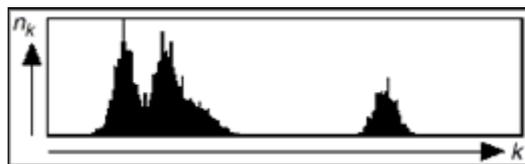
Citra biner biasanya juga disebut *bilevel* atau *two-level*. Artinya bahwa tiap tiap piksel disimpan dalam sebuah single bit (0 atau 1). Konsep citra biner biasanya disebut dengan *black-and white*, *B&W*, *monochrome* atau *monochromatic*, tetapi bisa juga didefinisikan dengan citra yang hanya memiliki satu sampel tiap piksel seperti citra *gray-scale*.

4. Histogram Citra

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra (*image preprocessing*). Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek pembahasan mempunyai kualitas yang buruk, Misalnya citra mengalami derau (noise) pada saat pengiriman melalui saluran transmisi, citra terlalu terang/gelap, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Untuk memperbaiki kualitas citra ini salah satunya adalah dengan **Histogram Equalization (perataan histogram)**.

Misalkan citra digital memiliki L derajat keabuan, yaitu dari nilai 0 sampai $L - 1$ (misalnya pada citra dengan kuantisasi derajat keabuan 8-bit, nilai derajat keabuan dari 0 sampai 255). Gambar 1

memperlihatkan contoh sebuah histogram citra, yang dalam hal ini k menyatakan derajat keabuan dan n_k menyatakan jumlah *pixel* yang memiliki nilai keabuan k .



Gambar 1. Histogram Citra

Seringkali pada beberapa operasi pengolahan citra jumlah *pixel* yang memiliki derajat keabuan k dinormalkan terhadap jumlah seluruh *pixel* di dalam citra, Menurut Munir (2004), Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan nisbi (*relative*) citra tersebut. Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) dari sebuah citra. Secara matematis histogram citra dihitung dengan persamaan:

$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{n}; \quad 0 \leq r_k \leq 1; \quad k = 0, 1, \dots, L-1$$

- L: jumlah level
- $p_r(r_k)$: probabilitas kemunculan level ke- k
- n_k : jumlah kemunculan level k pada citra
- n : total jumlah *pixel* dalam citra

Pengetahuan praktis untuk memahami histogram citra dibutuhkan untuk melihat perubahan-perubahan pada citra setelah dilakukan operasi tertentu. Beberapa pengetahuan praktis yang biasa digunakan dalam melihat histogram citra adalah sebagai berikut:

- a. Histogram citra yang terdistribusi merata pada seluruh tingkat keabuan memiliki kontras yang baik.
- b. Histogram citra yang mengumpul pada daerah gelap memiliki citra yang redup.
- c. Histogram citra yang mengumpul pada daerah terang atau terkonsentrasi pada intensitas citra yang tinggi menampilkan citra yang terang.

Disamping itu dalam upaya menampilkan informasi sebanyak mungkin pada citra maka histogram dibuat semerata mungkin yang disebut dengan perataan histogram (*histogram equalization*).

5. Histogram Equalization

Histogram Equalization adalah metode dalam pengolahan citra yang menggunakan histogram dari suatu citra untuk mengatur tingkat kecerahan citra tersebut.

Metode ini menaikkan *global contrast* dari citra, khususnya ketika data citra yang digunakan dapat digantikan dengan nilai kecerahan tetangga terdekatnya. Melalui pengaturan ini, nilai intensitas suatu citra dapat merata dengan baik sesuai dengan histogramnya. Metode ini juga bertujuan untuk menjadikan nilai yang kontras atau kecerahannya kurang menjadi kontras yang memiliki nilai lebih tinggi. Metode *Histogram Equalization* menggunakan nilai yang paling sering digunakan untuk menaikkan nilai kontras.

Yang dimaksud dengan perataan histogram adalah mengubah derajat keabuan suatu *pixel* (r) dengan derajat keabuan yang baru (s) dengan suatu fungsi transformasi T , yang dalam hal ini $s = T(r)$. Dua sifat yang dipertahankan pada transformasi ini:

1. Nilai s merupakan pemetaan 1 ke 1 dari r . Ini untuk menjamin representasi intensitas yang tetap. Ini berarti r dapat diperoleh kembali dari r dengan transformasi invers: $r = T^{-1}(s)$, $0 < s < 1$
2. Untuk $0 < r_i < 1$, maka $0 < T(r) < 1$. Ini untuk menjamin pemetaan T konsisten pada rentang nilai yang diperbolehkan.

Menurut Munir (2004), tujuan ekualisasi histogram adalah untuk memperoleh penyebaran histogram yang merata, sehingga setiap derajat keabuan memiliki jumlah piksel yang relative sama atau seragam (uniform)-linearisasi.

Dasar konsepnya adalah :

- Transformasi probability density function menjadi uniform density → bentuk kontinu
- Agar dapat dimanfaatkan dalam pengolahan citra digital, diubah ke bentuk diskrit

Keadaan citra seperti yang tepat untuk dijadikan sebagai objek dari histogram equalization adalah citra dengan kedekatan kontras yang sangat tinggi. Artinya dynamic range kecil atau lebih mudahnya variasi level abu-abu sangat kecil atau sempit. Contoh citra seperti ini adalah citra dengan latar belakang (background) dan objek (foreground) sama-sama berwarna cerah atau keduanya sama-sama berwarna gelap. Bukan berarti metode ini tidak bisa digunakan untuk citra jenis lain, hanya saja tidak memberikan pengaruh besar. Definisi Dynamic Range secara sederhana diartikan sebagai range antara intensitas paling redup (gelap) hingga kepalang cerah (terang).

Ada beberapa metode dari histogram equalization , yakni:

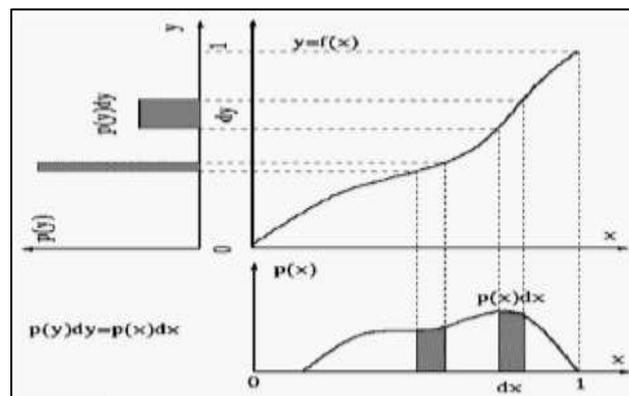
Histogram expansion

1. Local area histogram equalization (LAHE)
2. Cumulative histogram equalization (cumulative distribution function / cdf).
3. Par sectioning.
4. Odd sectioning

Dalam Tabel di bawah terdapat kelebihan dan kekurangan tiap-tiap metode yang diutarakan di atas. Daftar ini didapat dari dokumen yang berjudul Histogram Equalization oleh Robert Kruttsch and David Tenorio, Microcontroller Solutions Group, Guadalajara.

Method	Advantage	Disadvantage
Histogram expansion	Simple and enhance contrasts of an image.	If there are gray values that are physically far apart from each other in the image, then this method fails.
LAHE	Offers an excellent enhancement of image contrast.	Computationally very slow, requires a high number of operations per pixel.
Cumulative histogram equalization	Has good performance in histogram equalization.	Requires a few more operations because it is necessary to create the cumulative histogram.
Par sectioning	Easy to implement.	Better suited to hardware implementation.
Odd sectioning	Offers good image contrast.	Has problems with histograms which cover almost the full gray scale.

kita akan menggunakan metode CDF (cumulative distribution function) atau kerap juga dikatakan sebagai cumulative histogram equalization. Metode ini mudah dan cepat dan hasilnya bisa diandalkan. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. Pemetaan antara citra sebagai target

Gambar di atas menjelaskan pemetaan antara citra sebagai target (keluaran) dan masukan yang ditandai dengan fungsi $y = f(x)$.Dapat melihat bahwa:

$$p(y)dy = p(x)dx$$

Dengan jumlah piksel yang dipetakan dari x ke y tidak berubah dan nilai $p(y) = 1$ maka :

$$dy = p(x)dx$$

Untuk histogram equalization berlaku :

$$y = f(x) = \int_0^x p(u)du = P(x) - P(0) = P(x)$$

Maka

$$P(x) = \int_0^x p(u)du$$

Karena citra sifatnya diskret dan begitu juga dengan histogramnya, maka untuk diskret rumus menjadi:

$$cdf(x) = \sum_0^x h(i)$$

Dengan:

$$h(i) = \frac{n_i}{\sum_{i=0}^{L-1} n_i} = \frac{n_i}{N}$$

Nilai baru dalam skala abu-abu (0 – 255) dengan rumus di bawah ini :

$$eh(j) = \left(\frac{cdf(j) - cdf_{min}}{MaxN - cdf_{min}} * (L - 1) \right)$$

Equalisasi pada domain kontinyu:

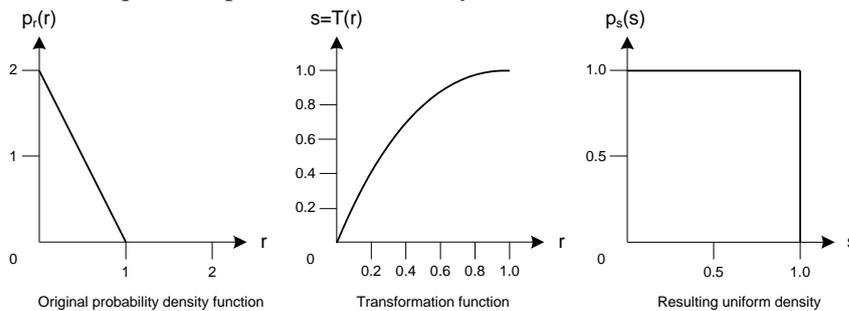
Histogram: $p_s(s) = \left[p_r(r) \frac{dr}{ds} \right]_{r=T^{-1}(s)}$

Transformasi: $s = T(s) = \int_0^r p_r(w)dw; \quad 0 \leq r \leq 1$

Uniform:

$$p_s(s) = \left[p_r(r) \frac{1}{p_r(r)} \right]_{r=T^{-1}(s)} = [1]_{r=T^{-1}(s)} = 1 \quad 0 \leq s \leq 1$$

Ilustrasi equalisasi pada domain kontinyu :



Bentuk diskrit fungsi transformasi :

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} = \sum_{j=0}^k P_r(r_j) \quad \begin{array}{l} 0 \leq r_k \leq 1 \\ k = 0, 1, \dots, L-1 \end{array}$$

$$r_k = T^{-1}(s_k) \quad 0 \leq s_k \leq 1$$

Kelemahan equalisasi histogram :

- Histogram hasil tidak bisa dibentuk sesuai kebutuhan
- Kadangkala dibutuhkan untuk lebih menonjolkan rentang gray level tertentu pada citra
→ spesifikasi histogram

6. Histogram Spesifikasi

Spesifikasi histogram : metode pembuatan histogram yang ditentukan nilainya oleh pengguna, bisa untuk histogram yang tidak seragam.

Fungsi pemetaan dapat ditemukan dalam tiga langkah :

- Menyamakan histogram gambar input
- Menyamakan histogram yang ditentukan
- Menghubungkan dua histogram menyamakan kedudukan

Secara matematis, spesifikasi histogram dihitung dengan persamaan :

- T & G ~ Transformasi
- $P_r(r)$ ~ histogram citra semula
- $P_z(z)$ ~ histogram yang diharapkan
- Perataan histogramnya adalah

$$s = T(r) = \int_0^r P_r(w) dw$$

Jika histogram yang diharapkan telah dispesifikasikan, maka perataan histogramnya sbb :

$$v = G(z) = \int_0^z P_z(w) dw$$

Secara matematis, spesifikasi histogram dihitung dengan persamaan :

- Invers dari G

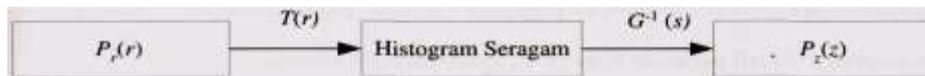
$$Z = G^{-1}(v)$$

- Dengan mengganti v dengan s

$$Z = G^{-1}(s)$$

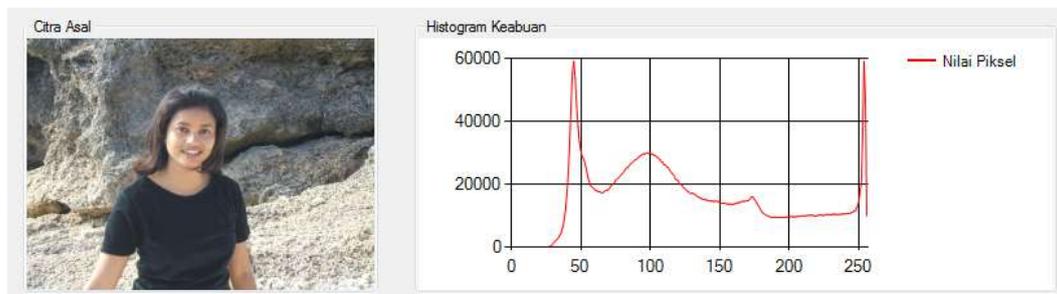
- Maka diperoleh nilai intensitas yang diharapkan
- Hasil tsb merupakan nilai pendekatan
- Dengan kata lain histogram nilai intensitas pada citra semula dipetakan menjadi intensitas z pada citra yang diinginkan dengan fungsi :

$$z = G^{-1}[T(r)]$$

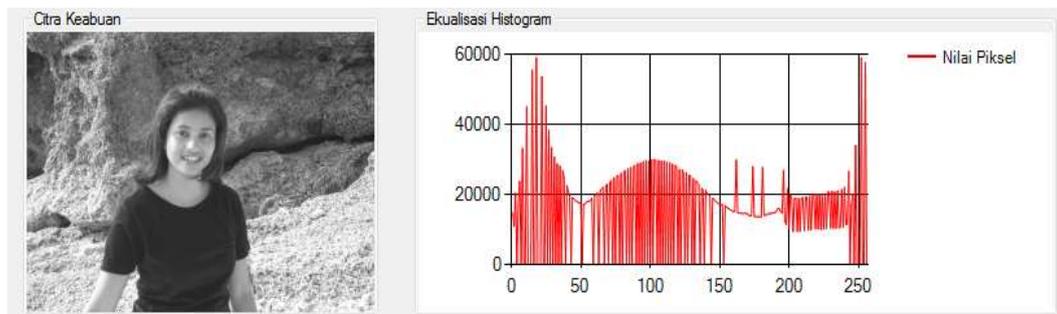


III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sebelum Spesifikasi



a. Citra asal



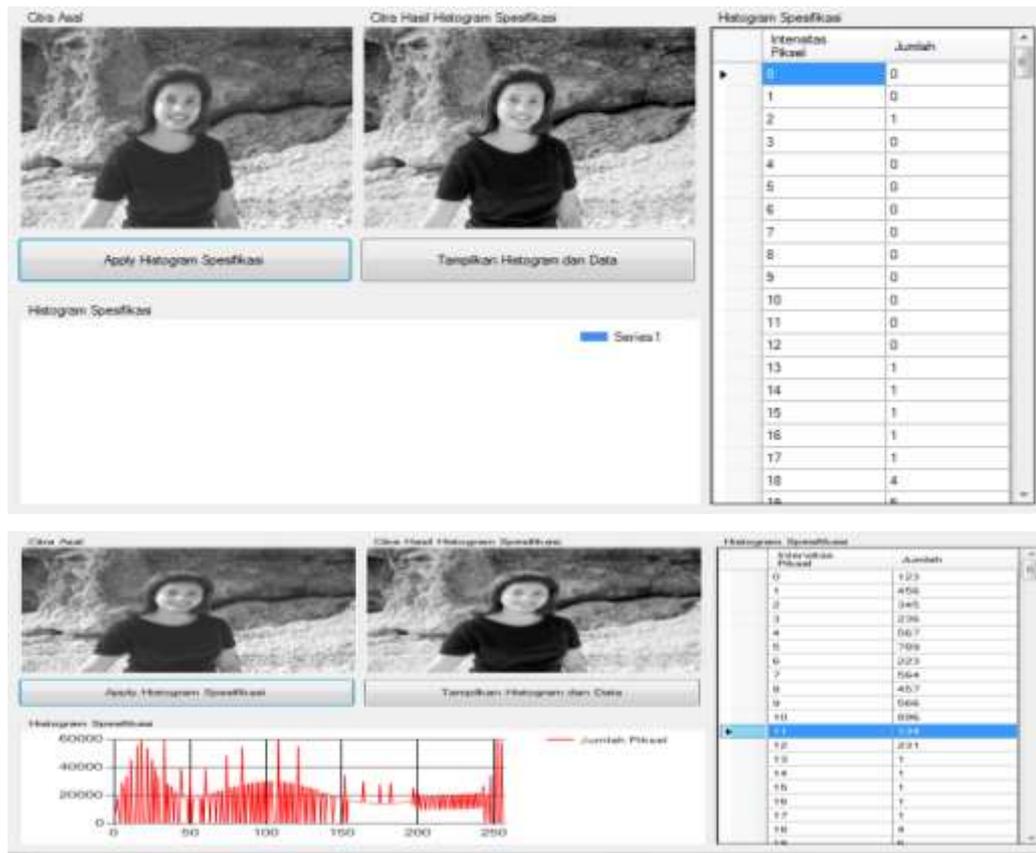
b. Citra keabuan



c. Citra hasil ekualisasi

Perataan histogram cocok untuk pembuatan histogram yang seragam.

d. Sesudah spesifikasi



Analisa dilakukan dengan melakukan pengujian beberapa metode peningkatan citra pada citra digital awal, dan dikombinasikan hingga mendapatkan citra hasil dengan kualitas baik. Citra mengalami perubahan setelah dilakukan pengolahan pada beberapa teknik peningkatan citra. Program yang dirancang telah menghasilkan peningkatan kualitas citra melalui beberapa jenis operasi citra pada metode histogram equalisasi dan specification.

Salah satu teknik pengolahan citra yaitu teknik peningkatan kualitas citra terbukti dapat memperbaiki kualitas citra yang menurun akibat proses digitalisasi berlangsung. Beberapa teknik yang memang mempunyai pengaruh besar terhadap perbaikan kualitas citra yaitu teknik *histogram equalization* (pemerataan histogram).

IV. KESIMPULAN

Histogram equalization komputasinya lebih simple atau sederhana. Sedangkan spesifikasi lebih kompleks. Spesifikasi lebih pada penentuan nilai histogram dilakukan oleh pengguna dan memperoleh citra output sesuai dengan citra tersebut. Sedangkan equalization tidak dapat ditentukan dan hasilnya otomatis. Untuk histogram equalisasi lebih cocok pada pembuatan histogram yang seragam sedangkan pada specification bisa dilakukan pada pembuatan histogram yang berbeda dan lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

Munir Rinaldi, 2006 "Aplikasi Image Thresholding Untuk Segmentasi Objek", Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2006.

- Shi X.J, Cheng H.D, 2004 “A Simple and Effective Histogram Equalization Approach to Image Enhancement”, *Digital Signal Processing* 14 (2004) 158-170.
- Bassiou Nikoletta, Kotropoulos Constantine, 2007 “Color Image Histogram Equalization by Absolute Discounting Back-off”, *Computer Vision and Image Processing* 107 (2007) 108-122.
- Chen Berlin, Yeh Yao-Ming, Lin Shih-Hsiang, 2007, “A Comparative Study of Histogram Equalization (HEQ) for Robust Speech Recognition”, *Computational Linguistic and Chinese Language Processing*, Vol. 12, No. 2, pp. 217-238.
- Putra Darma, 2010, “Pengolahan Citra Digital”, Penerbit ANDI Offset, Yogyakarta.
- Singh Balvant, Mishra Shankar Ravi, Gour Puran, 2011, “Analysis of Contrast Enhancement Techniques For Underwater Image”, *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering (IJCTEE)*, Volume 1, Issue 2.