

Perbaikan Citra dengan Menggunakan Metode Histogram Equalization

Muhammad Kusban

Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan 57102 Surakarta.

Telp. +62 271 717417. Faks: +62 271 715448

E-mail: muhammadkusban@gmail.com

Abstrak

Kerangka umum perbaikan citra berdasarkan histogram equalization telah banyak digunakan peneliti terutama untuk meningkatkan kontras citra. Namun dengan metode ini menghasilkan nilai kontras yang berlebihan sehingga menampilkan bentuk yang tidak alami serta munculnya cacat visual. Dalam tulisan ini kami menggunakan metode yang disebut Probability Distribution Histogram Equalization (PDHE). Mula-mula citra dihitung nilai Probability Density Function (PDF) hasil yang didapat untuk mencari nilai Cumulative Distribution Function (CDF). Selanjutnya hasil yang didapatkan digunakan untuk nilai acuan dalam alih ragam point-wise citra keabuan. Evaluasi ujicoba yang telah dilakukan, nilai optimal keluaran citra hasil histogram equalization dengan menggunakan ukuran window [35 35] dengan SNR = 1.52 dan waktu proses yang dibutuhkan 3.067741 detik. Metode ini menghasilkan keluaran citra yang lebih baik secara visual bila dibandingkan dengan metode histogram equalization klasik. Sebagai pembandingan, diperlihatkan hasil histogram dan tampilan citra dengan metode spesifikasi histogram dan metode lokal histogram.

Kata kunci: histogram equalization, PDHE, spesifikasi dan lokal histogram, SNR

Pendahuluan

Citra digital merupakan representasi biner dari citra dua dimensi berupa elemen nilai berbentuk *array* yang disebut piksel yang memiliki nilai numeris. Secara umum, histogram merupakan perkiraan dari nilai distribusi probabilitas tipe data tertentu. Untuk citra histogram, distribusi probabilitas berupa nilai kecerahan warna yang diukur dari nilai 0 untuk warna gelap hingga nilai 255 untuk warna putih. Bila dipetakan dalam sebuah koordinat, sumbu horisontal mewakili nilai kecerahan 0 – 255 (8 bit), dan sumbu vertikal mewakili nilai frekuensi piksel yang merupakan jumlah piksel yang sama yang muncul di keseluruhan citra. Proses merubah nilai dalam sumbu horisontal dan vertikal untuk mendapatkan bentuk keluaran yang berbeda dari aslinya disebut proses ekualisasi histogram (*histogram equalization*). Ekualisasi histogram dapat diterjemahkan sebagai proses meratakan keseluruhan nilai keabuan citra ke dalam kawasan kecerahan (*brightness*). Cara yang sering digunakan adalah dengan melebarkan nilai intensitas yang berada dalam daerah sumbu horisontal secara penuh sehingga dicapai nilai intensitas kontras dengan nilai maksimum. Cara demikian akan efektif bilamana citra yang akan diproses memiliki tingkat kontras yang berdekatan, yaitu antara warna latar belakang (*background*) dan latar depan (*foreground*) sama, baik keduanya gelap atau keduanya putih. Aplikasi aktualisasi histogram merupakan cara langsung meningkatkan perbaikan citra terutama meninggikan nilai kontras dengan cara melebarkan nilai intensitas frekuensi [1, 3, 6].

Terdapat tiga tipe teknik perbaikan citra dengan menggunakan modifikasi nilai piksel [7, 8] yaitu operasi titik, operasi blok, dan operasi ketetangaan. Operasi titik (*point operation*) – yaitu masing-masing piksel dimodifikasi sesuai dengan rumus tertentu yang bebas satu sama lainnya antar piksel dalam satu citra, operasi blok (*mask operation*) – yaitu operasi citra dari satu piksel ke piksel lainnya dimodifikasi dengan menggunakan blok piksel ketetangaan (*pixel neighbors*), dan operasi global (*global operation*) – yaitu proses modifikasi satu demi satu nilai piksel dengan menggunakan keseluruhan unsur nilai piksel yang ada dalam citra tersebut. Teknik perbaikan citra melalui ekualisasi histogram masuk dalam kategori operasi titik. Karena bersifat operasi titik, maka nilai yang didapat tidak dapat dikembalikan ke nilai semula (*lossy*). Perbaikan citra pada umumnya dapat dilakukan dalam kawasan spasial seperti operasi dalam piksel dan dalam kawasan frekuensi seperti penggunaan Fourier transform [6]. Dalam pemrosesan histogram terdapat tiga operasi yang sering digunakan yaitu ekualisasi histogram, spesifikasi histogram, dan lokal histogram [6, 7, 8].

Normalisasi fungsi histogram adalah fungsi histogram yang dibagi dengan jumlah piksel citra yang tertulis dalam persamaan (1). Proses normalisasi histogram digunakan bila mendapatkan nilai intensitas histogram merata dalam keseluruhan operasi daerah warna atau daerah keabuan. Proses normalisasi histogram memiliki keuntungan untuk memperbaiki citra yang terdistorsi karena cacat akibat gerakan kamera.

$$P(r_k) = \frac{h(r_k)}{n} = \frac{n_k}{n} \quad (1)$$

Dengan menggunakan persamaan (1) tersebut, akan didapat intensitas piksel dengan nilai distribusi berkisar antara nilai 0 dan 1, yang selanjutnya dapat digunakan untuk mendapatkan nilai distribusi yang seragam (*uniform distribution*). Proses mendapatkan nilai distribusi seragam ini disebut proses ekualisasi histogram, yang terlihat dalam persamaan (2).

$$T(r_k) = \sum_{j=1}^k P(r_j) \quad (2)$$

Dalam persamaan (2), yaitu nilai fungsi normalisasi histogram dari nilai 1 hingga k, dijumlahkan guna mendapatkan intensitas r_k yang akan dipetakan dalam daerah keabuan sehingga nilai normalisasi histogram masih dalam kisaran 0 hingga 1. Dalam beberapa aplikasi, nilai ekualisasi dapat dikalikan dengan konstanta tertentu untuk mendapatkan nilai bulat.

Untuk spesifikasi histogram dikenal juga dengan nama *histogram matching*, yaitu proses memetakan masukan citra ke bentuk citra baru dengan menggunakan sebuah histogram yang telah ditentukan persamaan fungsinya. Metode ini berguna untuk meningkatkan tampilan kontras dan kecerahan yang mencolok antara latar depan dan latar belakang. Disamping itu, proses spesifikasi histogram digunakan peneliti sebagai langkah awal pembandingan antar citra [6]. Nilai spesifikasi yang dipilih dapat bebas nilainya guna mendapatkan transformasi fungsi $G(z)$, seperti terlihat dalam persamaan(3).

$$G(z) = \sum_0^z P_z(w) \approx \sum_{i=0}^z \frac{n_i}{n} \quad (3)$$

Sedangkan untuk proses lokal histogram, memiliki manfaat bila digunakan untuk memperbaiki citra dalam area luas *window* tertentu, yang selanjutnya hasil yang diperoleh dipetakan kembali ke dalam daerah asal untuk menampilkan histogram secara keseluruhan.

Proses ekualisasi histogram terdiri dari empat langkah [8] sebagai berikut: Mencari jumlah nilai histogram. Menormalkan nilai histogram langkah ke satu dengan membagi keseluruhan nilai piksel. Mengalikan nilai langkah ke dua dengan nilai maksimum yang ada dalam langkah ke satu kemudian dibulatkan. Dan membuat pemetaan nilai keabuan hasil langkah ke tiga dengan cara korespondensi satu demi satu. Sebagai ilustrasi dapat diperlihatkan dalam nilai Tabel 1.

Tabel 1. Langkah mendapatkan nilai ekualisasi histogram

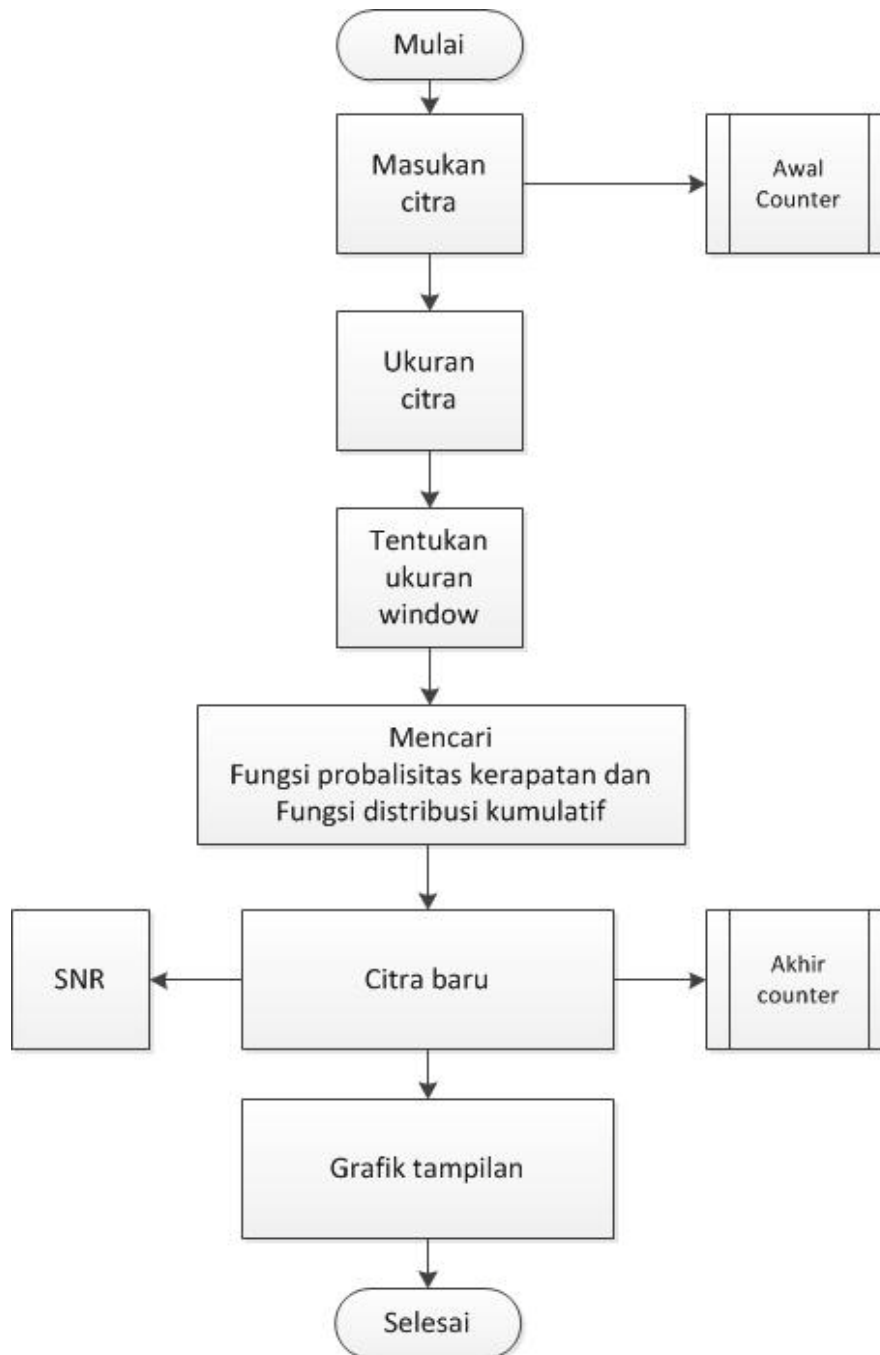
Langkah pertama								
Nilai keabuan	0	1	2	3	4	5	6	7
Nilai piksel	10	8	9	2	14	1	5	2
Langkah pertama hingga ke empat								
Nilai keabuan	0	1	2	3	4	5	6	7
Nilai piksel	10	8	9	2	14	1	5	2
Jumlah	10	18	27	29	43	44	49	51
Normalisasi	10/51	18/51	27/51	29/51	43/51	44/51	49/51	51/51
Dikalikan keabuan	1	2	4	4	6	6	7	7
Langkah ke empat								
Lama	0	1	2	3	4	5	6	7
Baru	1	2	4	4	6	6	7	7

Tujuan dari penelitian perbaikan citra dengan ekualisasi histogram adalah untuk mendapatkan nilai estimasi penggunaan nilai *window* yang optimal, serta lama waktu proses yang dibutuhkan selama perbaikan citra berlangsung. Dengan nilai yang didapat, dapat dibandingkan hasilnya dengan menggunakan metode spesifikasi histogram dan lokal histogram, sehingga didapatkan kesimpulan penggunaan aplikasi histogram di dalam perbaikan citra terutama citra daerah keabuan.

Beberapa penelitian ekualisasi histogram telah dilakukan untuk mendapatkan optimalisasi perbaikan citra. Kim [1] menyatakan bahwa dengan menggunakan ekualisasi histogram dapat menghasilkan citra dengan lebih baik bila menggunakan metode pemisahan nilai rerata dalam nilai histogram. Oleh Wang [2], nilai entropy maksimum memberikan dampak yang lebih signifikan untuk perbaikan dan kecerahan citra. Meskipun nilai yang didapat dalam kecerahan citra belum mencapai optimal bila tidak memasukkan unsur nilai rerata yang ada di dalam ekualisasi histogram yang berkelompok secara klaster [3]. Sehingga secara umum untuk perbaikan citra, Joung [4] mensyaratkan pula penggunaan waktu yang efektif atau waktu minimal selama proses ekualisasi histogram. Yang selanjutnya, Hossain [5], mengusulkan penggunaan filter *low pass* sebagai operasi ketetangaan dengan cara memodifikasi nilai di antara proses spasial dan proses transformasi domain logaritmis.

Metodologi Penelitian

Peneliti memulai penelitian dengan studi literatur untuk mendapatkan pembahasan latar belakang pemrosesan citra digital terutama pembahasan ekualisasi histogram dalam operasi piksel. Beberapa data citra dikumpulkan dari sumber utama di Internet untuk digunakan uji coba penelitian dalam perangkat lunak Matlab versi R2012a (7.14.0.739). Adapun perangkat komputer yang digunakan yaitu prosesor Intel I5-2500K dan memori 16 GB dengan sistim operasi Windwos 7 64bit. Urutan penelitian terlihat dalam Gambar 1.



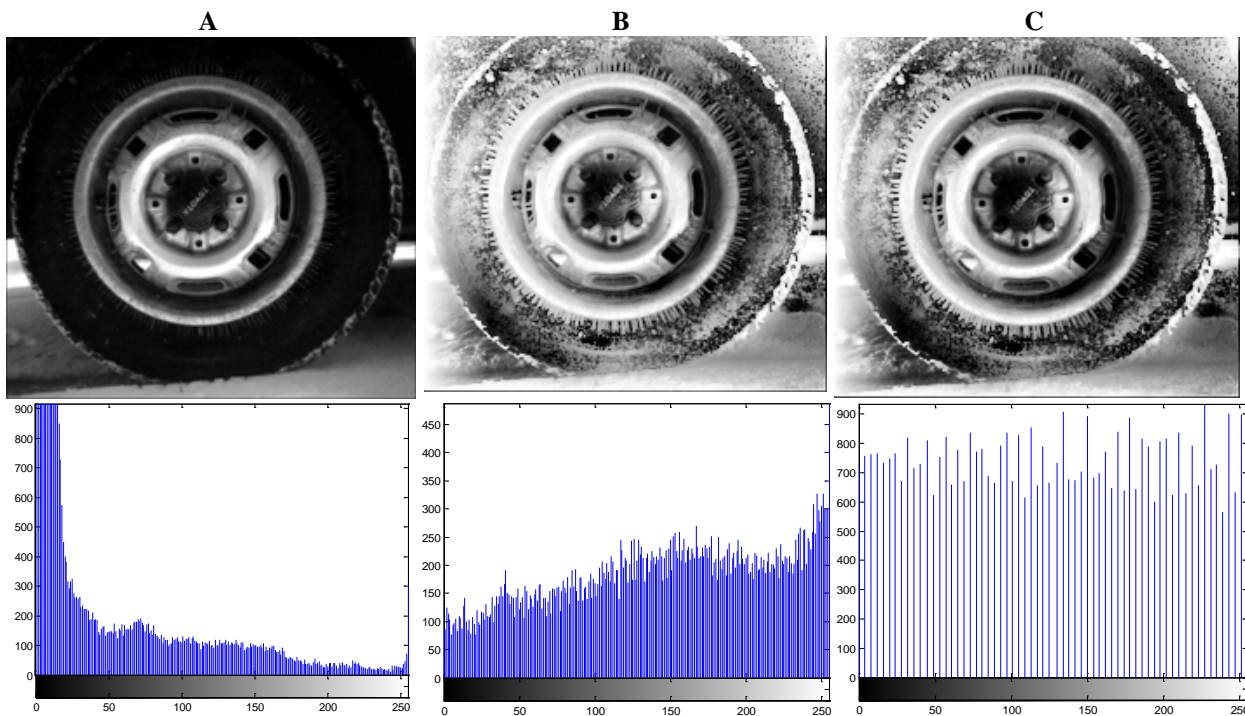
Gambar 1. Ragam alir proses ekualisasi histogram

Hasil penelitian

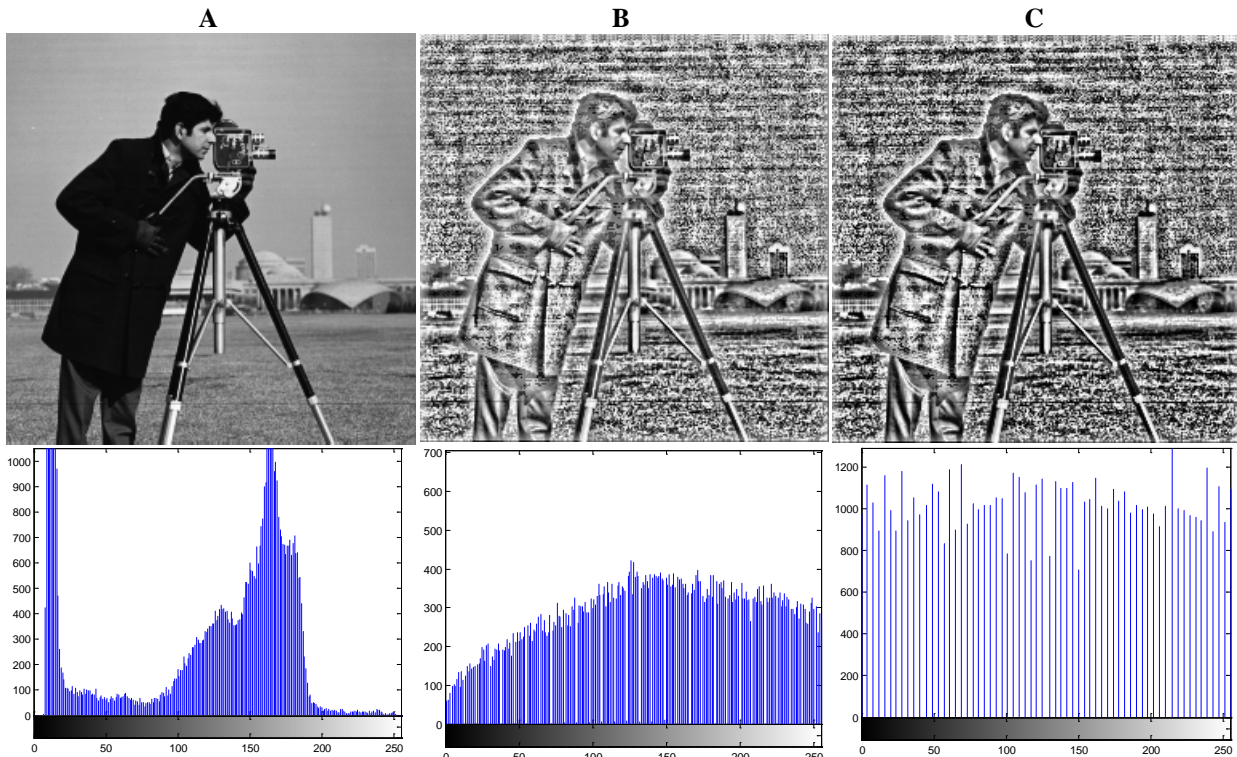
Untuk mendapatkan nilai optimum ekualisasi histogram, digunakan beragam nilai masukan *window* ($M \times N$) dengan nilai yang sama. Dengan cara yang sama dicari pula nilai M dan N dengan nilai yang berbeda. Selanjutnya guna mencari nilai optimal proses penelitian, digunakan acuan SNR dan jumlah waktu yang dibutuhkan. Hasil penelitian tertera dalam Tabel 2 sampai Tabel 5.

Tabel 2. Perbandingan antara luas window dan SNR

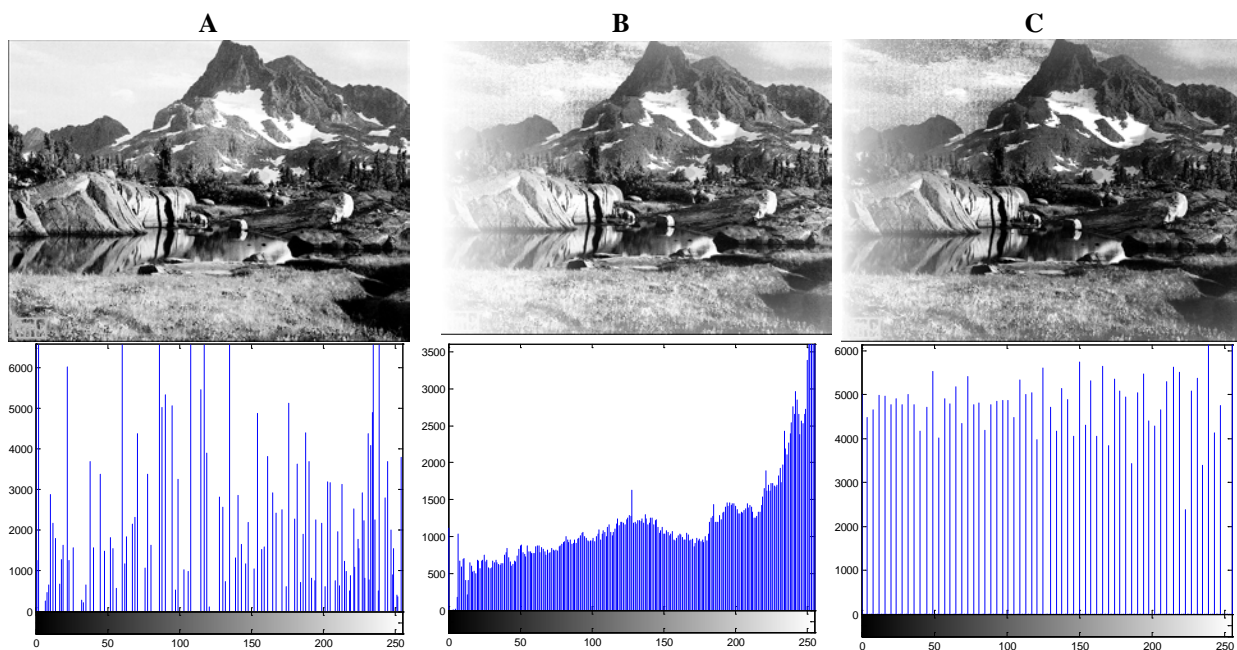
M	N	SNR	Waktu
3	3	1.59	0.708324
5	5	1.56	0.729024
15	15	1.54	1.128936
25	25	1.52	0.968155
35	35	1.52	3.067741
36	36	1.50	2.910144
37	37	1.52	3.258862
38	38	1.50	3.675317
40	40	1.51	3.533024
45	45	1.52	4.375918
46	46	1.51	4.505675
47	47	1.52	4.633754
48	48	1.51	4.911679
49	49	1.52	5.102216
50	50	1.51	5.594988
55	55	1.52	6.139269
100	100	1.53	18.957144
200	200	1.59	73.785433
256	256	1.59	121.207804



Gambar 2. Merupakan citra *tire.tif* dengan histogramnya. Citra A merupakan citra asli. Citra B merupakan hasil ekualisasi histogram dengan window 35 x 35. Citra C merupakan citra ekualisasi yang diatur kontrasnya dengan perintah *histeq* di Matlab.



Gambar 3. Merupakan citra *cameraman.tif* dengan histogramnya. Citra A merupakan citra asli. Citra B merupakan hasil ekualisasi dengan window 35 x 15 beserta histogramnya. Dan Citra C merupakan citra ekualisasi yang diatur kontrasnya dengan perintah *histeq*.



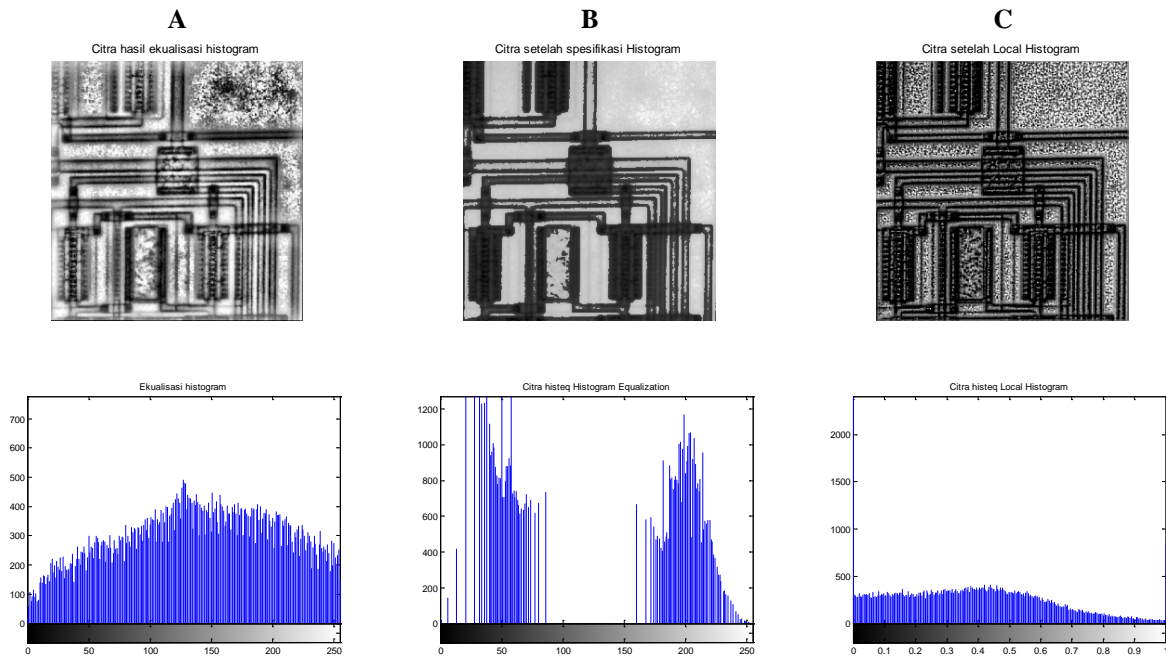
Gambar 4. Merupakan citra *mountain.png* dengan histogramnya. Citra A merupakan citra asli Citra B merupakan hasil ekualisasi dengan window 250 x 250 beserta histogramnya. Dan Citra C merupakan citra ekualisasi yang diatur kontrasnya dengan perintah *histeq*.

Tabel 3. Perbandingan antara luas *window* [35 35] dengan citra yang beragam

Citra	Ukuran	SNR	Waktu
Zelda.png	512 x 512	0.20	13.462105
Mountain.png	480 x 640	0.28	14.836897
Boy.bmp	512 x 768	0.05	18.924153
Tire.tif	205 x 232	1.5	2.696983
Cameraman.tif	256 x 256	0.12	3.504496

Tabel 4. Perbandingan penggunaan *window* berbeda dalam citra *boy.bmp*

M	N	SNR	Waktu
3	6	0.02	2.791008
6	3	0.02	3.104787
6	15	0.03	4.446140
10	15	0.03	5.436191
25	15	0.02	8.597757
40	15	0.04	12.434272
25	50	0.03	21.495834
75	50	0.03	59.933233
75	150	0.03	173.306440



Gambar 5. Tampilan citra *circuit.tif* dengan beberapa pengolahan histogram: *ekualisasi histogram* (A) dengan *window* [35 35], pengolahan *spesifikasi histogram* (B), dan pengolahan dengan proses *lokal histogram* (C) dengan *window* 35.

Tabel 5. Perbandingan ketiga metode histogram: ekualisasi histogram (A), spesifikasi histogram (B), dan lokal histogram (C) dengan beragam citra

Citra	SNR A	Waktu A	SNR B	Waktu B	SNR C	Waktu B
Zelda.png	0.20	13.462105	0.03	0.286251	1.83	10.555270
Mountain.png	0.28	14.836897	0.39	0.268563	1.88	12.188176
Boy.bmp	0.05	18.924153	0.03	0.263986	1.94	15.692325
Tire.tif	1.5	2.696983	1.60	0.237842	0.01	2.152575
Cameraman.tif	0.12	3.504496	0.29	0.242949	1.74	2.818807
Circuit.tif	0.04	3.939288	0.01	0.244791	1.69	3.231396

Kesimpulan

Ekualisasi histogram mendapatkan nilai optimal dengan menggunakan ukuran *window* 35 x 35 dengan perolehan SNR = 1.52 dan lama waktu selama proses 3.067741 detik. Terlihat citra hasil ekualisasi histogram memberikan tampilan secara visual lebih kontras dan jelas (citra tire.tif). Dengan metode yang sama tetapi dengan ukuran *window* yang berlainan, nilai optimal yang digunakan 25 x 15 yang menghasilkan SNR = 0.02 dengan waktu proses 8.597757. Penggunaan ekualisasi histogram untuk mendapatkan kecerahan dan perbaikan citra (citra circuit.tif) lebih baik dibandingkan dengan proses yang sama tetapi dengan menggunakan metode spesifikasi histogram maupun lokal histogram. Metode spesifikasi histogram menghasilkan blok hitam, sedangkan penggunaan lokal histogram menghasilkan derau bintang di semua bidang citra.

Daftar Pustaka

- [1] Kim, M., 'Recursively separated and weighted histogram equalization for brightness preservation and contrast enhancement', IEEE Transaction on Consumer Electronics, August 2008.
- [2] Wang, Chao., 'Brightness preserving histogram equalization with maximum entropy: a variational perspective', IEEE Transaction on Consumer Electronics, November 2005.
- [3] Chauhan, R., 'An improved image contrast enhancement based on histogram equalization and brightness preserving weight clustering histogram equalization', International conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 3-5 June 2011.
- [4] Joung-Youn Kim., 'An advanced contrast enhancement using partially overlapped sub-block histogram equalization', Proceesings IEEE International Symposium Circuits and System on Geneva, 2000.
- [5] Hossain, F., 'Image enhancement based on logarithmic transform coefficient and adaptive histogram equalization', Conference publications IEEE on Convergence Information Technology, 2007.
- [6] Gonzales, Rafael C., Woods, Richard E., 'Digital Image Processing – second edition', Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2002
- [7] Jahne, Bern., 'Digital Image Processing', Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 2005
- [8] Bovik, Al., 'The Essential Guide to Image Processing', Elsevier Academic Press, 2009, 30Corporate Drive, Suite 400 Burlington MA 01803 USA, www.elsevierdirect.com, 2009