

PENGATURAN KECERAHAN DAN KONTRAS CITRA SECARA AUTOMATIS DENGAN TEKNIK PEMODELAN HISTOGRAM

Danny Ibrahim¹, Achmad Hidayatno², R. Rizal Isnanto²
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia
E-mail: master_eagle@plasa.com
Telp. (024) 6709077

Abstrak – Peningkatan kebutuhan terhadap aplikasi penggunaan citra yang demikian pesat perlu didukung oleh suatu pengolahan citra yang dapat meningkatkan mutu citra. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu citra tersebut adalah dengan pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk membuat program untuk pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis sehingga peningkatan mutu citra dapat dilakukan dengan mudah dan efektif.

Pengaturan kecerahan dan kontras citra yang digunakan dalam penelitian adalah teknik pemodelan histogram yang dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: akuisisi data citra, perancangan perangkat lunak, implementasi, pengujian perangkat lunak berdasarkan sistem visual dan hasil kuesioner pada sejumlah responden, serta pengambilan kesimpulan.

Kesimpulan hasil penelitian adalah: teknik pemodelan histogram dapat membuat distribusi tingkat keabuan dari citra lebih lebar dan lebih merata sehingga tampak lebih jelas rincinya. Teknik pemodelan histogram tersebut terdiri atas ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2, ekualisasi histogram 3, modifikasi histogram 1, modifikasi histogram 2, modifikasi histogram 3, histogram Gaussian, dan pengaturan intensitas. Dari kedelapan teknik tersebut yang paling banyak menghasilkan citra dengan kualitas yang baik adalah: modifikasi histogram 1 dan pengaturan intensitas.

Kata Kunci – pengaturan intensitas, kontras, tingkat keabuan, ekualisasi histogram, modifikasi histogram.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tak dapat dipungkiri, bahwa perkembangan teknologi pengolahan citra dewasa ini berkembang dengan sangat pesat, baik itu perkembangan jumlah pemakai maupun perkembangan jenis teknologi yang menggunakan pengolahan citra, seperti misalnya bidang biomedis, astronomi, penginderaan jauh, dan arkeologi yang umumnya banyak memerlukan teknik peningkatan mutu citra. Aplikasi lain yang kemudian menyusul adalah pengolahan citra digital di bidang robotika, industri, serta arsip citra dan dokumen.

Peningkatan kebutuhan terhadap aplikasi penggunaan citra yang demikian pesat ini harus pula didukung oleh suatu pengolahan citra yang dapat

¹) Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang
²) Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang

meningkatkan mutu citra. Proses pengolahan citra yang termasuk dalam kategori peningkatan mutu citra bertujuan untuk memperoleh keindahan gambar, untuk kepentingan analisis citra, dan untuk mengoreksi citra dari segala gangguan yang terjadi pada waktu perekaman data.

Salah satu cara untuk meningkatkan mutu citra tersebut adalah dengan mengatur kecerahan dan kontras secara otomatis sehingga citra menjadi lebih jelas rincinya. Teknik yang digunakan untuk mengatur kecerahan dan kontras secara otomatis adalah dengan pemodelan histogram yang bertujuan untuk mendapatkan citra dengan daerah tingkat keabuan yang lebar dan dengan distribusi piksel yang merata pada daerah tingkat keabuan.

B. Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah untuk membuat program untuk pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis sehingga peningkatan mutu citra dapat dilakukan dengan mudah dan efektif.

C. Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, pembahasan terbatas pada:

1. Teknik pemodelan histogram yang terdiri atas ekualisasi histogram, modifikasi histogram, pengaturan intensitas dan histogram Gaussian.
2. Citra yang diolah adalah citra digital beraras keabuan dan tidak bergerak.
3. Aplikasi yang dibuat menggunakan Matlab 6.5.

II. DASAR TEORI

A. Citra Keabuan

Citra beraras keabuan adalah citra yang hanya menggunakan warna yang merupakan tingkatan warna abu-abu. Warna abu-abu adalah satu-satunya warna pada ruang RGB dengan komponen merah, hijau, dan biru mempunyai intensitas yang sama. Pada citra beraras keabuan hanya perlu menyatakan nilai intensitas untuk tiap piksel sebagai nilai tunggal, sedangkan pada citra berwarna perlu tiga nilai intensitas untuk tiap pikselnya. Intensitas citra beraras keabuan disimpan sebagai integer 8 bit sehingga memberikan $2^8 = 256$ tingkat keabuan dari warna hitam sampai warna putih. Dengan menggunakan pola 8 bit ini citra beraras keabuan membutuhkan ruang memori, *disk*, dan waktu pengolahan yang lebih sedikit daripada citra berwarna (RGB).

B. Peta Keabuan

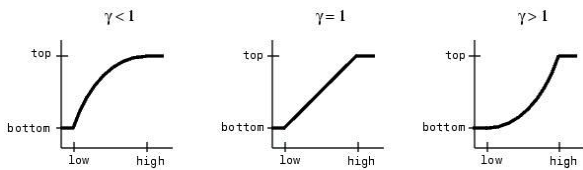
Peta Keabuan adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara intensitas pada suatu piksel keluaran

terhadap intensitas piksel masukan. Piksel dengan intensitas terendah adalah hitam, dan piksel dengan intensitas tertinggi adalah putih. Sebuah piksel dengan intensitas sedang mungkin berwarna abu-abu atau memiliki tingkat keabuan tertentu.

C. Koreksi Gamma

Koreksi gamma merupakan merupakan faktor keteduhan yang mempengaruhi pemetaan antara nilai intensitas (tingkat keabuan) citra masukan dan keluaran sehingga pemetaan bisa tak-linear. Sebagai contoh nilai dari intensitas masukan minimum sampai intensitas masukan maksimum dapat dipetakan ke dalam nilai dari intensitas keluaran minimum sampai intensitas keluaran maksimum.

Gamma memiliki nilai lebih besar dari 0. Jika gamma sama dengan satu, maka pemetaannya linear. Jika gamma kurang dari 1, pemetaannya cenderung menuju nilai keluaran yang lebih tinggi (terang). Jika gamma lebih besar dari pada 1, pemetaannya cenderung menuju nilai keluaran yang lebih rendah (lebih gelap). Gambar 1 menunjukkan pemetaan intensitas dengan gamma yang berbeda.

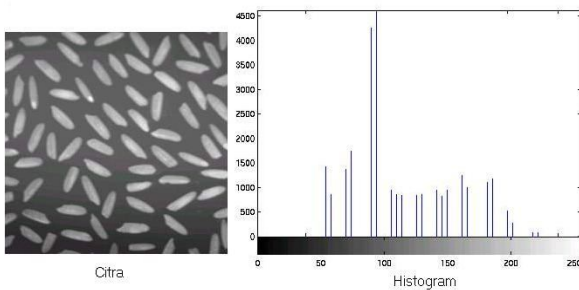


Gambar 1 Pemetaan intensitas dengan gamma yang berbeda

Pada Gambar 1 sumbu horisontal (dari rendah (*low*) sampai tinggi (*high*)) menunjukkan tingkat keabuan citra masukan dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi. Sedangkan sumbu vertikal (dari bawah (*bottom*) sampai atas (*top*)) menunjukkan tingkat keabuan citra keluaran dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi.

D. Histogram

Histogram adalah suatu grafik yang menunjukkan berapa besar jumlah piksel dari citra memiliki suatu tingkat keabuan tertentu. Gambar 2 menunjukkan contoh histogram dari sebuah citra.



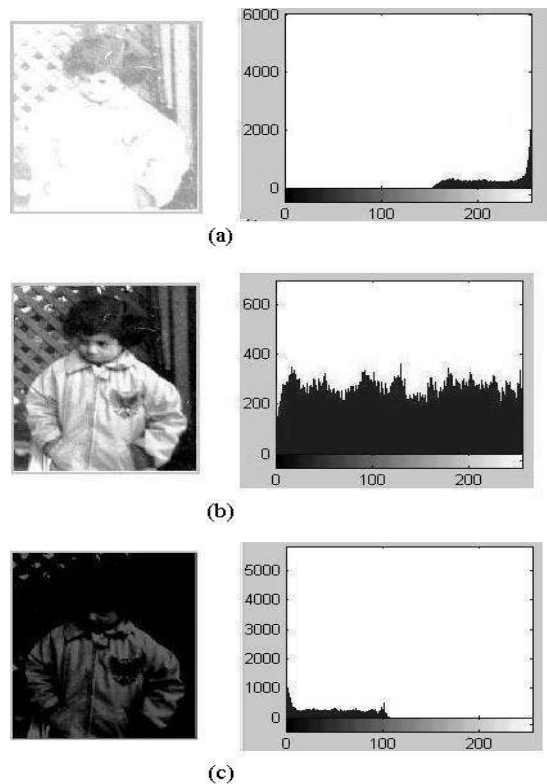
Gambar 6 Citra dan histogramnya

Tinggi dari histogram pada titik tertentu menunjukkan jumlah piksel atau daerah dari citra yang mempunyai tingkat keabuan tersebut.

E. Pengaturan Kontras dan Kecerahan Citra

Pengaturan kontras dan kecerahan yang akan dikemukakan di sini adalah proses pengolahan citra yang menggunakan teknik pemetaan tingkat keabuan melalui pemodelan histogram, yang bertujuan untuk meningkatkan mutu suatu citra melalui perbaikan kontras dan kecerahan. Jenis pengaturan yang pertama menggambarkan perbaikan kontras dan kecerahan dengan teknik ekualisasi histogram (*histogram equalization*), kedua dengan teknik modifikasi histogram ketiga dengan teknik pengaturan intensitas (*intensity adjustment*), dan keempat dengan histogram Gaussian.

Sebelum membahas lebih lanjut mengenai jenis-jenis pengaturan tersebut di atas, lebih dahulu akan disinggung pengertian mengenai kontras dari suatu citra. Kontras suatu citra dapat diterangkan secara singkat melalui Gambar 3. Gambar 3 (a) dikatakan mempunyai kontras yang tidak baik karena terlalu terang, yang dalam istilah fotografi disebut *overexposed*. Pada histogram citra tersebut dapat dilihat bahwa citra hanya menggunakan setengah bagian atas dari daerah tingkat keabuan yang disediakan. Keadaan sebaliknya, yang juga merupakan citra dengan kontras yang kurang baik dapat dilihat pada Gambar 3 (c), dimana citra mengalami *underexposed*. Citra yang mempunyai kontras dan kecerahan cukup baik dapat dilihat pada Gambar 3 (b). Dari histogramnya, tampak bahwa citra yang mempunyai kontras baik ini menggunakan daerah tingkat keabuan secara penuh dengan distribusi piksel yang hampir merata pada setiap harga intensitas piksel. Karakteristik ini tidak dijumpai pada histogram dari Gambar 3 (a) dan 3 (c).



Gambar 3 Pengertian mengenai kontras citra
 (a) Citra mengalami overexposed
 (b) Citra dengan kontras baik
 (c) Citra mengalami underexposed

¹⁾ Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang
²⁾ Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang

F. Ekualisasi Histogram

Dalam penelitian ini digunakan 3 jenis algoritma yaitu:

1. Algoritma 1 (Ekualisasi histogram 1)
 - a. Menghitung histogram citra.
 - b. Menghitung penjumlahan kumulatif ternormalisir dari histogram.
 - c. Memetakan tingkat keabuan citra masukan ke suatu tingkat keabuan citra keluaran.
 - d. Akhir algoritma.
2. Algoritma 2 (Ekualisasi histogram 2)
 - a. Membuat histogram yang diinginkan dengan cara membagi total piksel citra dengan jumlah tingkat keabuan.
 - b. Menormalisasi histogram yang diinginkan dengan cara mengalikan histogram yang diinginkan dengan hasil bagi antara total piksel citra dengan jumlah seluruh komponen histogram yang diinginkan tersebut.
 - c. Menghitung histogram citra yang sebenarnya kemudian melakukan penjumlahan kumulatif dari histogram citra tersebut.
 - d. Menghitung penjumlahan kumulatif dari hasil langkah b.
 - e. Membuat pemetaan ke suatu intensitas citra yang baru dengan meminimalkan selisih antara hasil langkah d dengan hasil langkah c.
 - f. Akhir algoritma.
3. Algoritma 3 (Ekualisasi histogram 3)
 - a. Menghitung histogram citra.
 - b. Membagi histogram citra dengan jumlah seluruh histogram citra.
 - c. Menghitung penjumlahan kumulatif dari hasil langkah b.
 - d. Mengkuantisasi seragam hasil langkah c dengan cara membagi antara selisih dari hasil langkah c dikurangi nilai minimumnya dengan selisih dari satu dikurangi nilai minimum pada langkah c. Kemudian hasilnya dikalikan dengan hasil dari jumlah tingkat keabuan dikurangi satu. Dan hasilnya ditambah 0,5, kemudian dibulatkan.
 - e. Akhir algoritma.

G. Modifikasi Histogram

Modifikasi histogram dapat dibuat dengan 3 jenis algoritma yaitu:

1. Algoritma A (Modifikasi histogram 1)
 - a. Menghitung histogram citra.
 - b. Membagi histogram citra dengan jumlah seluruh histogram citra.
 - c. Memangkatkan hasil langkah b dengan bilangan pecahan dalam penelitian ini digunakan bilangan $\frac{1}{3}$.
 - d. Menghitung penjumlahan kumulatif dari hasil langkah c.
 - e. Menghitung jumlah seluruh hasil pada langkah c.
 - f. Membagi hasil dari langkah d dengan hasil dari langkah e.
 - g. Mengkuantisasi seragam hasil langkah f.
 - h. Akhir algoritma.

2. Algoritma B (Modifikasi histogram 2)
 - a. Menentukan tingkat keabuan citra masukan pada setiap piksel.
 - b. Membuat logaritmik pada masing-masing hasil langkah a yang sudah ditambah satu.
 - c. Mengkuantisasi seragam hasil langkah b.
 - d. Akhir algoritma.
3. Algoritma C (Modifikasi histogram 3)
 - a. Menentukan tingkat keabuan citra masukan pada setiap piksel.
 - b. Memangkatkan masing-masing hasil langkah a dengan bilangan pecahan, dalam penelitian ini digunakan bilangan $\frac{1}{3}$.
 - c. Mengkuantisasi seragam hasil langkah b.
 - d. Akhir algoritma.

H. Pengaturan Intensitas

Berikut adalah algoritma yang digunakan untuk membuat pengaturan intensitas.

1. Menghitung histogram citra masukan.
2. Menghitung penjumlahan kumulatif dari histogram.
3. Membagi hasil langkah 2 dengan histogram total.
4. Menentukan prosentase pemotongan.
5. Menentukan nilai koreksi gamma.
6. Menentukan nilai minimum dari hasil langkah 3 dan hasilnya dipilih yang lebih besar dan paling mendekati dengan prosentase pemotongan, kemudian menentukan nilai maksimum dari hasil langkah 3 dan hasilnya dipilih yang lebih besar dan paling mendekati atau sama dengan $(1 - \text{prosentase pemotongan})$. Sehingga didapatkan nilai minimum dan maksimum.
7. Memotong tingkat keabuan citra yang lebih kecil dari nilai minimum dan lebih besar dari nilai maksimum.
8. Hasil dari langkah 7 dikurangi dengan nilai minimumnya kemudian dibagi dengan (selisih antara nilai maksimum dan minimumnya) dan hasilnya dipangkatkan dengan gamma.
9. Akhir algoritma.

I. Histogram Gaussian

Histogram Gaussian dapat dibuat dengan algoritma sebagai berikut.

1. Membuat histogram yang diinginkan yaitu histogram dengan distribusi Gaussian.
2. Menormalisasi histogram yang diinginkan dengan cara mengalikan histogram yang diinginkan dengan hasil bagi antara total piksel citra dengan jumlah seluruh komponen histogram yang diinginkan tersebut.
3. Menghitung histogram citra yang sebenarnya kemudian melakukan penjumlahan kumulatif dari histogram citra tersebut.
4. Menghitung penjumlahan kumulatif dari hasil langkah 2.
5. Membuat pemetaan ke suatu intensitas citra yang baru dengan memilih jumlah piksel pada hasil langkah 4 yang paling mendekati dengan jumlah piksel pada hasil langkah 3.
6. Akhir algoritma.

¹⁾ Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang

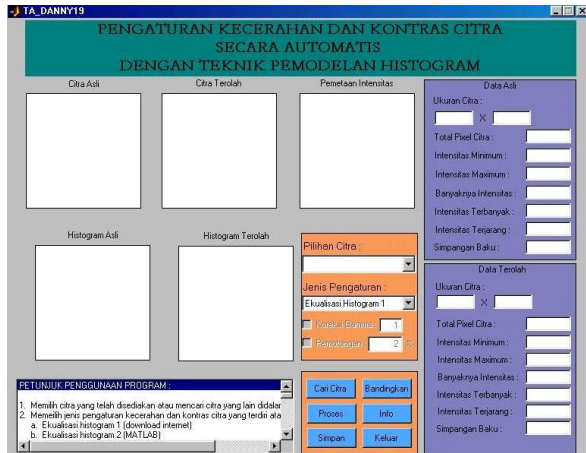
²⁾ Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang

III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK PENGOLAH CITRA

A. Perangkat Lunak Peraga

Perancangan perangkat lunak dengan menggunakan Bahasa komputasi teknis Matlab 6.5 berfungsi untuk mengolah data masukan yang berupa citra beraras keabuan dan menampilkan citra keluaran yang telah diatur kecerahan dan kontrasnya dengan teknik pemodelan histogram.

Bentuk tampilan program peraga pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan Utama Program Peraga.

B. Pembacaan Citra Digital

Sebelum proses pengolahan, citra digital perlu dibaca terlebih dahulu sebagai matriks dengan menggunakan perintah `imread`. Matriks dari proses pembacaan inilah yang akan diolah dalam proses pengolahan citra digital selanjutnya.

Citra yang akan diolah adalah citra keabuan (*gray*), apabila citra masukan adalah citra berwarna (*red green blue*) maka harus diubah dahulu ke bentuk citra keabuan dengan menggunakan perintah `rgb2gray`. Perintah ini mengubah masukan citra berwarna (RGB) menjadi citra keabuan yang dinyatakan dengan matriks $m \times n$. Proses ini tidak berpengaruh terhadap masukan citra keabuan.

C. Pembuatan Histogram Citra

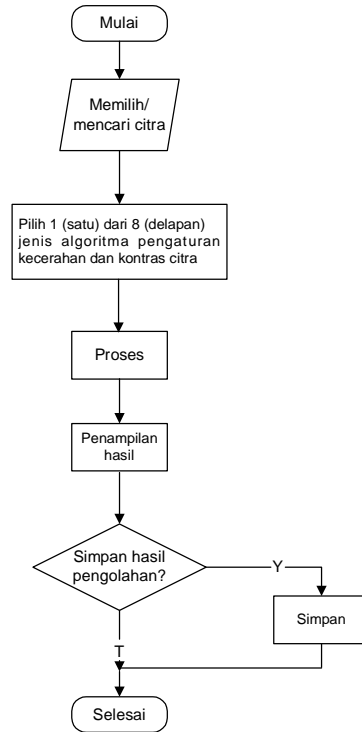
Setelah pembacaan citra proses selanjutnya adalah membuat histogram dari hasil pembacaan citra tersebut. Perintah yang digunakan untuk membuat histogram adalah `imhist`. Dari histogram tersebut dapat diketahui jumlah piksel pada tingkat keabuan tertentu yang selanjutnya akan diolah untuk mendapatkan kecerahan dan kontras yang baik dengan menggunakan delapan jenis algoritma yang telah dijelaskan sebelumnya.

D. Penampilan Citra

Setelah pengolahan citra digital dengan menggunakan delapan jenis algoritma tersebut, kemudian citra hasil pengolahan ditampilkan dengan menggunakan perintah `imshow`.

E. Diagram Alir Perangkat Lunak

Diagram alir perangkat lunak yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.

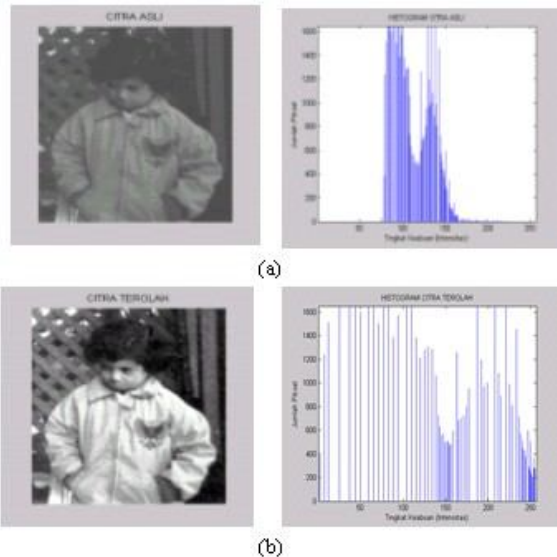


Gambar 5 Diagram alir perangkat lunak pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis

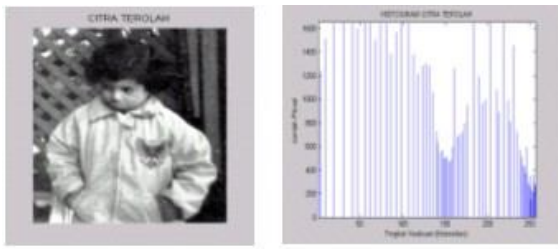
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

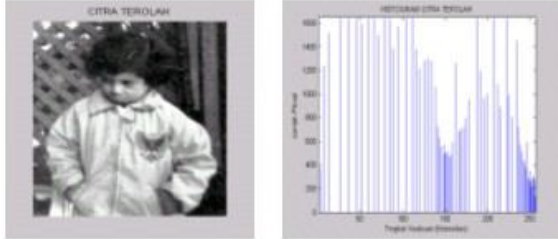
Langkah penelitian yang dilakukan adalah menguji masing-masing jenis pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis. Gambar 6 menunjukkan hasil penelitian dengan delapan jenis pengaturan untuk citra asli yang memiliki kontras rendah.



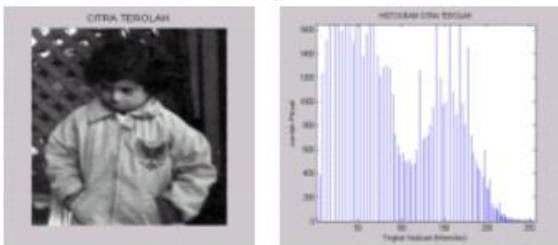
¹⁾ Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang
²⁾ Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang



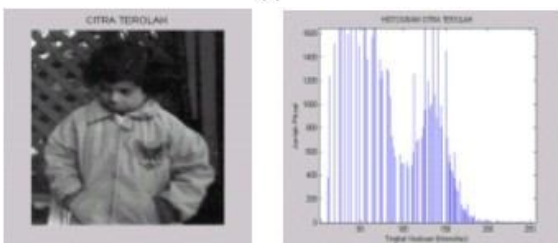
(c)



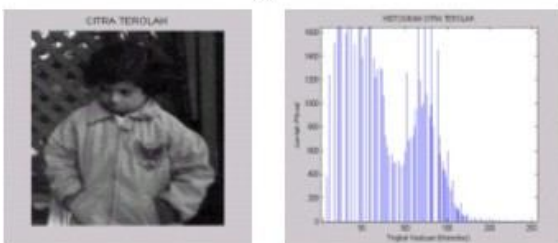
(d)



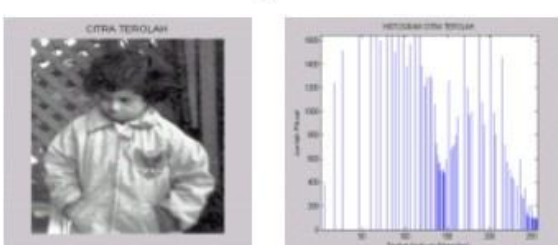
(e)



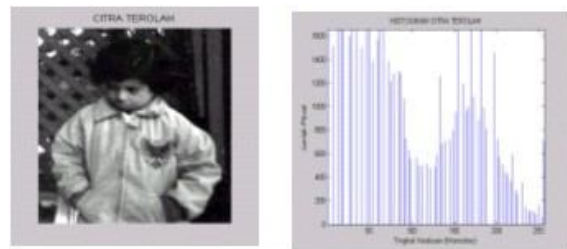
(f)



(g)



(h)



(i)

Gambar 6 Hasil penelitian untuk citra asli dengan kontras rendah

- (a) Citra asli
- (b) Ekualisasi histogram 1
- (c) Ekualisasi histogram 2
- (d) Ekualisasi histogram 3
- (e) Modifikasi histogram 1
- (f) Modifikasi histogram 2
- (g) Modifikasi histogram 3
- (h) Histogram Gaussian
- (i) Pengaturan intensitas

B. Pembahasan

Dengan penelitian yang telah dilakukan dapat dijelaskan bahwa citra yang memiliki kecerahan dan kontras yang baik harus mempunyai kriteria sebagai berikut

- a. Memiliki kisaran dinamis (tingkat keabuan) yang cukup lebar.
- b. Memiliki distribusi piksel yang cukup merata pada kisaran dinamis (tingkat keabuan) tersebut.

Berikut adalah hasil kuesioner pada sejumlah responden (tabel 1 – 5) untuk penilaian terhadap kualitas citra hasil pengaturan kecerahan dan kontras secara otomatis. Penilaian yang digunakan adalah:

- 1 = sangat buruk
- 2 = buruk
- 3 = sedang
- 4 = baik
- 5 = sangat baik

Tabel 1 Penilaian sejumlah responden terhadap semua jenis pengaturan untuk citra asli dengan kontras dan kecerahan yang baik.

Jenis Pengaturan	Penilaian	Kualitas citra menurut rata-rata penilaian responden
Ekualisasi Histogram 1	3,8 *	Baik
Ekualisasi Histogram 2	3,8	Baik
Ekualisasi Histogram 3	3,8	Baik
Modifikasi Histogram 1	4	Baik
Modifikasi Histogram 2	2,2	Buruk
Modifikasi Histogram 3	2,3	Buruk
Histogram Gaussian	4,3	Baik
Pengaturan Intensitas	4,2	Baik

* Dihitung berdasar total penilaian sepuluh responden dibagi dengan jumlah responden (nilai rata-rata penilaian).

Tabel 2 Penilaian sejumlah responden terhadap semua jenis pengaturan untuk citra asli yang terlalu gelap.

Jenis Pengaturan	Penilaian	Kualitas citra menurut rata-rata penilaian responden
Ekualisasi Histogram 1	3,9 *	Baik
Ekualisasi Histogram 2	3,7	Baik
Ekualisasi Histogram 3	3,9	Baik
Modifikasi Histogram 1	3,2	Sedang
Modifikasi Histogram 2	4,3	Baik
Modifikasi Histogram 3	4	Baik
Histogram Gaussian	3,5	Baik
Pengaturan Intensitas	3,8	Baik

* Dihitung berdasar total penilaian sepuluh responden dibagi dengan jumlah responden (nilai rata-rata penilaian).

Tabel 3 Penilaian sejumlah responden terhadap semua jenis pengaturan untuk citra asli yang terlalu terang.

Jenis Pengaturan	Penilaian	Kualitas citra menurut rata-rata penilaian responden
Ekualisasi Histogram 1	2 *	Buruk
Ekualisasi Histogram 2	1,8	Buruk
Ekualisasi Histogram 3	1,9	Buruk
Modifikasi Histogram 1	3,8	Baik
Modifikasi Histogram 2	4,3	Baik
Modifikasi Histogram 3	4,3	Baik
Histogram Gaussian	2,2	Buruk
Pengaturan Intensitas	4,1	Baik

* Dihitung berdasar total penilaian sepuluh responden dibagi dengan jumlah responden (nilai rata-rata penilaian).

Tabel 4 Penilaian sejumlah responden terhadap semua jenis pengaturan untuk citra asli dengan kontras rendah.

Jenis Pengaturan	Penilaian	Kualitas citra menurut rata-rata penilaian responden
Ekualisasi Histogram 1	4 *	Baik
Ekualisasi Histogram 2	4,1	Baik
Ekualisasi Histogram 3	4,3	Baik
Modifikasi Histogram 1	2,9	Sedang
Modifikasi Histogram 2	2,8	Sedang
Modifikasi Histogram 3	2,6	Sedang
Histogram Gaussian	3,4	Sedang
Pengaturan Intensitas	3,1	Sedang

* Dihitung berdasar total penilaian sepuluh responden dibagi dengan jumlah responden (nilai rata-rata penilaian).

Tabel 5 Penilaian sejumlah responden terhadap semua jenis pengaturan untuk citra asli dengan kontras tinggi.

Jenis Pengaturan	Penilaian	Kualitas citra menurut rata-rata penilaian responden
Ekualisasi Histogram 1	3,7 *	Baik
Ekualisasi Histogram 2	3,7	Baik
Ekualisasi Histogram 3	3,8	Baik
Modifikasi Histogram 1	4,1	Baik
Modifikasi Histogram 2	3,3	Sedang
Modifikasi Histogram 3	3,8	Baik
Histogram Gaussian	3,5	Baik
Pengaturan Intensitas	3,7	Baik

* Dihitung berdasar total penilaian sepuluh responden dibagi dengan jumlah responden (nilai rata-rata penilaian).

Dengan melihat hasil kuesioner terhadap sejumlah responden dalam memberikan penilaian untuk kualitas citra hasil semua jenis pengaturan, maka dapat dijelaskan sebagai berikut.

Untuk citra asli yang sudah memiliki kecerahan dan kontras yang baik dapat diatur kecerahan dan kontrasnya supaya lebih baik dengan menggunakan enam jenis pengaturan yaitu: ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2, ekualisasi histogram 3, modifikasi histogram 1, histogram Gaussian, dan pengaturan intensitas.

Untuk citra asli yang terlalu gelap dapat diatur kecerahan dan kontrasnya supaya lebih baik dengan menggunakan tujuh jenis pengaturan yaitu: ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2, ekualisasi histogram 3, modifikasi histogram 2, modifikasi histogram 3, histogram Gaussian, dan pengaturan intensitas.

Untuk citra asli yang terlalu terang dapat diatur kecerahan dan kontrasnya supaya lebih baik dengan menggunakan empat jenis pengaturan yaitu: modifikasi histogram 1, modifikasi histogram 2, modifikasi histogram 3, dan pengaturan intensitas.

Untuk citra asli dengan kontras rendah dapat diatur kecerahan dan kontrasnya supaya lebih baik dengan menggunakan tiga jenis pengaturan yaitu: ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2 dan ekualisasi histogram 3.

Untuk citra asli dengan kontras tinggi dapat diatur kecerahan dan kontrasnya supaya lebih baik dengan menggunakan tujuh jenis pengaturan yaitu: ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2, ekualisasi histogram 3, modifikasi histogram 1, modifikasi histogram 3, histogram Gaussian, dan pengaturan intensitas.

Dengan melihat semua hasil pengolahan untuk lima jenis citra asli yang memiliki karakteristik berbeda, dapat diambil kesimpulan bahwa jenis pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis yang paling banyak memiliki hasil pengolahan citra dengan kualitas yang baik adalah modifikasi histogram 1 dan pengaturan intensitas.

¹⁾ Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang

²⁾ Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian dapat dibuktikan bahwa kriteria citra yang memiliki kecerahan dan kontras yang baik adalah:
 - a. Memiliki kisaran dinamis (tingkat keabuan) yang cukup lebar.
 - b. Memiliki distribusi piksel yang cukup merata pada kisaran dinamis tersebut.
2. Ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2, ekualisasi histogram 3, modifikasi histogram 1, histogram Gaussian, dan pengaturan intensitas, menghasilkan citra dengan kualitas yang baik pada citra asli yang sudah memiliki kecerahan dan kontras yang baik.
3. Ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2, ekualisasi histogram 3, modifikasi histogram 2, modifikasi histogram 3, histogram Gaussian, dan pengaturan intensitas, menghasilkan citra dengan kualitas yang baik pada citra asli yang terlalu gelap.
4. Modifikasi histogram 1, Modifikasi histogram 2, modifikasi histogram 3, dan pengaturan intensitas, menghasilkan citra dengan kualitas yang baik pada citra asli yang terlalu terang.
5. Ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2, dan ekualisasi histogram 3, menghasilkan citra dengan kualitas yang baik pada citra asli dengan kontras rendah.
6. Ekualisasi histogram 1, ekualisasi histogram 2, ekualisasi histogram 3, modifikasi histogram 1, modifikasi histogram 3, histogram Gaussian, dan pengaturan intensitas, menghasilkan citra dengan kualitas yang baik pada citra asli dengan kontras tinggi.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengembangkan aplikasi pengaturan kecerahan dan kontras citra secara otomatis dengan menggunakan metode yang lain seperti tapis homomorfik, modifikasi adaptif dari kontras dan luminansi lokal.
2. Perlu pengembangan lebih lanjut supaya program ini dapat digunakan untuk mengatur kecerahan dan kontras secara otomatis pada citra bergerak dan citra berwarna (*colour image*).
3. Penggunaan bahasa pemrograman lain dapat dijadikan alternatif untuk membuat program ini misalnya dengan menggunakan Visual Basic, Delphi, atau C++.



Danny Ibrahim Lahir di Semarang pada tanggal 4 November 1981 bertempat tinggal di Jalan Ratu Ratih I No 11 Semarang. Saat ini sedang menyelesaikan Tugas Akhir pada program S1 di Universitas Diponegoro jurusan teknik elektro konsentrasi Elektronika Telekomunikasi.

Pendidikan yang telah diselesaikan antara lain SD Negeri Kabluk II Semarang Jawa Tengah lulus tahun 1994, SMP Negeri 15 Semarang Jawa Tengah lulus tahun 1997, SMU Negeri 3 Semarang Jawa Tengah lulus tahun 2000.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.
NIP. 132 288 515

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Jain, A. K., "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall, New Delhi, 1995.
- [2]. Lim, J. S., "Two-Dimensional Signal and Image Processing", Prentice Hall International Inc., 1990.
- [3]. Murni, A., "Pengantar Pengolahan Citra", PT Elek Medi Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 1992.
- [4]. Russ, J. C., "The Image Processing Handbook", CRC Press Inc., 1994.
- [5]. MATLAB, v. 6.5, The MathWorks, Inc., Natick, MA., 2002.

¹⁾ Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang

²⁾ Dosen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang