

Perbaikan Citra Inframerah dengan Metode *Divide-Conquer* dan Metode *Histogram Equalization* (*Infrared Image Enhancement Using Divide-Conquer and Histogram Equalization*)

Dinda Septika Kaesardi, Abduh Riski, Ahmad Kamsyakawuni
Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember (UNEJ)
Jurusan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: kaesardi@gmail.com, riski.fmipa@unej.ac.id

Abstrak

CCTV (*Closed Circuit Television*) atau kamera pengawas yang berbasis inframerah banyak dijumpai di tempat-tempat umum seperti persimpangan jalan, perkantoran, pertokoan, dll. Inframerah merupakan suatu radiasi elektromagnetik yang di dalam kamera CCTV berfungsi untuk mengadaptasi gambar dalam keadaan kurang cahaya menjadi terlihat oleh mata dalam mode *grayscale*. Namun, citra inframerah ini mengalami sedikit derau (*noise*), kurang tajam, kabur, dsb. Sehingga diperlukan suatu proses perbaikan citra. Penelitian ini akan membahas perbandingan metode *Histogram Equalization* dan *Divide-Conquer*, kemudian kedua citra hasil dibandingkan berdasarkan visual dan Linear Index of Fuzziness. Berdasarkan hasil penelitian, metode *Divide-Conquer* menghasilkan kualitas citra yang lebih baik secara visual ataupun dengan *Linear Index of Fuzziness* dibanding dengan *Histogram Equalization*. Jika dengan dibandingkan dengan citra asli, kedua metode menghasilkan citra yang lebih baik. Namun, hasil citra *Histogram Equalization* lebih terang sehingga ada beberapa detail citra yang hilang.

Kata Kunci: Perbaikan citra, citra inframerah, *Histogram Equalization*, *Divide-Conquer*, *Linear Index of Fuzziness*.

Abstract

CCTV (*Closed Circuit Television*) or infrared-based surveillance cameras are common in public places such as crossroads, offices, shops, etc. Infrared is an electromagnetic radiation that in CCTV cameras serves to adapt images in low light to be visible to the eye in grayscale mode. However, this infrared image experiences less noise, less sharpness, blur, etc. So we need an image improvement process. This study will discuss the comparison of *Histogram Equalization* and *Divide-Conquer* methods, then both imagery results are compared by visual and Linear Index of Fuzziness. Based on the results of the research, the *Divide-Conquer* method produces better visual image quality or with Linear Index of Fuzziness compared with *Histogram Equalization*. If compared with the original image, both methods produce a better image. However, the *Histogram Equalization* image is brighter resulting in some missing image detail.

Keywords: Image Enhancement, Infrared image, *Histogram Equalization*, *Divide-Conquer*, *Linear Index of Fuzziness*.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin maju memberikan dampak besar bagi kehidupan manusia. Salah satunya yaitu kamera, CCTV (*Closed Circuit Television*) atau kamera pengawas yang banyak di jumpai yaitu di persimpangan jalan, perkantoran, pertokoan, sekolah dan lain-lain dengan berbasis inframerah. Inframerah merupakan suatu radiasi elektromagnetik yang di dalam kamera CCTV berfungsi untuk mengadaptasi gambar dalam keadaan kurang cahaya yang tidak bisa ditangkap oleh pandangan manusia atau dengan kamera bisa menjadi tampak dalam mode *grayscale*. Perbaikan kualitas diperlukan karena seringkali citra yang diuji mempunyai kualitas yang buruk, salah satunya yaitu pada citra inframerah tersebut.

Penelitian yang telah membahas perbaikan citra inframerah, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Zhang, dkk. [1] dengan menggabungkan dari *Histogram Equalization* dan *image fusion* untuk memperbaiki citra inframerah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Sun dkk. [2] yaitu memperbaiki citra inframerah menggunakan fungsi *S-curve* eksponensial.

Berdasarkan hasil dari kedua penelitian di atas, penulis tertarik untuk melakukan perbaikan citra inframerah menggunakan metode *Divide-Conquer* berbasiskan pada fungsi *S-curve* yang hasilnya nanti akan dibandingkan dengan menggunakan *Histogram Equalization*. Dari metode tersebut diharapkan dapat meningkatkan kontras dan perbaikan detail objek pada citra lebih baik.

Histogram Equalization

Histogram Equalization adalah proses perataan histogram citra dengan cara mengubah nilai keabuan suatu *pixel* menjadi nilai keabuan baru yang berbeda dari aslinya melalui suatu proses transformasi [3].

Langkah-langkah metode *Histogram Equalization* sebagai berikut:

- menghitung histogram atau frekuensi setiap nilai keabuan.
- menormalisasi setiap frekuensi.
- menghitung penjumlahan kumulatif.
- memetakan tingkat keabuan citra masukan ke suatu tingkat keabuan citra keluaran.

Divide-Conquer

Divide-Conquer merupakan sebuah metode yang bekerja dengan cara membagi sebuah masalah menjadi

beberapa subbab. Selanjutnya dari masing-masing subbab dikerjakan menggunakan metode-metode tertentu. Setelah ditemukan penyelesaian dari masing-masing subbab dilakukan penggabungan dari hasil tersebut. Ditemukanlah penyelesaian dari sebuah masalah itu [4]. Pada perbaikan citra membagi citra menjadi dua bagian yaitu *base layer* dan *detail layer*.

Bilateral Filtering

Metode *bilateral filtering* ini didefinisikan sebagai rata-rata pixel terdekat dengan suatu pembobotan, dimana diproses melalui proses konvolusi yang mirip dengan konvolusi *Gaussian*. *Bilateral filtering* membagi citra asli menjadi dua bagian, yaitu citra dasar dan citra detail. Citra dasar merupakan citra dengan *low frequency* sedangkan citra dengan *high frequency* [2]. Untuk mendapatkan citra dasar dapat menggunakan,

$$I(x, y)^{BL} = \frac{1}{W(x, y)} \sum_{(x', y') \in S} G_{\sigma_s}(x-x', y-y') G_{\sigma_r}(x-x', y-y')$$

dengan,

$$W(x, y) = \sum_{(x', y') \in S} G_{\sigma_s}(x-x', y-y') G_{\sigma_r}(x-x', y-y')$$

$$G_{\sigma_s}(x-x', y-y') = \exp \left(\frac{-(x-x')^2 + (y'-y)^2}{2 * \sigma_s^2} \right)$$

$$G_{\sigma_r}(x-x', y-y') = \exp \left(\frac{-(I(x', y') - I(x, y))^2}{2 * \sigma_r^2} \right)$$

dimana G_{σ_s} digunakan untuk memperhalus citra, G_{σ_r} digunakan untuk mencegah proses filter keluar dari tingkat keabuan, σ_s adalah standar varian dari jarak spasial yang disebut faktor jarak spasial, σ_r adalah standar varian dari perbedaan derajat keabuan yang disebut persamaan faktor keabuan.

Selanjutnya citra detail (*detail layer*), didapatkan dari citra awal ($I(x, y)$) dikurangi dengan hasil dari citra dasar (*base layer*) ($I(x, y)^{BL}$),

$$I(x, y)^{DL} = I(x, y) - I(x, y)^{BL}$$

Linear Mapping

Linear mapping dalam pemrosesan citra diartikan sebagai suatu metode pemetaan nilai keabuan dalam suatu interval keabuan ke dalam interval keabuan baru secara linear.

Pertama, menghitung histogram dari citra dasar (*base layer*). Selanjutnya, dihitung komulatif frekuensi dari kedua ujung yaitu gelap (ρ) dan terang (255) hingga mencapai threshold (τ) atau batas ambang yang ditentukan untuk menentukan nilai min dan max.

$$H(0) + H(1) + \dots + H(\text{min}) \geq T$$

$$H(L-1) + H(L-2) + \dots + H(\text{max}) \geq T$$

Nilai min diambil dari nilai keabuan terkecil sedangkan nilai max diambil dari nilai keabuan terbesar. Dengan syarat $0 < i_{\min} \leq i_{\max} \leq L$.

Metode S-curve

S-curve merupakan sebuah kurva yang berbentuk menyerupai huruf S yang memiliki *range* antara 0 sampai 1.

S-curve berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linier. Dimana dalam perbaikan citra, kenaikan dan penurunan ini ada kaitannya dengan nilai maksimum dan minimum dari derajat keabuan. Selain itu, keanggotaan *S-curve* akan tertumpu pada dari nilai keanggotaannya yang sering disebut dengan titik infleksi. Titik infleksi merupakan sebuah nilai simetris dari derajat keabuan [5]. Pertama, menormalisasi derajat keabuan dari citra dasar (*detail layer*)

$$J^{DL}(x, y) = \frac{255 \times I^{DL}(x, y) - \text{min}}{\text{max} - \text{min}}$$

selanjutnya, menghitung $I'^{DL}(x, y)$

$$I'(x, y)^{DL} = \begin{cases} \frac{255 \times \frac{a^{I(x, y)} - 1}{a^{0.5} - 1}}{255 \times 0.5 \times \left(\frac{1 - a^{(1 - \frac{I(x, y)}{255})}}{a^{0.5} - 1} + 2 \right)} & 0 \leq I(x, y) \leq 127 \\ \frac{255 \times 0.5 \times \left(\frac{1 - a^{(1 - \frac{I(x, y)}{255})}}{a^{0.5} - 1} + 2 \right)}{255 \times \frac{a^{I(x, y)} - 1}{a^{0.5} - 1}} & 127 < I(x, y) \leq 255 \end{cases}$$

Linear Weighting

Metode *Linear Weighting* merupakan suatu fungsi yang setiap variabelnya diboboti dengan faktor pembobot, dimana penjumlahan dari nilai faktor pembobot bernilai satu.

$$I'(x, y) = \alpha \cdot I'(x, y)^{DL} + (1 - \alpha) \cdot I'(x, y)^{BL}$$

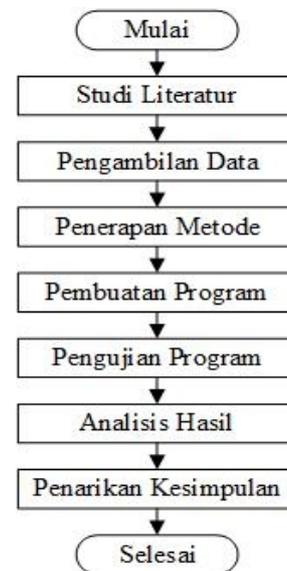
α , bernilai antar 0 hingga 1

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data berupa citra dengan kedalaman 8 bit sebanyak sepuluh citra inframerah. Citra tersebut terdiri atas bermacam-macam citra dengan variasi objek. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diambil dari: Soonmin Hwang, Jaesik Park, Namil Kim, Yukyung Choi and In So Kweon, Multispectral Pedestrian Detection: Benchmark Dataset and Baseline, CVPR, 2015.

Peneliti menggunakan *software* MATLAB 2015b untuk membangun aplikasi perbaikan citra inframerah.

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dengan *flowchart* berikut :



Gambar 1. *Flowchart* langkah-langkah penelitian

Langkah-langkah perbaikan citra inframerah dengan metode Divide-Conquer dalam penelitian ini adalah:

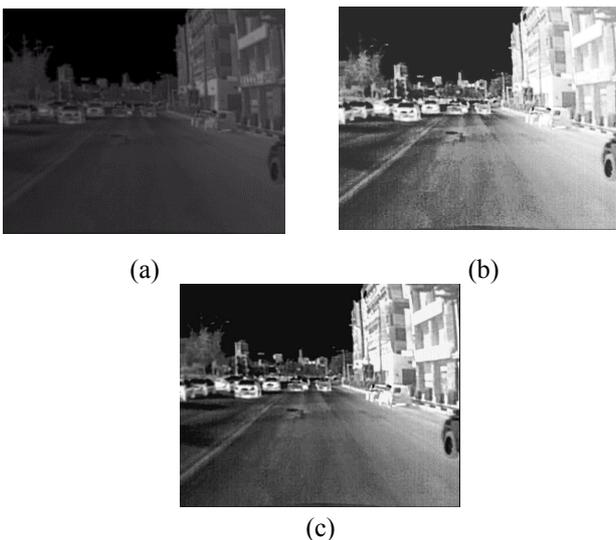
- a. masukkan citra I yang akan diproses.
- b. membagi citra menggunakan *Bilateral Filtering* didapat citra dasar dan citra detail.
- b. menormalisasi citra dasar menggunakan *Linear mapping*.
- c. menormalisasi skala keabuan citra detail dan selanjutnya disubstitusikan pada rumus transformasi fungsi *S-curve*.
- d. menggabungkan perbaikan dari citra dasar dan citra detail menggunakan metode *Linear Weighting* dengan mengalikan pada suatu bobot tertentu dengan rentang $0-1$



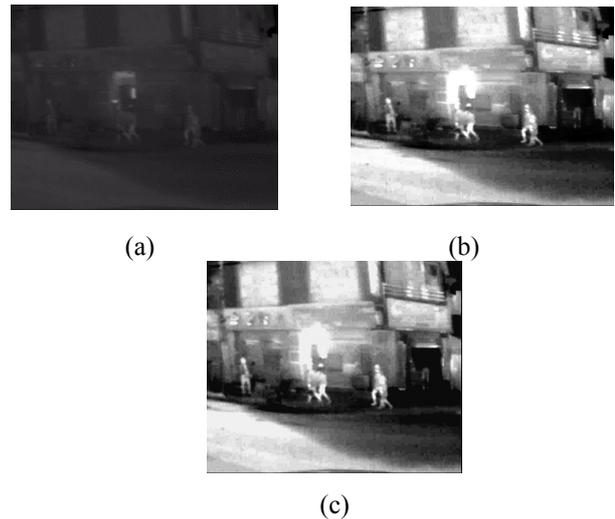
Gambar 2. Desain sistem perbaikan citra

HASIL DAN PEMBAHASAN

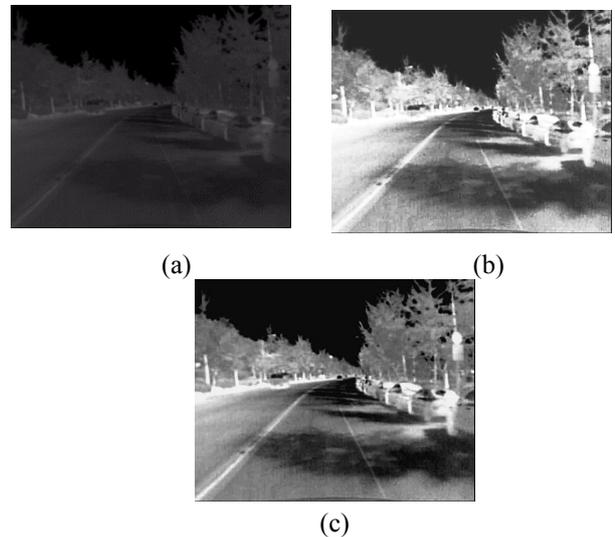
Derikut adalah citra-citra hasil perbaikan dari citra inframerah yang digunakan.



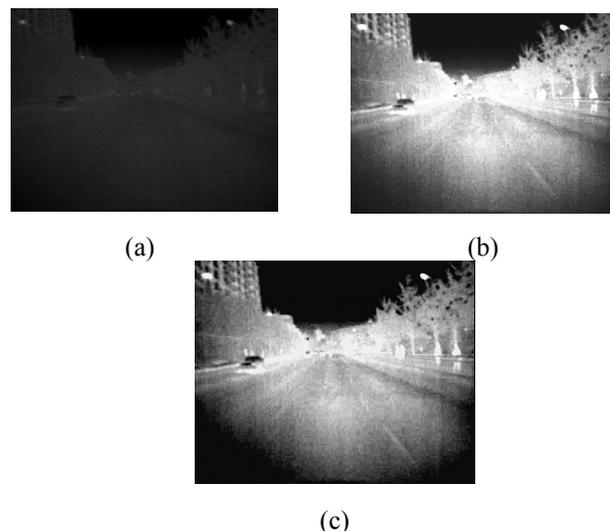
Gambar 3. Image1.jpg, (a) citra asli (b) citra hasil *Histogram Equalization* (c) citra hasil *Divide-Conquer*



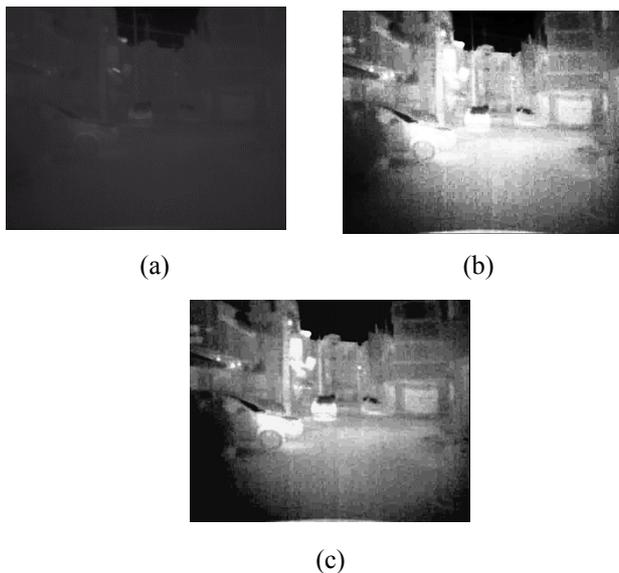
Gambar 4. Image2.jpg, (a) citra asli (b) citra hasil *Histogram Equalization* (c) citra hasil *Divide-Conquer*



Gambar 4. Image3.jpg, (a) citra asli (b) citra hasil *Histogram Equalization* (c) citra hasil *Divide-Conquer*



Gambar 4. Image7.jpg, (a) citra asli (b) citra hasil *Histogram Equalization* (c) citra hasil *Divide-Conquer*



Gambar 4. Image8.jpg, (a) citra asli (b) citra hasil *Histogram Equalization* (c) citra hasil *Divide-Conquer*

Tabel 1. Hasil program pada beberapa citra dengan $\sigma_s=0,2$, $\sigma_r=8$, $a=7$, dan $\alpha=0,1$

No	Citra Asli	Citra hasil HE	Citra hasil DC
1	image1.jpg $T_1=20$ dan $T_2=5$	$\gamma=0,404$	$\gamma=0,304$
2	Image2.jpg $T_1=8$ dan $T_2=8$	$\gamma=0,395$	$\gamma=0,372$
3	Image3.jpg $T_1=20$ dan $T_2=2$	$\gamma=0,403$	$\gamma=0,363$
4	Image4.jpg $T_1=20$ dan $T_2=2$	$\gamma=0,398$	$\gamma=0,355$
5	Image5.jpg $T_1=25$ dan $T_2=1$	$\gamma=0,410$	$\gamma=0,25$
6	Image6.jpg $T_1=25$ dan $T_2=3$	$\gamma=0,410$	$\gamma=0,373$
7	Image7.jpg $T_1=23$ dan $T_2=2$	$\gamma=0,398$	$\gamma=0,376$
8	Image8.jpg $T_1=15$ dan $T_2=2$	$\gamma=0,395$	$\gamma=0,366$
9	Image9.jpg $T_1=30$ dan $T_2=3$	$\gamma=0,420$	$\gamma=0,362$
10	Image10.jpg $T_1=27$ dan $T_2=2$	$\gamma=0,408$	$\gamma=0,359$

Dilihat secara visual, citra hasil dari metode *Histogram Equalization* terlihat lebih terang, sehingga ada beberapa bagian dari citra asli yang hilang saat diperbaiki dengan metode ini. Metode *Divide-Conquer* menghasilkan citra yang lebih baik, hal ini dilihat dari kontras, pencahayaan dan noise. Tampak jelas sekali bahwa citra hasil metode ini memiliki kontras yang cukup baik didukung dengan pencahayaan yang cukup artinya tidak terlalu terang dan

terlalu gelap. Bahkan detail atau bagian dari citra asli pun masih dipertahankan. Citra yang dihasilkan pada metode *Divide-Conquer* ini juga terlihat lebih halus dan tetap jelas. Namun untuk citra yang terlalu gelap, hasil dari perbaikan citra untuk kedua metode masih terdapat warna atau efek gelap yang muncul pada bagian pojok atau tepian citra (*vignette*) dapat dilihat pada hasil image7.jpg dan image8.jpg.

Berdasarkan hasil perbaikan tersebut, hasil Linear Index of Fuzziness dari metode *Divide-Conquer* lebih kecil dibandingkan dengan metode *Histogram Equalization*.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal di bawah ini:

- Citra asli apabila dibandingkan dengan kedua metode, HE dan DC memiliki perbaikan citra yang baik namun metode HE terlihat lebih terang sehingga menyebabkan beberapa detail objek pada citra tidak lagi terlihat.
- Perbandingan kualitas citra antara hasil dari metode HE dan DC lebih baik citra hasil dari DC. Pada metode HE muncul *noise* pada citra. Dilihat dari hasil *Linear Index of Fuzziness*, hasil dari DC lebih kecil dari HE. Itu artinya kualitas citra DC lebih baik dibandingkan dengan HE.

SARAN

Penulis menyarankan kepada peneliti selanjutnya untuk meneliti lebih lanjut tentang *Divide-Conquer* dengan menambahkan modifikasi pada metode *S-curve* agar pada citra inframerah yang terlalu gelap tidak terlihat lagi warna atau efek gelap yang muncul pada bagian pojok atau tepian citra (*vignette*).

DAFTAR PUSTAKA

- Zhang, F., D.B. Wang dan S.Q. Liu. 2009. IR Image Enhancement Based on Joint Histogram Equalization with Image Fusion. 30:632-635.
- Sun, L., J. Wang dan S. Lhi. 2017. A New Infrared Image Enhancement Algorithm. *Chinese Control And Decision Conference (CCDC)*.29:421-424.
- Munir, R. 2004. *Diktat kuliah Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Departemen Teknik Informatika ITB.
- Rosen, K. H. 2012. *Discrete Mathematics and Its Applications 7th edition*. New York: McGraw-Hill.
- Gandhamal, A., S. Talbar, S. Gajre, A. Fadzil dan D. Kumar. 2017. Local Gray Level S-Curve Transformation-A Generalized Contrast Enhancement Technique for Medical Image. *Computers in Biology and Medicine*. S0010-4825(17): 30051-30053.