

PENINGKATAN KUALITAS CITRA PADA SISTEM VISUALISASI PEMBULUH DARAH VENA

Lory Inggi ^{*)}, Iwan Sugihartono, Riser Fahdiran

Jurusan Fisika, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam Dan Matematika, Universitas Negeri Jakarta
Jl. Pemuda No.10 Rawamangun, Jakarta Timur 13220

^{*)} Email: LORY-INGGI@mahasiswa.unj.ac.id

Abstrak

Tenaga medis seringkali mengalami kesulitan dalam menemukan pembuluh darah vena pasien yang obesitas, memiliki luka bakar, dan anak-anak atau bayi, sehingga diperlukan alat penunjang untuk dapat mengetahui letak pembuluh darah dengan tepat. Pencitraan near-infrared dapat digunakan untuk memvisualisasikan pembuluh darah vena dengan memanfaatkan sifat optik pada jaringan dan darah. Namun saat proses pencitraan, pengaturan perangkat keras dapat menurunkan kualitas citra yang dihasilkan. Pada penelitian ini akan dilakukan peningkatan kualitas citra pembuluh darah vena menggunakan gabungan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan *Histogram Equalization* (HE), pengolahan citra dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan *library* OpenCV. Citra hasil pengolahan kemudian dianalisis kualitasnya dengan metode Statistik Representasi Visual (SRV) berdasarkan nilai rata-rata dan nilai standar deviasi citra. Dari hasil analisis, citra pembuluh darah vena yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dengan tingkat kecerahan dan kontras sesuai dengan kriteria metode SRV.

Kata kunci: *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*, *Histogram Equalization*, Statistik Representasi Visual, pembuluh darah vena

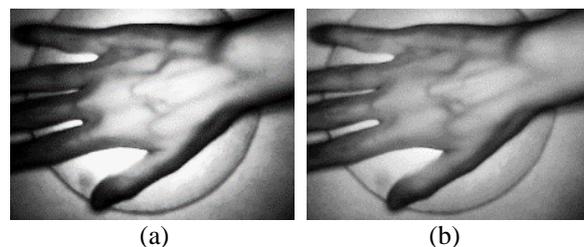
1. Pendahuluan

Dalam dunia medis, *venipuncture* dan injeksi intravena sering dilakukan untuk berbagai tujuan, antara lain seperti untuk infus, transfusi darah, dan pengambilan darah untuk pemeriksaan laboratorium. Namun, seringkali tenaga medis mengalami kesulitan dalam menemukan pembuluh vena pasien, hal ini dapat terjadi pada pasien yang obesitas atau kegemukan, memiliki luka bakar, atau memiliki pembuluh darah kecil seperti pada anak-anak dan bayi [1]. Kemampuan indera peraba dan penglihatan yang digunakan untuk menentukan letak pembuluh darah sangat terbatas, sehingga diperlukan alat penunjang untuk dapat mengetahui letaknya dengan tepat.

Pencitraan near-infrared dapat digunakan untuk memvisualisasikan pembuluh darah vena, dengan menyinari daerah yang diinginkan dengan sumber cahaya infrared kemudian memanfaatkan sifat optik (refleksi, transmisi, dan absorpsi) oleh jaringan kulit dan darah [2]. Namun pada saat proses pencitraan, pengaturan perangkat keras dapat menurunkan kualitas citra. Penurunan kualitas citra disebabkan oleh variasi dalam pencahayaan dan kondisi kamera, *optical blurring* dan keburaman lainnya karena hamburan cahaya pada kulit [3]. Untuk mengatasi keterbatasan ini, penelitian tentang peningkatan kualitas citra telah banyak dilakukan sebelumnya. Namun sebagian besar metode tersebut digunakan untuk sistem pengenalan pola pembuluh darah yang memiliki tahap lebih banyak dengan waktu

pemrosesan lebih lama sehingga kurang cocok jika akan digunakan pada sistem visualisasi yang bersifat *real time*. Maka pada penelitian ini akan dilakukan peningkatan kualitas citra menggunakan gabungan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan *Histogram Equalization* (HE) untuk diterapkan pada sistem visualisasi pembuluh darah vena.

Histogram Equalization biasa digunakan untuk meningkatkan kualitas citra, namun peningkatan kontras dilakukan secara global sehingga dapat menutupi detail citra karena peningkatan kontras yang berlebihan. Dengan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* yang memfokuskan pada area lokal dan dengan adanya nilai *clip limit* dapat memberikan peningkatan kontras yang lebih optimal untuk seluruh bagian citra sehingga detail citra lebih terlihat.



Gambar 1. Hasil pengolahan citra menggunakan (a) *Histogram Equalization* dan (b) *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*

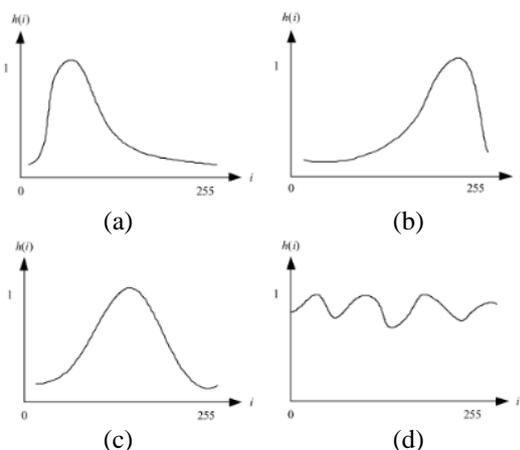
1.1. Histogram Equalization (HE) dan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)

Tujuan Histogram Equalization adalah untuk menghasilkan histogram citra yang seragam. Histogram hasil ekualisasi tidak akan sama untuk seluruh intensitas. Teknik ini hanya melakukan distribusi ulang terhadap distribusi intensitas dari histogram awal. Jika histogram awal memiliki beberapa puncak dan lembah maka histogram hasil ekualisasi akan tetap memiliki puncak dan lembah, tetapi akan digeser sehingga histogram hasil ekualisasi lebih disebarkan. Sedangkan ekualisasi histogram adaptif pada dasarnya sama dengan ekualisasi histogram sebelumnya. Hanya saja pada ekualisasi histogram adaptif, citra dibagi menjadi blok-blok (*sub-image*), kemudian pada setiap blok dilakukan proses ekualisasi histogram. Ukuran blok dapat bervariasi dan akan memberikan hasil yang berbeda.[4]

Peningkatan kontras yang berlebihan pada ekualisasi histogram adaptif kemudian diatasi dengan menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)*, yaitu dengan memberikan nilai batas maksimum tinggi suatu histogram yang disebut dengan *clip limit*. Histogram diatas nilai *clip limit* dianggap kelebihan, dan akan didistribusikan ke area sekitar di bawah clip limit, sehingga histogram merata.[5]

1.2. Histogram Citra

Histogram citra adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai intensitas pixel dari suatu citra. Puncak histogram menunjukkan intensitas pixel yang dominan, sedangkan lebar dari puncak menunjukkan rentang kontras citra. Citra yang terlalu terang atau terlalu gelap memiliki histogram yang sempit, histogramnya terlihat hanya menggunakan sebagian dari skala derajat keabuan. Sedangkan citra yang baik memiliki histogram yang mengisi skala derajat keabuan secara penuh dengan distribusi yang merata pada setiap nilai intensitas pixel.[6]



Gambar 2. Histogram (a) citra gelap, (b) citra terang, (c) citra bagus (kecerahan normal), (d) citra bagus dan kontras tinggi.

1.3. Statistik Representasi Visual (SRV)

Secara umum, kecerahan citra dapat diukur dengan nilai rata-rata ($\mu=I_f$), sedangkan kontras citra diukur dengan nilai simpangan baku atau standar deviasi (σ_f). Citra dengan representasi visual yang baik mempunyai nilai rata-rata antara 100–200 dan standar deviasi antara 40–80.

$$I_f(i, j) = \frac{1}{(2P + 1)(2Q + 1)} \sum_{m=i-P}^{i+P} \sum_{n=j-Q}^{j+Q} f(m, n) \quad (1)$$

$$\sigma_f = \frac{1}{(2P + 1)(2Q + 1)} \sum_{m=i-P}^{i+P} \sum_{n=j-Q}^{j+Q} [f(m, n) - I_f(i, j)]^2 \quad (2)$$

Dengan $(2P+1)(2Q+1)$ adalah lebar dari window yang dianalisis. [7]

2. Metode Penelitian

2.1. Pembuatan Perangkat Keras Pencitraan

a. Mode Pencitraan Infrared

Mode pencitraan yang digunakan adalah mode *hybrid*, yaitu merupakan gabungan mode refleksi dan transmisi. Mode pencitraan *hybrid* menghasilkan kualitas citra dengan kontras yang lebih tinggi dibanding mode refleksi. Sementara untuk mode transmisi, walaupun menghasilkan kontras tinggi, terdapat perbedaan kontras antar area pada citra.[8]

b. Sumber Pencahayaan Infrared

Karena digunakan mode pencitraan *hybrid*, maka dibutuhkan dua sumber pencahayaan yang terdiri dari dua bentuk susunan LED infrared, yaitu susunan LED berbentuk dua buah lingkaran menggunakan 26 LED, dan tiga lingkaran menggunakan 32 LED.

c. Modifikasi Webcam

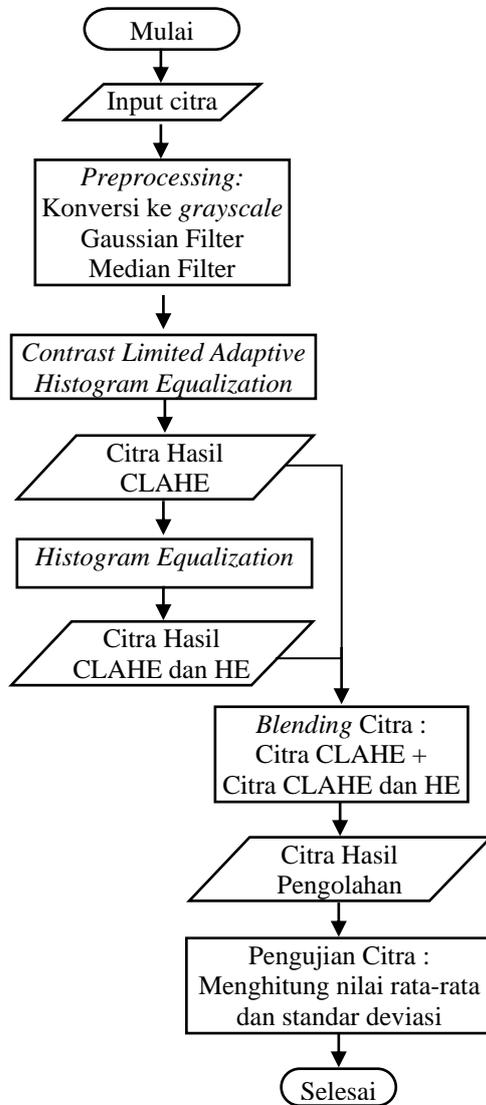
Dibagian tengah susunan LED dua lingkaran dipasang sebuah *webcam* untuk akuisisi citra. *Webcam visible* yang digunakan tidak dapat menangkap citra infrared karena memiliki filter infrared di bagian depan lensanya, sehingga filter tersebut dikeluarkan dan diganti dengan *negative film* yang tidak terpakai untuk memfilter cahaya tampak.



Gambar 3. Perangkat pencitraan pembuluh darah vena.

2.2. Pengolahan Citra dan Pengujian

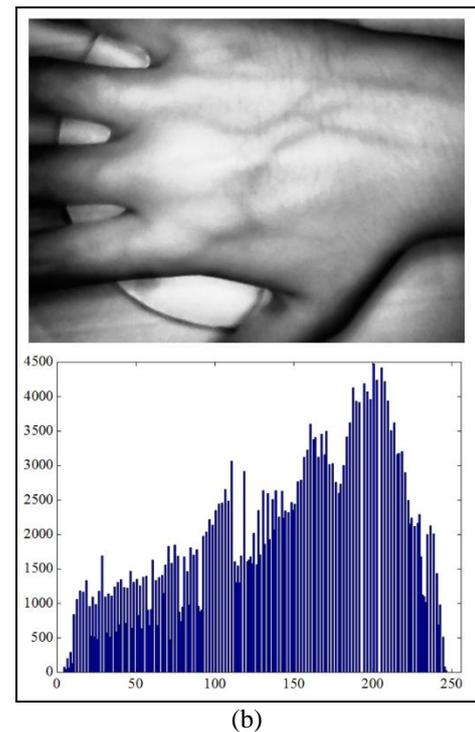
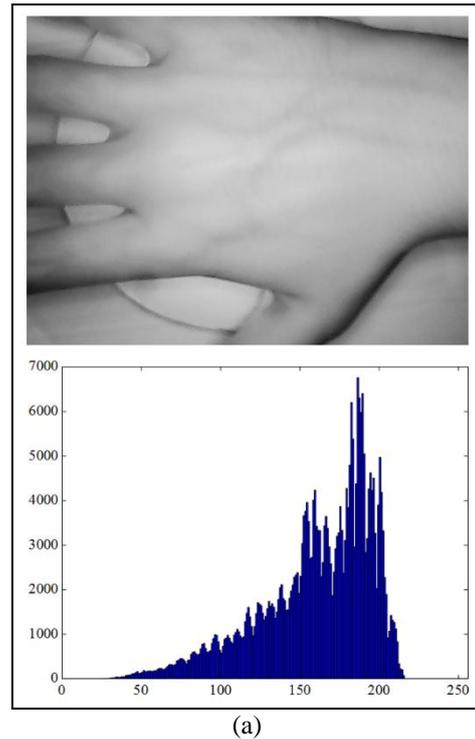
Pengolahan citra dan pengujian (menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi) dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan library OpenCV, sementara citra yang digunakan berukuran 640×480 pixel.



Gambar 4. Diagram alir pengolahan citra dan pengujian.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penjelasan sebelumnya telah diketahui bahwa dari grafik histogram dapat dianalisis kecerahan dan kontras suatu citra, maka pada bagian ini akan di disampaikan hasil analisis kualitas citra berdasarkan histogram dari salah satu data citra yang diperoleh. Berikut ini adalah salah satu data (data citra ke-1) citra asli yang sudah dikonversi menjadi citra grayscale dan citra hasil sesudah pengolahan beserta histogramnya.



Gambar 5. (a) Citra asli dan histogramnya, (b) Citra hasil dan histogramnya.

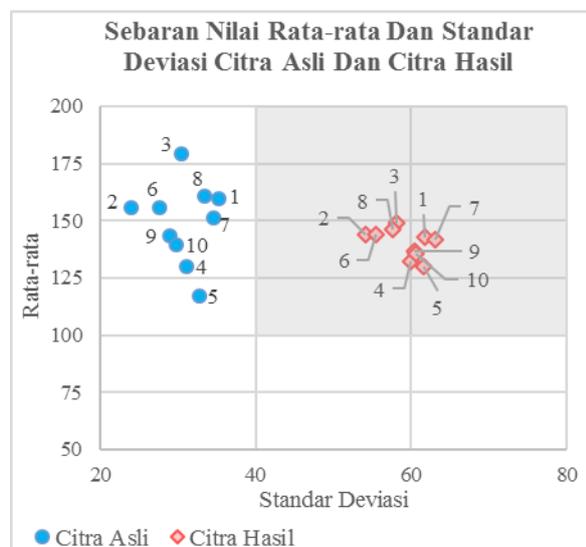
Histogram citra asli lebih dominan pada sisi kanan dan hanya memenuhi sebagian skala derajat keabuan yaitu antara 30–220, menunjukkan bahwa citra tersebut tergolong citra terang atau memiliki tingkat kecerahan (*brightness*) yang tinggi namun kontrasnya rendah. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan metode CLAHE dan HE maka

histogram citra hasil memiliki sebaran nilai intensitas pixel lebih lebar dengan memenuhi hampir seluruh skala derajat keabuan, menunjukkan adanya peningkatan kontras. Walaupun puncak histogram tetap berada pada sisi kanan namun nilai intensitas puncaknya menjadi lebih rendah, sehingga terdapat penurunan tingkat kecerahan. Dari perbandingan histogram citra asli dan citra hasil diketahui bahwa metode pengolahan citra yang diterapkan dapat meningkatkan kualitas citra pembuluh darah vena.

Selanjutnya untuk mengetahui citra hasil pengolahan telah memiliki kualitas yang baik digunakan metode SRV. Berikut tabel dan grafik sebaran nilai rata-rata dan standar deviasi citra asli dan citra hasil.

Tabel 1. Nilai rata-rata dan standar deviasi citra asli dan citra hasil.

Data Citra ke-	Citra Asli		Citra Hasil	
	Standar Deviasi	Rata-rata	Standar Deviasi	Rata-rata
1	35.16501	159.9813	61.66826	142.8903
2	24.00462	155.8862	54.09004	144.3490
3	30.46913	179.2685	58.11609	149.1454
4	31.12835	130.3407	59.84308	132.4689
5	32.705	117.3288	61.51061	129.9575
6	27.66844	155.807	55.37063	143.8189
7	34.52482	151.59	63.12023	142.1012
8	33.44059	160.7454	57.66833	146.067
9	28.91474	143.7006	60.40705	136.6819
10	29.78736	139.805	60.65748	135.7775



Gambar 6. Grafik sebaran nilai rata-rata dan standar deviasi citra asli dan citra hasil.

Dari data nilai rata-rata diketahui bahwa tingkat kecerahan pada citra asli telah memenuhi kriteria SRV yaitu berkisar antara 117-179, namun kontrasnya belum memenuhi karena nilai standar deviasinya masih kurang dari 40, yaitu berkisar antara 24-35. Sementara pada citra hasil, nilai rata-rata dan standar deviasinya telah memenuhi kriteria SRV, yaitu antara 130-149 untuk nilai rata-rata dan 54-63 untuk nilai standar deviasi. Data tersebut menunjukkan bahwa citra hasil pengolahan menggunakan metode gabungan CLAHE dan HE memiliki kualitas dengan tingkat kecerahan dan kontras yang baik.

Pada citra ke-4 dan 5 terjadi peningkatan nilai rata-rata atau kecerahan, sementara pada citra lainnya mengalami penurunan, hal ini disebabkan oleh adanya nilai *clip limit* pada metode CLAHE. Nilai intensitas yang lebih tinggi dari nilai *clip limit* di distribusikan ke bagian bawah *clip limit* sehingga puncak histogram yang semula bernilai tinggi menjadi lebih rendah. Pada citra gelap dengan intensitas dominan dan puncak histogram di sisi kiri akan didistribusikan ke sisi kanan derajat keabuan sehingga kecerahan dan nilai rata-ratanya meningkat. Hal sebaliknya terjadi pada citra terang, sehingga kecerahan dan nilai rata-ratanya berkurang. Sementara kecerahan dapat meningkat ataupun menurun, kontras dan nilai standar deviasinya mengalami peningkatan karena sebaran histogramnya menjadi lebih lebar atau memenuhi seluruh skala derajat keabuan.

Dengan adanya pengaturan tingkat kecerahan dan peningkatan kontras melalui metode pengolahan citra yang diterapkan, maka detail pembuluh darah vena pada citra yang dihasilkan oleh sistem visualisasi ini menjadi lebih terlihat jelas.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisa, kesimpulan yang diperoleh antara lain sebagai berikut:

- Metode pengolahan citra dengan metode gabungan CLAHE dan HE yang digunakan dapat mengatur (meningkatkan atau menurunkan) tingkat kecerahan bergantung pada citra aslinya (citra gelap atau citra terang) dan dapat meningkatkan kontras citra.
- Citra hasil pengolahan memiliki kualitas yang baik sesuai kriteria metode SRV, dengan nilai rata-rata dan standar deviasi antara 130-149 dan 54-63.
- Metode pengolahan citra dengan gabungan CLAHE dan HE dapat meningkatkan kualitas citra pada sistem visualisasi pembuluh darah vena.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Iwan Sugihartono, M.Si dan Riser Fahdiran, M.Sc atas bimbingan dan diskusi selama penelitian, serta Laboran Laboratorium Fisika UNJ.

Daftar Acuan

- [1] Potter and Perry. *Fundamental Keperawatan : Konsep, Proses, dan Praktik*. alih bahasa Monica Ester. Jakarta, EGC (2005).
- [2] W. Lingyu, G. Leedham. Near- and Far-Infrared Imaging for Vein Pattern Biometrics. Proceedings of the IEEE International Conference on Video and Signal Based Surveillance. Sidney, Australia (2006), Page(s): 52, Print ISBN: 0-7695-2688-8.
- [3] Y. Ho Park, K. Ryoung Park. Image Quality Enhancement Using the Direction and Thickness of Vein Lines for Finger-Vein Recognition. International Journal of Advanced Robotic Systems. Vol. 9, 154:2012 (2012).
- [4] Putra, Darma. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta, Andi (2010).
- [5] A. M. Reza. Realization of the Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) for Real-Time Image Enhancement. Journal of VLSI Signal Processing, Volume 38, Issue 1, Print ISSN:0922-5773 (2004), p. 35-44.
- [6] Munir, Rinaldi. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung, Informatika (2004).
- [7] Hadiq, A. Z. Arifin, I. Arieshanti. Perbaikan Kualitas Citra Dengan Metode Fusi Berbasis Pada Statistik Representasi Visual. Scientific Articles of Seminar Nasional Pascasarjana X – ITS. Surabaya (2010).
- [8] Kefeng Li. Biometric Person Identification Using Near-infrared Hand-dorsa Vein Images. Thesis. University of Central Lancashire. England (2013).

