

Perbandingan antara Metode *Otsu Thresholding* dan *Multilevel Thresholding* untuk Segmentasi Pembuluh Darah Retina

Vicko Bhayyu

Jurusan Sistem Komputer
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
vickobhayyu@gmail.com

Nina Elvira

Jurusan Sistem Komputer
Universitas Sriwijaya
Palembang, Indonesia
Elviranina21@gmail.com

Abstrak—Pembuluh darah retina dapat kita gunakan untuk mendiagnosa suatu penyakit dikarenakan memiliki pola dan ciri-ciri tertentu. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai hasil segmentasi citra pembuluh darah retina dengan menggunakan dua metode segmentasi citra yakni metode *Otsu Thresholding* dan *Multilevel Thresholding* merupakan metode segmentasi yang menggunakan pemilihan ambang batas secara otomatis dari tingkat keabuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Multilevel Thresholding* menghasilkan kinerja tinggi seperti yang terlihat dari nilai *Peak Signal-to-Ratio (PSNR)* dan *Root Mean Square Error (RMSE)*. Penelitian ini menggunakan dataset *STARE* yang tersedia untuk riset yang diambil sebagai evaluasi kinerja metode yang diteliti. Dari dua metode segmentasi yang diusulkan, metode *Otsu Thresholding* lebih baik dengan memiliki nilai *RMSE* yang lebih kecil dan nilai *PSNR* yang lebih besar dibandingkan dengan metode *Multilevel Thresholding* dengan nilai rata-rata *RMSE* sebesar 8.5832, dan nilai rata-rata *PSNR* sebesar 49.6459

Kata Kunci :—*Segmentasi, Otsu Thresholding, Multilevel Thresholding, Pembuluh Darah Retina, STARE*

I. PENDAHULUAN

Pembuluh darah retina merupakan salah satu dari bagian sistem sirkulasi darah pada mata yang dapat diamati secara langsung. Pola serta ciri-ciri tertentu yang dimiliki oleh retina dapat digunakan dalam pengenalan suatu gangguan atau penyakit. Ada halnya seperti, panjang dan lebar dari pembuluh darah, tebal dan tipis pembuluh darah merupakan beberapa ciri kualitatif yang memberikan informasi penting pada hasil diagnosa suatu penyakit.

Pembuluh darah retina umumnya ditandai oleh para ahli seperti dokter dengan tangan, namun proses ini membutuhkan waktu yang lama, kemudian ini menjadi permasalahan ketika diberikan gambar fundus dalam jumlah yang banyak. Sehingga para peneliti mencari suatu cara agar dapat menandai pembuluh

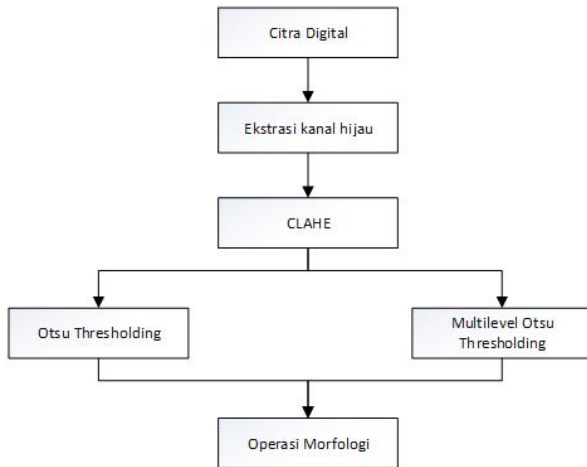
darah secara cepat dan kualitas yang tidak kalah banding dengan penandaan tangan oleh dokter.

Dalam beberapa tahun terakhir segmentasi otomatis terhadap citra digital retina dengan bantuan program komputer menjadi hal yang populer. Segmentasi otomatis citra digital retina merupakan pekerjaan yang cukup rumit dikarenakan adanya derau, intensitas yang gelap, tingkat kecerahan yang rendah dan ukuran pembuluh darah yang bervariasi [1].

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya pada penelitian [2] yang menggunakan metode *Gradient Based Adaptive Thresholding* dan *Region Growing* yang dapat mengurangi over-segmentasi pada pembuluh darah pada citra fundus retina. Pada penelitian [3] mengusulkan metode *local adaptive thresholding* berdasarkan skema *multi-threshold* berbasis verifikasi dengan menggunakan hipotesis ambang, kemudian pada penelitian [4] menggunakan metode *otsu thresholding* dengan peningkatan kualitas citra menggunakan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* dan *Principal Component Analysis (PCA)*. Pada penelitian [5] menggunakan menggabungkan Algoritma *h-max transform* dan metode *Multilevel thresholding* dengan peningkatan kontras citra dan filtrasi.

Tujuan penelitian ini untuk melakukan perbandingan kedua metode *thresholding*, yakni *Otsu thresholding* dan *Multilevel thresholding*, dengan nilai evaluasi berupa nilai *PSNR* dan *RMSE*.

II. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

A. Citra Digital

Citra digital merupakan sekumpulan piksel yang merepresentasikan sebuah informasi. Setiap piksel mempunyai ukuran M baris dan N kolom. Pada penelitian ini citra digital telah disediakan pada dataset STARE yang dikembangkan oleh *University of California, San Diego* dari tahun 1996 sampai dengan 2004. Terdapat 400 data retina yang disediakan oleh dataset STARE, dan beberapa citra yang telah ditandai manual untuk pembuluh darah retina.

B. Ekstraksi Kanal Hijau

Dari penelitian [4], [6], pengambilan nilai kanal hijau pada citra retina ditujukan karena menghasilkan sebuah citra keabuan yang paling baik serta memiliki kontras yang tinggi jika dibandingkan dengan kanal merah dan biru pada citra retina.

C. CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization)

CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) merupakan suatu metode peningkatan kualitas citra yang bekerja pada setiap bagian, dimana kontras piksel ditingkatkan sehingga histogram gambar keluaran sesuai dengan histogram yang ditentukan oleh distribusi parameter seluruh piksel gambar menjadi beberapa bagian ukuran yang identik [6].

D. Thresholding

Thresholding adalah salah satu metode yang paling umum digunakan segmentasi gambar. Tujuan dari tahap ini adalah menghasilkan sebuah gambar biner di mana nilai setiap piksel adalah 1 (pembuluh darah) atau 0 (latar belakang).

• Otsu Thresholding

Dalam teknik Otsu terdapat ambang batas yang meminimalkan varian intra-kelas [6]. intensitas gambar level abu-abu diekspresikan dalam level abu-abu [1, 2 ... I]. Jumlah tingkat abu-abu di i dilambangkan dengan ix dan poin diekspresikan sebagai :

$$x = X_1 + X_2 \dots + X_I \quad (1)$$

Histogram dari gambar level abu-abu ini dilihat sebagai distribusi kemungkinan kejadian:

$$P(i) = \frac{n_i}{N}, x_i \geq 0, \sum_{i=1}^I x_i = 1 \quad (2)$$

• Multilevel Thresholding

Multilevel Thresholding adalah teknik segmentasi, yang mengubah skala abu-abu gambar ke gambar yang diindeks dengan mengurangi jumlah tingkat intensitas. Ide dasar dari teknik ini adalah untuk memisahkan piksel dari gambar intensitas ke dalam grup $N \cdot G_1, \dots, G_N$, berdasarkan sejumlah nilai ambang tertentu T_i , sebagai berikut

$$T_i = \frac{i}{N-1}, \frac{i+1}{N-1}, \dots, \frac{N-2}{N-1} \quad (3)$$

$i = 1, \dots, N-1$

Pada level tersebut, terdapat probabilitas kejadian gambar sebagai berikut :

$$P_{h_i^A} = \frac{h_i^A}{NP} \sum_{i=1}^{NP} P h_i^A = 1 \quad (4)$$

Keterangan :

i = intensitas $L(0 \leq i \leq L-1)$

A = komponen RGB

NP = jumlah piksel pada gambar

h_i^A = histogram (jumlah piksel koresponding dengan intensitas dalam A)

Segmentasi sederhana dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$A_1 = \frac{Ph_1^A}{\omega_{0(rh)}^A}, \dots, \frac{Ph_{th}^A}{\omega_{0(rh)}^A},$$

$$A_2 = \frac{Ph_{th+1}^A}{\omega_{1(rh)}^A}, \dots, \frac{Ph_1^A}{\omega_{1(rh)}^A}, \quad (5)$$

Dimana $\omega_{0(rh)}^A$ dan $\omega_{1(rh)}^A$ adalah distribusi probabilitas untuk A_1 dan A_2 dimana :

$$\omega_{0(th)}^A = \sum_{i=1}^{th} Pth_i^A \cdot \omega_1^A(th) = \sum_{i=th+1}^l Pth_i^A \quad (6)$$

$$\mu_0^A = \frac{\sum_{i=1}^{th} i Pth_i^A}{\omega_{0(th)}^A}, \mu_1^A = \frac{\sum_{i=th+1}^l i Pth_i^A}{\omega_1^A(th)} \quad (7)$$

Perbedaan kelas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma^{2^A} = \sigma_1^A + \sigma_2^A, \quad (8)$$

$$\sigma_1^A = \omega_0^A (\mu_0^A + \mu_1^A)^2,$$

$$\sigma_2^A = \omega_1^A (\mu_1^A + \mu_1^A)^2, \quad (9)$$

Dimana $\mu_T^A = \omega_0^A \mu_0^A + \omega_1^A \mu_1^A$ dan $\omega_0^A + \omega_1^A = 1$

Berikut ini adalah fungsi objectif berdasarkan nilai dari :

$$J(TH) = \max(\sigma^{2^A}(TH)), \quad (10)$$

Dengan $0 \leq th_1 \leq L-1, i = 1, 2, \dots, k$, dimana $th = th_1, th_2, \dots, th_{k-1}$, adalah ambang batas dan perbedaan dihitung berdasarkan :

$$\sigma^{2^A} = \sum_{i=1}^K \sigma_1^A \quad (11)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja metode yang diusulkan dievaluasi dengan citra retina yang sediakan oleh dataset STARE dengan 400 citra retina, pada pengujian metode, dipilih 5 citra retina secara acak.

Perhitungan Nilai PSNR dan MSE

PSNR adalah nilai perbandingan antara nilai pixel maksimum gambar menggunakan *Root Mean Square Error*(RMSE). RMSE adalah akar kuadrat dari nilai error rata-rata antara gambar segmentasi dan gambar asli. Semakin besar hasil PNSR menunjukkan kualitas gambar yang lebih baik. Sedangkan semakin kecil nilai RMSE maka kualitas gambar semakin baik . berikut persamaan rumus PSNR dan RMSE :

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{RMSE} \right) \quad (12)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{row} \sum_{j=1}^{col} (I_0^G(i,j) - I_{th}^G(i,j))^2}{row \times col}} \quad (13)$$

dimana :

$$I_0^G = \text{Citra Asli}$$

I_{th}^G = Citra yang telah disegmentasi
 $row \times col$ = Total jumlah baris dan kolom gambar

Tujuan digunakan PSNR dan RMSE adalah untuk mengevaluasi kesamaan anatara gambar tersegmentasi dan gambar asli. Hasil PNSR dan RMSE ditunjukan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan PSNR dan RMSE segmentasi citra retina menggunakan Otsu Thresholding dan Multilevel Thresholding .

Citra	Otsu Thresholding		Multilevel Thresholding	
	RMSE	PNSR	RMSE	PNSR
im0070	8.8234	49.2180	8.9966	49.0492
im0077	8.8324	49.7241	9.7690	48.3338
im0100	9.6069	48.4791	9.9529	48.1718
im0168	7.2011	50.9828	9.9004	48.2177
im0209	8.2273	49.8256	5.5779	53.2013
AVG	8.5382	49.6459	8.84008	49.3947

IV. PENUTUP

Hasil yang didapat oleh penelitian ini adalah bahwa metode *Otsu Thresholding* lebih baik daripada metode *Multilevel Thresholding* jika dievaluasi dengan nilai RMSE dan PSNR, dengan rata-rata nilai untuk RMSE sebesar 8.5382 dan rata-rata nilai untuk PSNR sebesar 49.6459 dB pada metode *Otsu Thresholding*.


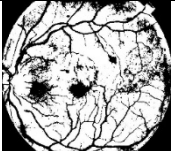

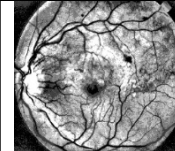

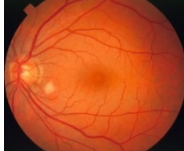
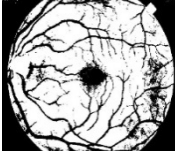

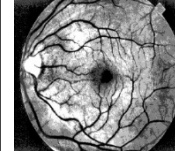


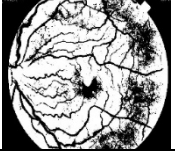
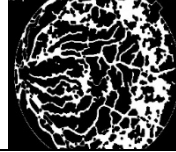
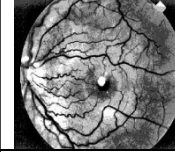
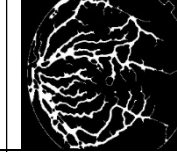
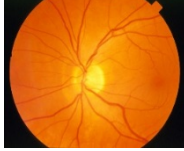


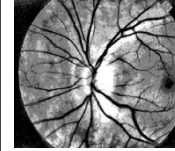
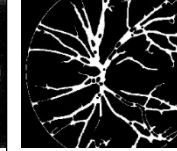

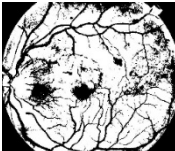
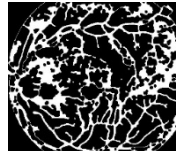
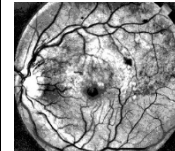
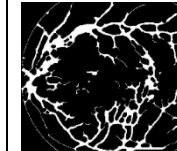
Untuk penelitian selanjutnya, peningkatan kualitas citra bisa dilakukan untuk mendapatkan citra threshold dan citra operasi morfologi yang lebih bagus, dan mengurangi derau yang ada pada citra retina.

REFERENSI

- [1] M. M. Fraz *et al.*, "Blood vessel segmentation methodologies in retinal images - A survey," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 108, no. 1, pp. 407–433, 2012.
- [2] D. Sutaji, C. Fatichah, and A. Navastara, "Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Citra Fundus Menggunakan Gradient Based Adaptive Thresholding Dan Region Growing," vol. 2, pp. 105–116, 2016.
- [3] X. Jiang and D. Mojon, "Adaptive local thresholding by verification-based multithreshold probing with application to vessel detection in retinal images," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 25, no. 1, pp. 131–137, 2003.
- [4] J. Dash and N. Bhoi, "Retinal blood vessel segmentation using Otsu thresholding with principal component analysis," *2018 2nd Int. Conf. Inven. Syst. Control*, no. Icisc, pp. 933–937, 2018.
- [5] M. D. Saleh and C. Eswaran, "An efficient algorithm for retinal blood vessel segmentation using h-maxima transform and multilevel thresholding," *Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin.*, vol. 15, no. 5, pp. 517–525, 2012.[6]

U. T. V. Nguyen, A. Bhuiyan, L. A. F. Park, and K. Ramamohanarao, "An effective retinal blood vessel segmentation method using multi-scale line detection," *Pattern Recognit.*, vol. 46, no. 3, pp. 703–715, 2013.

Tabel 1 Hasil Perbandingan Segmentasi Menggunakan *Otsu Thresholding* dan *Multilevel Thresholding Otsu*

Citra	Citra asli	Citra threshold dengan otsu thresholding	Citra morfologi dengan Otsu Thresholding	Citra threshold dengan multilevel thresholding	Citra morfologi dengan Multilevel Thresholding (k = 4)
Im0070					
Im0077					
Im0100					
Im0163					
Im0209					

Gambar 2. Citra asli, citra hasil thresholding dan citra operasi morfologi pada citra retina