



## Variasi *Thresholding* untuk Segmentasi Pembuluh Darah Citra Retina

Anita Desiani<sup>#1</sup>, Des Alwine Zayanti<sup>#2</sup>, Rifkie Primartha<sup>#3</sup>, Filda Efriliyanti<sup>#4</sup>, Nur Avisca Calista Andriani<sup>#5</sup>

<sup>#</sup>Universitas Sriwijaya

Jl. Masjid Al Gazali, Bukit Lama, Kec. Ilir Bar. I, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30128

<sup>1</sup>anita\_desiani@unsri.ac.id

<sup>2</sup>desalwinez@unsri.ac.id

<sup>3</sup>rifkie@ilkom.unsri.ac.id

<sup>4</sup>fildaefriliyanti99@gmail.com

<sup>5</sup>nuravisacalistaandriani@gmail.com

**Abstrak**—Segmentasi pembuluh darah pada retina diperlukan pada deteksi dini penyakit *Diabetic Retinopathy* pada citra retina. Penelitian ini menggunakan tiga tahapan yaitu *pre-processing*, segmentasi dan *post-processing* yang akan membandingkan hasil dari 3 metode segmentasi yang menggunakan nilai *Thresholding* yaitu *Adaptive Thresholding*, *Binary Thresholding*, dan *Otsu Thresholding*. Hasil pengujian terhadap tiga metode yang digunakan menunjukkan bahwa metode *Binary Thresholding* mendapat rata-rata akurasi, sensitivitas dan spesifisitas tertinggi yaitu 95%, 58%, 98%. Untuk *Adaptive Thresholding* mendapat rata-rata akurasi sebesar 91%, sensitivitas 36%, spesifisitas 97%. Dan metode *Otsu Thresholding* mendapatkan rata-rata akurasi 86%, sensitivitas 22%, dan spesifisitas 90%. Dari hasil ketiga metode ini dapat dilihat akurasi yang dihasilkan oleh metode *Thresholding* sudah sangat baik dalam melakukan segmentasi citra, tetapi nilai sensitivitas dari masing-masing metode *Thresholding* masih rendah. Hal ini dapat disimpulkan metode *Thresholding* masih sulit mendapatkan lebih banyak fitur pembuluh darah pada citra retina.

**Kata kunci**— Segmentasi, Citra, Pembuluh Darah, Retina, *Thresholding*

### I. PENDAHULUAN

Adanya perubahan pada mata dapat menandakan seseorang sedang mengalami suatu gangguan penyakit[1]. Beberapa bentuk perubahan pada mata yang disebabkan oleh suatu gangguan diantaranya adalah pembesaran pembuluh darah. Selain itu munculnya cabang-cabang tak normal pada mata. Salah satu gangguan yang ada adalah *Diabetic Retinopathy* (DR). DR merupakan salah satu gangguan penyakit yang menyerang pembuluh darah pada retina[2]. Deteksi dini dapat memberikan penanggulangan awal supaya dampaknya tidak parah pada retina. Deteksi dini pada juga dapat mencegah hilangnya penglihatan[3]. Kebutuhan citra untuk medis memerlukan teknik dan kamera khusus, demikian juga kebutuhan waktu dan keparakaan khusus untuk menganalisis citra tersebut. keterbatasan pakar dan waktu yang cukup lama dapat

menjadi kendala dalam pelayanan kesehatan pasien[4]. Dalam hal ini bantuan komputer sangat diperlukan. Pemanafaatan bidang komputer seperti pembelajaran mesin sangat berkembang luas di dunia kesehatan salah satunya bidang segmentasi citra untuk membantu mendapatkan fitur tertentu untuk medeteksi suatu gangguan penyakit.

Segmentasi merupakan teknik untuk memisahkan fitur tertentu dari fitur lain yang tidak dibutuhkan pada citra. Fitur yang dibutuhkan menjadi *foreground* pada citra dan fitur lain menjadi *background*. Tujuan dari segmentasi adalah mendapatkan fitur khusus pada citra tertentu sesuai dengan kebutuhan terhadap suatu citra. Maka dari itu, segmentasi diperlukan dalam proses pengambilan fitur. Hasil segmentasi sangat mempengaruhi hasil deteksi pola suatu gangguan penyakit sehingga perlu suatu metode yang mampu memberikan hasil segmentasi yang baik dan akurat. Deteksi gangguan DR dilakukan berdasarkan gangguan yang terjadi pada pembuluh darah retina. Segmentasi pada citra retina untuk penderita gangguan DR hanya membutuhkan bagian pembuluh darah retina yang menjadi *foreground* sedangkan fitur lain seperti kornea dan lain-lain menjadi *background* citra.

Berbagai metode segmentasi dikembangkan. Namun hasil segmentasi juga dipengaruhi oleh kualitas citra seperti kontras yang tidak seimbang dan banyaknya *noise* yang dikandung. Citra dengan kualitas rendah dapat menurunkan hasil dari segmentasi. Pada proses segmentasi diperlukan juga tahapan perbaikan kualitas citra karena kualitas citra yang baik memberikan hasil segmentasi yang baik juga. Salah satu metode yang digunakan adalah metode *Thresholding*. Metode *Thresholding* adalah metode yang digunakan untuk segmentasi gambar didasarkan pada derajat keabuan sebuah citra. Hasil segmentasi dari metode tersebut berupa citra biner ditandai sebagai *foreground* dengan warna putih atau disimbolkan dengan 1 jika nilai pada piksel lebih besar dari nilai ambang (*threshold*), dan menjadi *background* (warna hitam atau 0) jika sebaliknya. Nilai ambang pada

*Thersholding* dapat diambil sebagai nilai lokal atau global [5].

Beberapa metode *Thresholding* diantaranya adalah metode pertama yaitu *Adaptive Thresholding*. Metode ini mampu menghubungkan representasi tekstur dan detektor ciri yang optimal. Metode ini juga digunakan untuk mengurangi ciri yang tidak dibutuhkan dalam citra retina. Metode yang kedua adalah *Binary Thresholding*. Metode ketiga menggunakan *Otsu Thresholding* atau dikenal juga sebagai *Thresholding* Global. Penelitian [6] menggunakan *Otsu Thresholding* berbasis wilayah. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata akurasi dan spesifisitas yang tinggi yaitu 95,33% dan 97,14%, namun nilai sensitivitas untuk kedua dataset masih tergolong kecil yaitu 75.21%.

Analisis pada proses segmentasi harus dikerjakan untuk menentukan metode mana yang memberikan hasil yang akurat. Hasil yang akurat memberikan hasil yang baik dalam proses klasifikasi terutama pada citra retina agar tidak terjadi kesalahan pada diagnosa penyakit yang dialami oleh seseorang. Penelitian ini membandingkan kinerja dari ketiga metode yang menggunakan nilai *Thresholding* yaitu *Adaptive Thresholding*, *Binary Thresholding* dan *Otsu Thresholding* pada segmentasi pembuluh darah retina dengan menggabungkan tahapan perbaikan citra untuk *pre-processing* dan *post-processing* pada tahap setelah segmentasi untuk dapat mengetahui metode mana yang memberikan kinerja terbaik. Hasil penelitian ini dapat diketahui mana metode yang dapat memberikan hasil segmentasi yang paling akurat sehingga dapat digunakan untuk mengklasifikasikan jenis penyakit pada retina mata.

## II. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian terdapat lima bagian atau tahapan yang dilakukan yaitu:

### A. Input Citra

Penelitian ini menggunakan dataset *Digital Retinal Images for Vessel Extraction* (DRIVE) dan dataset *Structured Analysis of the Retina* (STARE). Kedua dataset tersebut adalah dataset yang banyak digunakan pada berbagai penelitian dan dapat diakses secara gratis. Ukuran dimensi citra dataset DRIVE yaitu 565×584 piksel menggunakan format .tif. Dataset lainnya adalah STARE. STARE merupakan citra retina yang berwarna yang diperoleh dari kamera fundus pada penelitian di Belanda, dimana ada 397 subjek citra retina dengan format .ppm. Penggunaan dataset STARE diharapkan dapat mempermudah diagnosis penyakit yang ada pada mata manusia, dengan melihat bentuk pupil mata, serat optik dan pembuluh darah retina[7]. Ukuran dimensi citra dataset STARE yaitu 605×700 piksel.

### B. Pre-processing

Tahap ini digunakan untuk memperbaiki kualitas citra digital yang digunakan. Proses awal dilakukan dengan mengambil *green channel* pada citra retina dengan tujuan mendapatkan hasil pembuluh darah yang lebih jelas. Jika

dibandingkan dengan *red channel* dan *blue channel* hasil *green channel* menghasilkan citra yang paling baik, maka *green channel* dipilih digunakan dalam proses ini [5]. Setelah itu dilakukan perubahan piksel warna menjadi *Grayscale*. *Grayscale* memiliki rentang gradisasi warna hitam dan putih yang sangat cocok digunakan untuk pengolahan gambar. Kemudian dilakukan proses perbaikan kualitas kontras citra dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE).

Metode CLAHE digunakan untuk memperoleh sebaran nilai abu-abu. CLAHE diharapkan menampilkan fitur yang tersembunyi dengan menerapkan pemerataan histogram untuk tiap-tiap nilai piksel. CLAHE memberikan nilai batas maksimal tinggi sebuah histogram dinamakan *clip limit* yang akan membagi citra menjadi beberapa bagian kecil dengan ukuran identik sehingga histogram dari gambar luaran sesuai dengan histogram yang ditunjukkan oleh parameter distribusi [2], [5], [8]. Perhitungan *clip limit* menggunakan persamaan (1):

$$\beta = \frac{K}{L} \left( 1 + \frac{\alpha}{100} (S_{max} - 1) \right) \quad (1)$$

dengan :

K = Luas ukuran daerah

L = Range kabu-abuan (1-256)

$\alpha$  = Clip factor , dengan limit 0 – 100

Selain menggunakan CLAHE juga diterapkan *Gamma Correction* untuk meningkatkan kembali kontras citra. *Gamma Correction* adalah nama operasi nonlinear yang digunakan untuk mengkodekan dan mendekode nilai *luminance* atau tristemulus dalam video atau sistem gambar diam[9].

Untuk menghilangkan *noise* dan mempertajam pembuluh darah pada citra retina digunakan *denoising* dengan menggunakan *Non Local Means* (NLM). NLM berfungsi untuk menghilangkan *noise* dengan mempertahankan fitur citra penting seperti tepi, dan pembuluh darah halus. Filter NLM menggunakan asumsi bahwa citra mengandung sejumlah besar kemiripan diri dari citra asli untuk menentukan bobot piksel sehingga dapat melakukan penyarangan *noise*.

Proses selanjutnya yaitu mendeteksi tepi citra dengan *Detect Ridges*. *Detect Ridges* mendeteksi garis tipis yang lebih gelap atau lebih terang dari lingkungan citra yang diinputkan dengan mengikuti pendekatan geometris yang berbeda, dan mendefinisikan terang (gelap) titik *ridges* sebagai titik yang diasumsikan kecerahan maksimum (minimum) dalam arah arah kurva utama. Setelah itu proses filterisasi dengan menggunakan *Median blur*, *Gaussian Filter*, *Gaussian Blurring*, *2D-Gabor Filter* dan Transformasi *Bottom Hat*.

Operasi *Median blur* dilakukan dengan memeriksa setiap piksel secara berurutan, jika nilai piksel lebih besar dari nilai rata-rata dalam *mask*, maka nilai bahwa piksel tersebut terkontaminasi oleh nilai dan ganti dengan nilai median dari *mask*. Jika tidak maka dapat dipertahankan dengan nilai asli piksel [10]. *Gaussian Filter* merupakan filter linier dimana nilai pembobotannya diberikan oleh

fungsi *Gaussian*. Sebaran pada *noise* diasumsikan mengikuti sebaran *Gaussian* atau sering disebut dengan *Zero Mean* [11]. *Zero Mean* pada fungsi gaussian diberikan pada persamaan (2):

$$g(x, y) = e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

dimana  $x$  merupakan jarak titik awal pada sumbu horizontal sedangkan  $y$  adalah jarak titik awal pada sumbu vertikal, dan  $\sigma$  adalah nilai standard deviasi.

Selain *Gaussian Filter* juga terdapat *Gaussian blur*. Teknik ini bertujuan untuk menghaluskan citra retina yang masih mengandung banyak *noise* di dalamnya. Proses *Gaussian blur* ini menghasilkan citra untuk menentukan potensi gradien pada citra. Gradien sendiri merupakan operator yang digunakan untuk mendeteksi *edge* atau tepi. Proses *Gaussian blur* mempunyai persamaan sebagai berikut [12]:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

dimana  $\sigma$  adalah standar deviasi pada distribusi Gaussian. Persamaan (3) digunakan agar permukaan yang diperoleh adalah permukaan yang mengikuti distribusi Gauss. Nilai distribusi tersebut nantinya digunakan untuk membentuk konvolusi matriks yang akan diterapkan pada citra asli.

*2D-Gabor Filter* merupakan fungsi linear yang digunakan untuk mendeteksi tepi dalam pemrosesan citra. Pada penerapannya *Gabor Filter* digunakan untuk menangkap informasi frekuensi tinggi, dan dipilih respon maksimum dalam setiap piksel [13]. *2D-Gabor Filter* dibentuk dari dua komponen yaitu fungsi gaussian pada frekuensi serta orientasi tertentu dan gelombang sinusoidal dalam bentuk kompleks (dengan lengkungan). Metode *2D-Gabor Filter* mampu menghubungkan representasi tekstur dan detektor ciri yang optimal. *2D-Gabor filter* berfungsi meminimalisasi ciri yang tidak penting didalam citra retina. *2D-Gabor Filter* terdapat dari sebuah fungsi gaussian yang dimodulasi dengan menggunakan variasi frekuensi ditunjukkan sebagai berikut [14]:

$$G(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_1^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_1^2}{\sigma_y^2}\right)\right\} \cos 2\pi x_1 f \quad (4)$$

dengan nilai  $x_1 = x \cos \theta - y \sin \theta$  dan nilai  $y_1 = x \sin \theta + y \cos \theta$ ,  $x$  dan  $y$  merupakan nilai koordinat piksel dalam citra,  $f$  merupakan frekuensi gelombang Sinusoidal,  $\theta$  merupakan kontrol terhadap orientasi dari sebuah fungsi *2D-Gabor Filter*, dan  $\sigma$  merupakan standar deviasi dimana  $\sigma_x = \sigma_y$ . Penerapan *2D-Gabor Filter* pada citra dilakukan menggunakan 12 rotasi arah yang berbeda dengan interval rotasi sebesar  $15^\circ$ , sehingga akan didapatkan 12 *template* dari masing-masing filter yang kemudian akan dicari maksimal respon untuk mendapatkan hasil ekstraksi pembuluh darah retina yang optimal [13]. Pencarian maksimal respon dilakukan

dengan membandingkan 12 pola kemudian dipilih *template* yang memiliki warna paling hitam. Hasil ekstraksi pembuluh darah berupa citra yang sudah dapat dibedakan antara pembuluh darah retina dan *background* [15], [16].

Transformasi *Bottom Hat* digunakan untuk menghilangkan objek gelap dengan *background* terang. Persamaan dari transformasi ini dapat dilihat pada persamaan (5) berikut [17]:

$$A_{bot} = (A \bullet B) - A \quad (5)$$

dimana dengan  $A$  adalah citra asli,  $B$  merupakan *structuring element* berupa matriks dengan operator yang merupakan garis, bangun, piringan, bentuk diamond, dan lain-lain.  $\bullet$  Operasi *Closing*, dan  $A_{bot}$  merupakan citra hasil Transformasi *Bottom Hat*.

### C. Segmentasi

Segmentasi dapat diartikan sebagai teknik atau cara yang biasa digunakan untuk mengambil fitur sehingga mendapatkan pola pada daerah yang mempunyai kemiripan yang bertujuan untuk memisahkan fitur atau obyek lain selain pembuluh darah menjadi *background*. Metode segmentasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Adaptive thresholding*, *Binary Thresholding*, dan *Otsu thresholding*. Dalam pengolahan citra, *Thresholding* biasanya digunakan untuk segmentasi citra. Dalam *Thresholding* setiap nilai piksel citra dibandingkan nilai ambang (*threshold*) tertentu. Pada citra abu-abu teknik *Thresholding* digunakan untuk membuat citra biner [18]. Proses binarisasi citra didefinisikan sesuai dengan persamaan 6 [5], [19].

$$G(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) > T \\ 0, & f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (6)$$

dengan  $T$  adalah nilai ambang batas,  $f(x, y)$  adalah fungsi pasangan koordinat piksel pada citra,  $G(x, y)$  adalah titik koordinat piksel pada citra biner. Jika nilai suatu piksel lebih besar dari nilai ambang batas, maka bisa dianggap sebagai pembuluh darah, namun jika nilai suatu piksel kurang dari nilai ambang batas, maka akan dianggap sebagai *background*. Teknik *Thresholding* diklasifikasi menjadi dua yaitu global dan lokal.

Salah satu teknik *Thresholding* Global yang sering digunakan untuk segmentasi adalah *Otsu Thresholding*. Metode *Otsu Thresholding* mencari ambang batas yang meminimalkan varians antar kelas dari gambar yang tersegmentasi. Ambang batas (*threshold*) global seperti pada *Otsu Thresholding* dapat diketahui dengan mencari seluruh rentang nilai piksel gambar sampai varians antar kelas mencapai minimum [20]. Sedangkan teknik *Thresholding* Lokal yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Adaptive Thresholding*. Penentuan nilai ambang batas dari *Adaptive Thresholding* yaitu dihitung untuk setiap piksel, berdasarkan beberapa dari statistik lokal seperti range, dan ragam dari piksel tetangga [20].

D. Post-processing

Tahap ini digunakan untuk memperhalus, menajamkan, dan memperbaiki kualitas dari hasil proses segmentasi. Metode yang digunakan dalam tahap ini yaitu operasi morfologi *Opening* dan *Closing*. Operasi *Opening* digunakan untuk membuat kontur gambar lebih jelas, halus, dan mengurangi *noise* hasil segmentasi [21]. Operasi *Opening* secara sederhana dilakukan dengan Operasi Erosi diikuti oleh Dilatasi. Operasi *Opening* didefinisikan oleh persamaan berikut [17]:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \tag{7}$$

dimana

$$A \oplus B = \{x | (B)_x \cap A \neq \phi\} \tag{8}$$

$$A \ominus B = \{x | (B)_x \cap A^c \neq \phi\} \tag{9}$$

dengan A adalah citra asli B merupakan *structuring element* yang berupa matriks operator yang berbentuk *line shape, disk, diamond*, dan sebagainya.  $\oplus$  adalah Operasi Dilasi,  $\ominus$  adalah Operasi Erosi, dan  $\circ$  adalah Operasi *Opening*.

Operasi *Closing* berguna untuk menghaluskan fitur dengan menyambungkan piksel-piksel yang dekat serta menghilangkan lubang-lubang kecil yang ada di tengah citra. Langkah kerja operasi ini dilakukan dengan cara operasi dilasi terlebih dahulu kemudian diikuti erosi. Persamaan (10) berikut adalah persamaan *closing* [17]:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \tag{10}$$

dimana  $\bullet$  adalah Operasi *Closing*.

E. Analisis Hasil

Hasil yang diperoleh dari tahapan tersebut kemudian akan dibandingkan satu dengan *ground truth* dari masing-masing citra pada dataset untuk dapat menilai sejauh mana kinerja dari masing-masing metode. Beberapa ukuran yang sering digunakan dalam mengukur kinerja dari metode klasifikasi adalah akurasi, sensitifitas dan spesifisitas[22]. Pada tahapan ini kinerja dari setiap metode akan diukur berdasarkan nilai akurasi, sensitivitas dan spesifisitas dengan menggunakan *Confusion Matrix*[22].

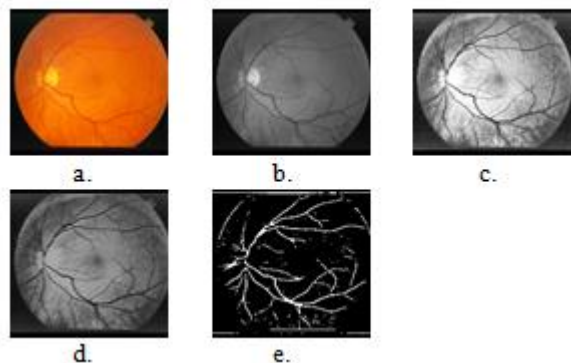
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Segmentasi dengan Metode Adaptive Thresholding

Data yang digunakan pada metode ini adalah dataset STARE dengan contoh gambar yaitu “im0162”. Pada tahap *pre-processing* dilakukan, citra retina terlebih dahulu di konversi dari BGR ke RGB pada Gambar 1.a. Proses selanjutnya dilakukan ekstraksi *green channel, red channel* dan *blue channel* dari ketiga channel tersebut terlihat hasil dari *green channel* memberikan hasil paling baik, Hasil *green channel* dapat dilihat pada Gambar 1.b. Selanjutnya citra retina diubah menjadi *Grayscale*. Setelah itu dilakukan peningkatan kontras yang dibarengi juga dengan penggunaan CLAHE agar nilai yang berlebih pada citra retina dapat diatasi yang dapat dilihat pada Gambar 1.c

Setelah itu dilakukan deteksi pembuluh darah dengan *2D-Gabor Filter* pada citra retina setelah citra retina su-

dah melalui tahapan *pre-processing* CLAHE yang dapat dilihat pada Gambar 1.d. Kemudian digunakan *Gaussian Blur* untuk menguraing *noise* pada citra retina. Selanjutnya barulah masuk ke proses segmentasi dengan menggunakan metode *Adaptive Thresholding*. Dilanjutkan dengan *post-processing* yaitu Operasi *Opening* dan *Closing* yang berfungsi menghilangkan garis tepi. Contoh hasil segmentasi pada *Adaptive Thresholding* dapat dilihat di Gambar 1.e. Beberapa citra hasil proses segmentasi menggunakan *Adaptive Thresholding* dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar. 1. a. Citra RGB b. *Green channel* c. CLAHE d. 2D-Gabor Filter e. *Adaptive Thresholding*

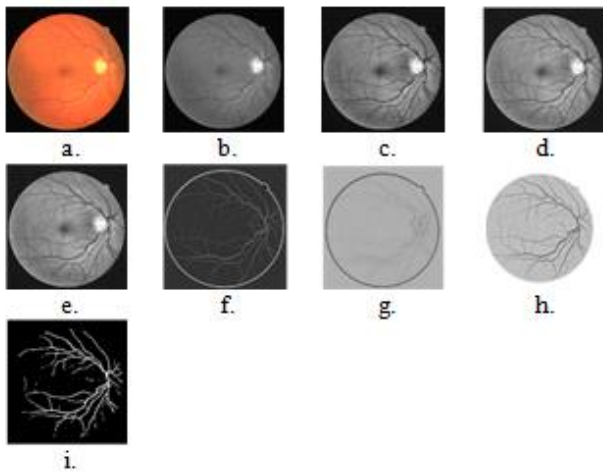
TABEL I  
PERBANDINGAN HASIL SEGMENTASI PEMBULUH DARAH CITRA RETINA DENGAN METODE ADAPTIVE THRESHOLDING

| Nama File | Citra | Ground Truth | Hasil |
|-----------|-------|--------------|-------|
| im0001    |       |              |       |
| im0002    |       |              |       |
| im0003    |       |              |       |
| im0004    |       |              |       |
| im0005    |       |              |       |

B. Segmentasi dengan Metode Binary Thresholding

Data yang digunakan pada metode ini adalah dataset DRIVE dengan contoh gambar yaitu “02\_test”. Pada tahap *pre-processing* dilakukan dengan memilih *green channel* pada citra retina yang dapat dilihat pada Gambar 2.b. Pemilihan *green channel* dilakukan karena memiliki kontras gambar terbaik dibandingkan dengan *red channel* dan *blue channel*. Setelah itu dilakukan perbaikan

kontras gambar menggunakan metode CLAHE yang dapat dilihat pada Gambar 2.c dan *Gamma Correction* pada Gambar 2.d. Namun citra yang dihasilkan masih mengandung *noise* yang dapat mengganggu perhitungan hasil dari proses segmentasi. Oleh karena itu digunakan metode *denoising* untuk menghilangkan *noise* pada Gambar 2.e. Selanjutnya dengan menggunakan *Detect Ridges* untuk mendeteksi pembuluh darah yang tipis yang (Gambar 2.f dan 2.g). Proses berikutnya digunakan *Median Blur* pada Gambar 2.h untuk menghaluskan gambar dan mempertahankan gambar hasil *pre-processing*. Langkah terakhir dilakukan segmentasi menggunakan *Binary Thresholding* (Gambar 2.i). Hasil segmentasi pembuluh darah retina menggunakan *Binary Thresholding* dengan dataset DRIVE dapat dilihat pada Tabel 2.



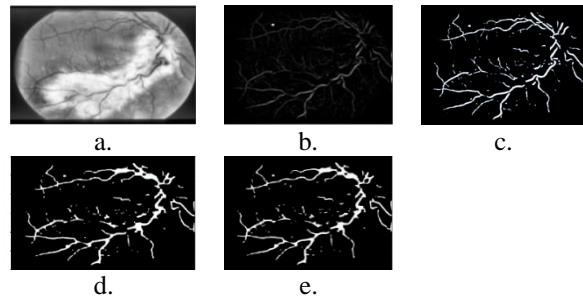
Gambar 2. a. Citra RGB b. *Green channel* c. CLAHE d. *Gamma-Correction* e. *Denoised* f. *Detected ridges* g. *Detected ridges* h. *Median Blur* i. *Binary Thresholding*.

TABEL II  
PERBANDINGAN HASIL SEGMENTASI PEMBULUH DARAH CITRA RETINA DENGAN METODE BINARY THRESHOLDING

| Nama File | Citra | Ground Truth | Hasil |
|-----------|-------|--------------|-------|
| 01_test   |       |              |       |
| 03_test   |       |              |       |
| 08_test   |       |              |       |
| 14_test   |       |              |       |
| 15_test   |       |              |       |

C. Segmentas dengan Metode Otsu Thresholding




Data yang digunakan pada metode ini yaitu STARE dengan contoh gambar yaitu “im0044”. Tahap pertama adalah menyiapkan gambar fundus retina sebagai input image Tahapan kedua dilakukan adalah melakukan *Grayscale* pada citra retina. Proses tersebut digunakan agar dapat mengurangi dimensi citra dan mengubahnya dari mode warna RGB menjadi mode keabuan (0-255) sebagai tahap awal untuk memudahkan pendeteksian *optic disk* retina. Tahapan ketiga yang dilakukan adalah *pre-processing* untuk memperbaiki kontras citra yang rendah dengan menggunakan metode CLAHE dan penghalusan citra pada gambar dengan *Gaussian Blur* yang dapat dilihat pada Gambar 3.a. Tahapan kelima adalah Transformasi *Bottom Hat* yang digunakan untuk menghilangkan lingkaran luar yang ada di retina yang dapat dilihat pada Gambar 3.b. Dan tahapan berikutnya adalah segmentasi yang menggunakan *Otsu Thresholding* yang dapat dilihat pada Gambar 3.c. Untuk tahapan *post-processing* dilakukan Operasi *Opening* pada Gambar 3.d. dan *Closing* pada Gambar 3.e. Beberapa citra hasil segmentasi menggunakan *Otsu Thresholding* dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 3. a. *Gaussian Blurring* b. Transformasi *Bottom Hat* c. *Otsu Thresholding* d. *Opening* e. *Closing*

TABEL III  
PERBANDINGAN HASIL SEGMENTASI PEMBULUH DARAH CITRA RETINA DENGAN METODE OTSU THRESHOLDING

| Nama File | Citra | Ground Truth | Hasil |
|-----------|-------|--------------|-------|
| im0077    |       |              |       |
| im0082    |       |              |       |
| im0163    |       |              |       |
| im0235    |       |              |       |

| Nama File | Citra   | Ground Truth  | Hasil   |
|-----------|---|---|---|
| im0236    |  |  |  |

D. Analisis Hasil Performa Metode Segmentasi dengan Metode Segmentasi Thresholding

Dari beberapa hasil segmentasi pada Tabel I, II, dan III diukur kinerja metode segmentasi yang digunakan dengan menggunakan *Confusion Matrix* seperti akurasi sensitivitas dan spesifisitas. Hasil pengukuran akurasi, sensitivitas dan spesifisitas dapat dilihat pada Tabel IV, dan V dengan membandingkan *foreground* dan *background* dari gambar segmentasi dengan *ground truth* pada dataset.

TABEL IV  
HASIL PERFORMA METODE *BINARY THRESHOLDING* PEMBULUH DARAH CITRA RETINA

| Citra Retina | Binary Thresholding (%) |                    |                    |
|--------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
|              | Akurasi (Acc)           | Sensitivitas (Sen) | Spesifisitas (Spe) |
| 01test       | 95                      | 57                 | 99                 |
| 02test       | 95                      | 53                 | 00                 |
| 03test       | 95                      | 63                 | 99                 |
| 04test       | 94                      | 42                 | 99                 |
| 05test       | 93                      | 33                 | 100                |
| 06test       | 94                      | 39                 | 99                 |
| 07test       | 95                      | 50                 | 99                 |
| 08test       | 94                      | 40                 | 99                 |
| 09test       | 95                      | 57                 | 99                 |
| 10test       | 93                      | 85                 | 93                 |
| 11tets       | 92                      | 78                 | 94                 |
| 12test       | 93                      | 85                 | 94                 |
| 13test       | 95                      | 57                 | 99                 |
| 14test       | 96                      | 59                 | 99                 |
| 15test       | 96                      | 62                 | 99                 |
| 16test       | 95                      | 74                 | 97                 |
| 17test       | 93                      | 22                 | 100                |
| 18test       | 96                      | 68                 | 98                 |
| 19test       | 96                      | 55                 | 99                 |
| 20test       | 96                      | 77                 | 97                 |

Berdasarkan Tabel IV dan V diperoleh hasil dari proses segmentasi memberikan kinerja akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas yang berbeda-beda. Jika dalam proses segmentasi didapatkan citra yang bentuk pembuluh darahnya semakin kompleks maka sulit mendeteksi fitur-fitur yang diperlukan. Jika metode segmentasi kesulitan dalam mendeteksi fitur tersebut maka akurasi yang diperoleh rendah dibandingkan proses segmentasi pada citra

dengan pola pembuluh darah yang sederhana. Hasil segmentasi menunjukkan kemampuan setiap metode dalam melakukan segmentasi pembuluh darah pada masing-masing citra retina.

TABEL V  
PERBANDINGAN HASIL PERFORMA METODE *ADAPTIVE THRESHOLDING* DAN *OTSU THRESHOLDING* PEMBULUH DARAH CITRA RETINA

| Citra Retina | Adaptive Thresholding |      |      | Otsu Thresholding |      |      |
|--------------|-----------------------|------|------|-------------------|------|------|
|              | Acc                   | Sen  | Spe  | Acc               | Sen  | Spe  |
| im0001       | 0.92                  | 0.38 | 0.98 | 0.84              | 0.13 | 0.91 |
| im0002       | 0.94                  | 0.31 | 0.97 | 0.90              | 0.06 | 0.94 |
| im0003       | 0.92                  | 0.52 | 0.94 | 0.88              | 0.09 | 0.94 |
| im0004       | 0.91                  | 0.15 | 0.97 | 0.88              | 0.09 | 0.93 |
| im0005       | 0.90                  | 0.44 | 0.96 | 0.86              | 0.15 | 0.90 |
| im0044       | 0.90                  | 0.29 | 0.98 | 0.93              | 0.85 | 0.93 |
| im0077       | 0.91                  | 0.41 | 0.98 | 0.85              | 0.16 | 0.87 |
| im0081       | 0.90                  | 0.36 | 0.98 | 0.82              | 0.20 | 0.87 |
| im0082       | 0.91                  | 0.41 | 0.98 | 0.85              | 0.15 | 0.88 |
| im0139       | 0.87                  | 0.42 | 0.95 | 0.90              | 0.83 | 0.91 |
| Im0162       | 0.91                  | 0.44 | 0.97 | 0.83              | 0.15 | 0.89 |
| im0163       | 0.93                  | 0.50 | 0.98 | 0.86              | 0.17 | 0.89 |
| im0235       | 0.89                  | 0.29 | 0.99 | 0.83              | 0.21 | 0.86 |
| im0236       | 0.90                  | 0.31 | 0.99 | 0.84              | 0.26 | 0.87 |
| im0239       | 0.90                  | 0.35 | 0.98 | 0.83              | 0.17 | 0.88 |
| im0240       | 0.87                  | 0.26 | 0.98 | 0.80              | 0.17 | 0.85 |
| im0255       | 0.90                  | 0.48 | 0.96 | 0.83              | 0.21 | 0.88 |
| im0291       | 0.93                  | 0.31 | 0.97 | 0.90              | 0.09 | 0.94 |
| im0319       | 0.94                  | 0.27 | 0.99 | 0.90              | 0.09 | 0.94 |
| im0324       | 0.90                  | 0.23 | 0.98 | 0.88              | 0.15 | 0.90 |

Nilai rata-rata akurasi untuk metode *Adaptive Thresholding* sebesar 91%, sedangkan rata-rata akurasi metode *Otsu Thresholding* lebih kecil yaitu hanya 86%. Sedangkan untuk metode *Binary Thresholding* diperoleh rata-rata akurasi paling tinggi yaitu 95%. Pada metode *Binary Thresholding* diperoleh rata-rata sensitivitas yang paling tinggi yaitu 58%, sedangkan rata-rata sensitivitas yang paling kecil yaitu sebesar 22% menggunakan metode *Otsu Thresholding*. Untuk metode *Adaptive Thresholding* hanya memperoleh rata-rata sensitivitas sebesar 36%. Rata-rata spesifisitas untuk ketiga metode sudah tinggi yaitu metode *Adaptive Thresholding* 97%, *Binary Thresholding* 98%, dan *Otsu Thresholding* 90%.

Dari Tabel VI dapat dilihat bahwa [5] menggunakan metode yang mengkombinasikan perbaikan citra menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) dan CLAHE dengan segmentasi pembuluh darah menggunakan metode *Otsu Thresholding* menghasilkan nilai akurasi sangat baik namun nilai spesifisitas yang rendah.

Pada penelitian [16] menggunakan *2D-Gabor Filter* dan metode optimasi *Imperialism Competitive Algorithm* (ICA) dengan diterapkan pada dataset DRIVE diperoleh rata-rata akurasi yang tinggi yaitu 95,3%. Namun dalam penelitian ini tidak ada perhitungan sensitivitas dan spesifisitas. Pada penelitian [6] menggunakan CLAHE untuk meningkatkan kontras citra dan Filter Morfologi untuk menghilangkan *noise* objek. Kemudian dilakukan segmentasi pembuluh darah dengan menggunakan pendekatan Morfologi Hessian dan *Otsu Thresholding* berbasis wilayah. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata akurasi dan spesifisitas yang tinggi yaitu 95,33% dan 97,14%. Nilai sensitivitas pada penelitian ini masih harus ditingkatkan lagi agar dapat mendeteksi pembuluh darah retina yang lebih banyak terutama pembuluh darah yang halus dan tipis.

TABEL VI  
PERBANDINGAN HASIL PENELITIAN SEBELUMNYA UNTUK SEGMENTASI PEMBULUH DARAH CITRA RETINA

| Metode   | Hasil (%) |       |        |
|--|-----------|-------|--------|
|  | Acc       | Sen   | Spe    |
| [16]   | 95,3      | -     | -      |
| [5]  | 95,6      | 72,3  | 97,4   |
| [6]  | 95,33     | 75,21 | 97,14. |
| <b>Metode yang diusulkan (Adaptive Thresholding)</b> | 91        | 36    | 97     |
| <b>Metode yang diusulkan (Binary Thresholding)</b>   | 95        | 58    | 98     |
| <b>Metode yang diusulkan (Otsu Thresholding)</b>     | 86        | 22    | 90     |

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari metode yang diusulkan, diperoleh metode *Binary Thresholding* yang memiliki performa paling baik yaitu berdasarkan rata-rata akurasi dan spesifisitas yang tinggi yaitu 95%, 58%, 98%. Hasil ini memiliki arti metode ini memberikan hasil paling baik dalam melakukan segmentasi pembuluh darah citra retina dengan baik sesuai dengan tahapan yang dilakukan, yaitu dengan perbaikan kualitas citra, reduksi *noise*, dan *post-processing* setelah segmentasi. Rata-rata hasil performa untuk spesifisitas dari ketiga metode *Thresholding* sangat tinggi diatas 90%. Sayangnya ketiga metode *Thresholding* ini masih menghasilkan nilai sensitivitas rendah di bawah. Hal ini menunjukkan metode *Thresholding* masing-masing masih kesulitan dalam mendeteksi pembuluh darah yang tipis dan dengan percabangan yang kompleks.

UCAPAN TERIMA KASIH / ACKNOWLEDGMENT

Penelitian/Publikasi ini dibiayai pada : Anggaran DIPA Badan-Layanan-Umum Universitas SriwijayaTahun Anggaran 2021 Nomor SP DIPA 023.17.2.677515/2021, tanggal 23 November 2020 Sesuai dengan SK Rektor 007/UN.9/SK.LP@M.PT/2021

REFERENSI

[1] T. Sabhanayagam, V. Prasanna Venkatesan, and K. Senthamarakannan, "A Comprehensive Survey on Various

Biometric Systems," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 13, no. 5, pp. 2276–2297, 2018.

[2] H. E. Moss, "Retinal Vascular Changes are a Marker for Cerebral Vascular Diseases," *Current Neurology and Neuroscience Reports*, vol. 15, no. 7, pp. 1–9, 2015, doi: 10.1007/s11910-015-0561-1.

[3] 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 Recognition*, vol. 46, no. 3, pp. 703–715, 2013, doi: 10.1016/j.patcog.2012.08.009.

[4] R. C. Wihandika and N. Suciati, "Retinal Blood Vessel Segmentation with Optic Disc Pixels Exclusion," *I.J. Image, Graphics and Signal Processing*, vol. 7, no. June, pp. 26–33, 2013, doi: 10.5815/ijgisp.2013.07.04.

[5] J. Dash and N. Bhoi, "Retinal blood vessel segmentation using Otsu thresholding with principal component analysis," *Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Systems and Control, ICISC 2018*, no. Icisc, pp. 933–937, 2018, doi: 10.1109/ICISC.2018.8398938.

[6] K. BahadarKhan, A. A. Khaliq, and M. Shahid, "A morphological hessian based approach for retinal blood vessels segmentation and denoising using region based otsu thresholding," *PLoS ONE*, vol. 11, no. 7, pp. 1–19, 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0158996.

[7] L. Câmara Neto, G. L. B. Ramalho, J. F. S. Rocha Neto, R. M. S. Veras, and F. N. S. Medeiros, "An unsupervised coarse-to-fine algorithm for blood vessel segmentation in fundus images," *Expert Systems with Applications*, vol. 78, pp. 182–192, 2017, doi: 10.1016/j.eswa.2017.02.015.

[8] R. P. Singh and M. Dixit, "Histogram Equalization: A Strong Technique for Image Enhancement," *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, vol. 8, no. 8, pp. 345–352, 2015, doi: 10.14257/ijisp.2015.8.8.35.

[9] C. Shi, Y. Wang, B. Xiao, and C. Wang, "OTSU guided adaptive binarization of CAPTCHA image using gamma correction," *Proceedings - International Conference on Pattern Recognition*, vol. 0, pp. 3962–3967, 2016, doi: 10.1109/ICPR.2016.7900253.

[10] Y. Zhu and C. Huang, "An Improved Median Filtering Algorithm for Image Noise Reduction," *Physics Procedia*, vol. 25, pp. 609–616, 2012, doi: 10.1016/j.phpro.2012.03.133.

[11] N. P. Singh, R. Kumar, and R. Srivastava, "Local entropy thresholding based fast retinal vessels segmentation by modifying matched filter," in *International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA 2015*, 2015, pp. 1166–1170, doi: 10.1109/CCAA.2015.7148552.

[12] J. Flusser, S. Farokhi, C. Höschl, T. Suk, B. Zitová, and M. Pedone, "Recognition of Images Degraded by Gaussian Blur," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 25, no. 2, pp. 790–806, 2016, doi: 10.1109/TIP.2015.2512108.

[13] S. Pathan, P. C. Siddalingaswamy, and K. G. Prabhu, "A pixel processing approach for retinal vessel extraction using modified Gabor functions," *Progress in Artificial Intelligence*, vol. 7, no. 1, pp. 1–14, 2018, doi: 10.1007/s13748-017-0134-4.

[14] Y. Zhang, W. Li, L. Zhang, X. Ning, L. Sun, and Y. Lu, "Adaptive Learning Gabor Filter for Finger-Vein Recognition," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 159821–159830, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2950698.

[15] F. Farokhian and H. Demirel, "Blood vessels detection and segmentation in retina using Gabor filters," *2013 High Capacity Optical Networks and Emerging/Enabling Technologies, HONET-CNS 2013*, pp. 104–108, 2013, doi: 10.1109/HONET.2013.6729766.

[16] F. Farokhian, C. Yang, H. Demirel, S. Wu, and I. Beheshti, "Automatic parameters selection of Gabor filters with the imperialism competitive algorithm with application to retinal vessel segmentation," *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, vol. 37, no. 1, pp. 246–254, 2017, doi: 10.1016/j.bbe.2016.12.007.

[17] R. Kushol, M. H. Kabir, M. S. Salekin, and A. B. M. Ashikur Rahman, "Contrast enhancement by top-hat and bottom-hat transform with optimal structuring element: Application to retinal vessel segmentation," *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 10317, pp. 533–540, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-59876-5\_59.

- [18] K. Ahmadi, A. Y. Javaid, and E. Salari, "Signal Processing : Image Communication An efficient compression scheme based on adaptive thresholding in wavelet domain using particle swarm optimization," *Signal Processing : Image Communication*, vol. 32, pp. 33–39, 2015, doi: 10.1016/j.image.2015.01.001.
- [19] T. Y. Goh, S. N. Basah, H. Yazid, M. J. Aziz Safar, and F. S. Ahmad Saad, "Performance analysis of image thresholding: Otsu technique," *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, vol. 114, no. June 2017, pp. 298–307, 2018, doi: 10.1016/j.measurement.2017.09.052.
- [20] N. Senthilkumaran and S. Vaithegi, "Image Segmentation By Using Thresholding Techniques For Medical Images," *Computer Science & Engineering: An International Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 1–13, 2016, doi: 10.5121/cseij.2016.6101.
- [21] X. Ji, Y. Li, J. Cheng, and Y. Yu, "Cell Image Segmentation Based on an Improved Watershed Algorithm," *International Congress on Image and Signal Processing (CISP 2015)*, vol. 1, pp. 433–437, 2015.
- [22] A. Desiani, S. Yahdin, and A. Kartikasari, "Handling the imbalanced data with missing value elimination SMOTE in the classification of the relevance education background with graduates employment," *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, vol. 10, no. 2, pp. 346–354, 2021, doi: 10.11591/ijai.v10.i2.pp346-354.