



## Identifikasi Anemia *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) Mayor Berdasarkan Morfologi Sel Darah Merah

Esti Suryani<sup>1</sup>, Wiharto<sup>2</sup>, Katarina Novi Wahyudiani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Riset Group Ilmu Rekayasa dan Komputasi, Informatika, FMIPA, Universitas Sebelas Maret  
Email: <sup>1</sup>suryapalapa@yahoo.com, <sup>2</sup>wi\_harto@yahoo.com, <sup>3</sup>chetrine\_novi@gmail.com

### Abstrak

*Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) Mayor merupakan salah satu kelainan sel darah merah berdasarkan klasifikasi anemia. *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) Mayor memiliki ciri sel meliputi mikrositik, eritrosit berinti (*eritroblast*), sel target, dan *small fragment*. *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) Mayor dianalisa berdasarkan menghitung darah lengkap pada hapusan darah dengan pemeriksaan hematologi. Namun proses tersebut menimbulkan masalah, yaitu bahwa mempengaruhi keakuratan serta membutuhkan waktu. Untuk mengatasi hal tersebut, maka proses analisa dapat dilakukan dengan menggunakan teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk morfologi sel darah merah. Artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi anemia *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) Mayor berdasarkan morfologi citra sel darah merah. Metode pengolahan citra yang digunakan meliputi proses segmentasi citra berupa normalisasi citra, *threshold* warna, *threshold Otsu*, operasi morfologi erosi dan *bounding box*. Normalisasi dilakukan untuk menyamakan persebaran warna pada masing-masing citra sel darah yang akan digunakan. Normalisasi dilakukan dengan mengubah citra RGB menjadi YCbCr. *threshold* warna, *threshold Otsu*, operasi morfologi erosi digunakan untuk memisahkan sel dan inti sel. Ekstrasi ciri menghasilkan luas area sel, luas area inti sel, diameter sel dan rasio sel. Proses identifikasi untuk menentukan jenis sel berdasarkan hasil ekstrasi ciri. Proses pengujian menggunakan 5 kelompok gambar *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) Mayor yang masing-masing terdiri dari 6 gambar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa morfologi citra mampu mengidentifikasi Anemia *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) Mayor.

**Kata Kunci:** *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) Mayor, Identifikasi, Operasi morfologi

### 1. PENDAHULUAN

Sel darah merah (*eritrosit*) merupakan komponen darah yang jumlahnya paling banyak. Sel darah merah normal berbentuk cakram dengan kedua permukaannya cekung atau *bikonkaf*, tidak memiliki inti, dan mengandung hemoglobin. Kelainan pada sel darah merah terjadi karena sel darah merah dan/atau masa hemoglobin yang beredar tidak dapat memenuhi fungsinya untuk menyediakan oksigen bagi jaringan tubuh yang sering disebut dengan anemia [1]. Ada dua tipe anemia yaitu anemia gizi dan non-gizi. Anemia gizi terjadi akibat kekurangan gizi, sedangkan anemia non-gizi disebabkan oleh kelainan genetik [2]. Salah satu penyakit anemia non-gizi yang sering diderita adalah *Thalasemia*.

Anemia *Thalasemia* merupakan penyakit hemolitik atau kurangnya kadar hemoglobin yang disebabkan oleh defisiensi pembentukan rantai globin *Alpha* atau *Beta* yang menyusun hemoglobin. Berdasarkan defisiensi pembentukan rantai globin tersebut maka *Thalasemia* dibedakan menjadi *Thalasemia Alpha* dan *Thalasemia Beta* [2]. Berdasarkan gejala klinis *Thalasemia* dikategorikan menjadi dua yaitu *Thalasemia minor* dan *Thalasemia Mayor*. Jenis *Thalasemia* yang paling banyak ditemukan di

Indonesia adalah *Thalasemia Beta ( $\beta$ ) Mayor* yaitu sebanyak 50% [3]. Identifikasi *Thalasemia Beta ( $\beta$ ) Mayor* biasanya dilakukan melalui pemeriksaan hematologi, akan tetapi proses tersebut membutuhkan waktu dan keahlian (jam terbang pengidentifikasi). Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra dalam membantu mengidentifikasi sel darah [4].

*Thalasemia Beta ( $\beta$ ) Mayor* ditandai dengan rusaknya sel darah merah serta perubahan morfologi pada sel darah merah yang meliputi bentuk dan ukuran sel. Perubahan tersebut ditandai dengan adanya sel-sel abnormal yaitu sel mikrositik, eritrosit berinti (*eritroblast*), *small fragment* dan sel target (*leptocytes*). Mikrositik merupakan sel darah merah yang mempunyai ukuran sel lebih kecil dari sel darah merah normal yaitu berukuran  $< 6\mu\text{m}$  [5], *eritroblast* merupakan eritrosit yang masih muda, mempunyai ukuran yang sama dengan sel darah putih tetapi inti sel cenderung keluar, *small fragment* merupakan pecahan sel darah merah sedangkan sel target merupakan sel darah merah yang menyerupai bentuk seperti mata sapi [6].

Penelitian terkait tentang pemanfaatan teknik pengolahan citra untuk mendeteksi adanya kelainan sel pada citra darah di antaranya identifikasi penyakit anemia defisiensi besi pada citra darah dengan menggunakan deteksi tepi Canny dan operasi morfologi [7]. Deteksi adanya kelainan sel darah salah satunya sel target dengan mengidentifikasi bentuk, kebundaran dan panjang sel [8]. Deteksi dan penghitungan RBC dari gambar hapusan darah untuk mengidentifikasi malaria dan anemia dengan menggunakan metode *bounding box*, *threshold Otsu* dan operasi morfologi [9]. Serta penelitian tentang klasifikasi sel darah merah dengan proses segmentasi menggunakan metode *threshold Otsu* [10].

Mengacu pada penelitian sebelumnya, maka artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi anemia *Thalasemia Beta ( $\beta$ ) Mayor* berdasarkan morfologi citra sel darah merah. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Otsu* untuk *threshold* citra sel darah merah serta metode *bounding box* untuk seleksi sel dan *labelling*. Akan diidentifikasi anemia *Thalasemia Beta ( $\beta$ ) Mayor* berdasarkan morfologi citra sel darah merah.

## 2. METODE

### 2.1. Metodologi

Tahap-tahap yang ditempuh dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan

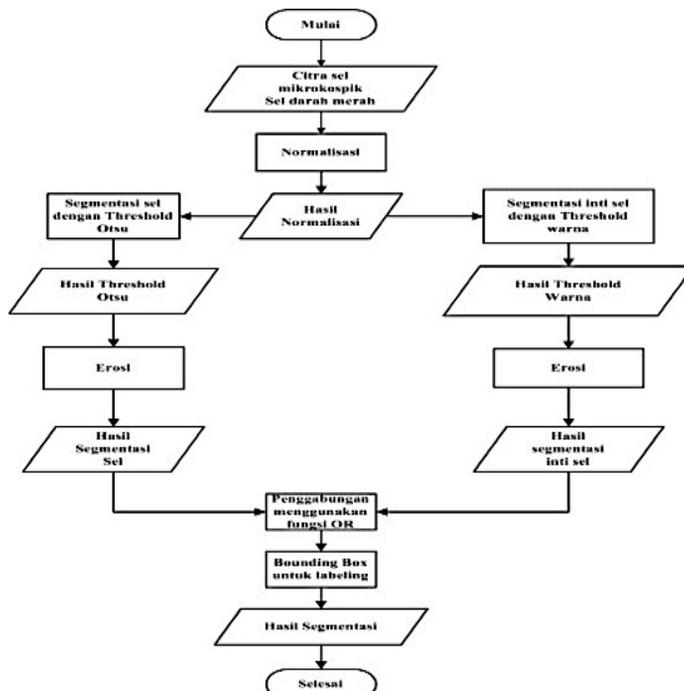
### 2.1.1 Akuisisi Citra

Akuisisi citra dilakukan dengan mengumpulkan file citra apusan mikroskopik sel darah merah anemia *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) *Mayor* dari rumah sakit Dr. Moewardi. Proses penentuan ciri citra sel darah dibantu oleh dr. Niniek Yusida Sp.Pk, M.Sc dari laboratorium patologi klinik rumah sakit umum daerah Karanganyar.

Citra yang diambil berjumlah 30 gambar dari 5 preparat dengan masing-masing preparat diambil 6 gambar dengan perbesaran 1000 kali. Hal tersebut didasarkan pada keterangan yang disampaikan oleh dr. Niniek Yusida Sp.Pk, M.Sc bahwa batas minimum gambar yang harus digunakan untuk mengidentifikasi *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) *Mayor* adalah 6 gambar untuk setiap preparat. Data yang dikumpulkan kemudian dikelompokkan menjadi 5 kelompok berdasarkan preparat tempat gambar diambil. Sebagai data pembandingan apusan mikroskopik sel darah merah anemia bukan *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) *Mayor* milik Andika Setiawan penelitian tugas akhir 2013 dari rumah sakit umum daerah Karanganyar. Citra yang digunakan berjumlah 6 gambar dengan perbesaran 1000 kali.

### 2.1.2 Segmentasi Citra

Tahapan proses segmentasi dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



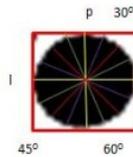
Gambar 2. Diagram alir proses segmentasi

### 2.1.3 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri dilakukan untuk memperoleh ciri yang akan digunakan pada proses identifikasi. Ciri yang diambil meliputi:

- Luas area sel, adalah jumlah piksel pada setiap sel hasil proses segmentasi.
- Luas area inti, adalah jumlah piksel hasil segmentasi inti.
- Diameter sel

Diameter sel dihitung berdasarkan ukuran panjang ( $p$ ) dan lebar ( $l$ ) dari *bounding box*, 2 garis diagonal *bounding box*, 2 garis perputaran  $30^{\circ}$  dan 2 garis perputaran  $60^{\circ}$ . Nilai terbesar dari panjang 8 garis yang terbentuk dari titik pusat sel disebut sebagai diameter maksimum sedangkan nilai terkecil dari panjang 8 garis yang terbentuk dari titik pusat sel disebut sebagai diameter minimum. Gambar 3 merupakan contoh perhitungan diameter.



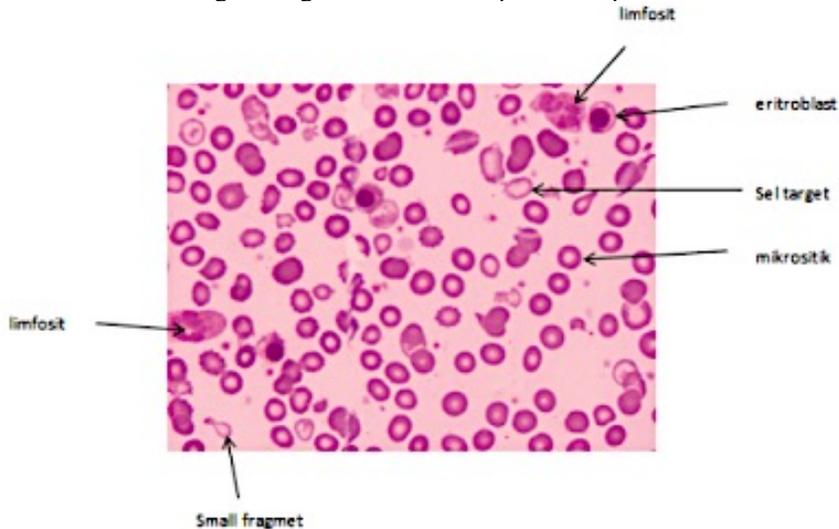
**Gambar 3.** Contoh perhitungan diameter

- Rasio sel

Rasio merupakan perbandingan antara persentase luas area dengan luas lingkaran sel darah. Rumus rasio sel terdapat pada Persamaan 1.

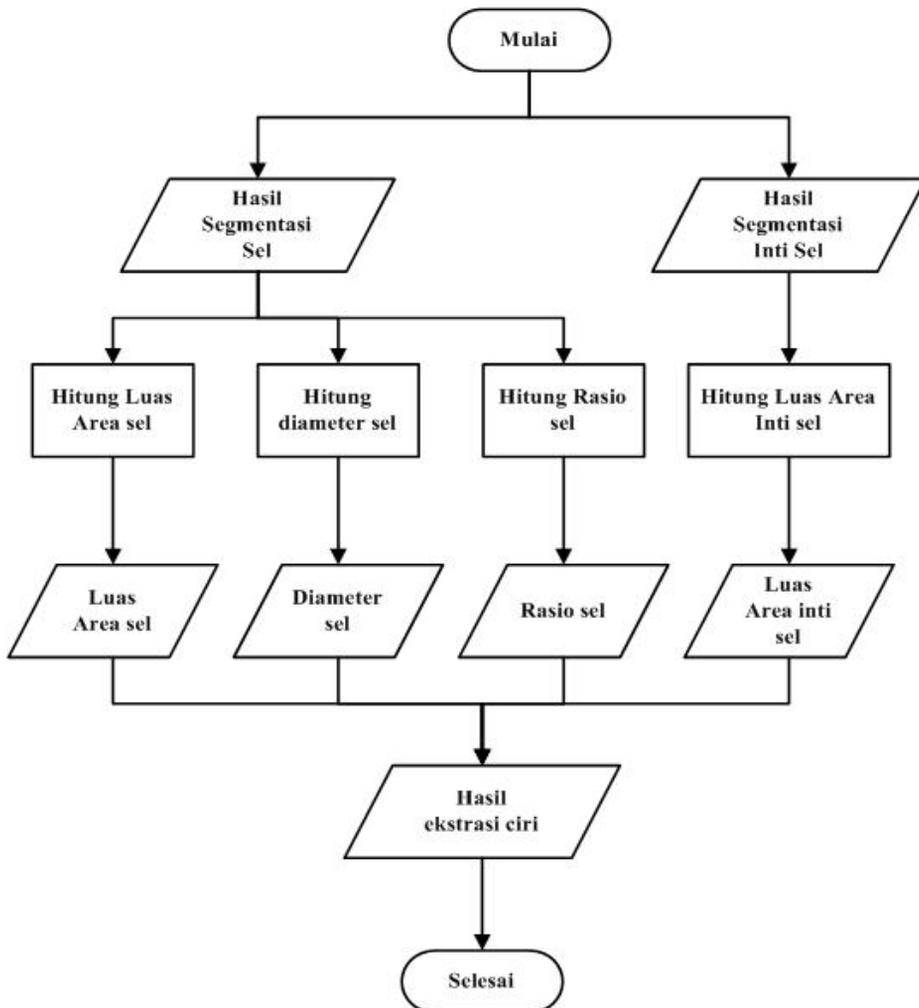
$$Rasio = \frac{\text{luas area}}{\text{Luas lingkaran}} \times 100 \quad (1)$$

Gambar ciri masing-masing sel antara lain dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Gambar ciri *Thalasemia Betha ( $\beta$ ) Mayor*

Gambaran proses ekstraksi ciri yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.

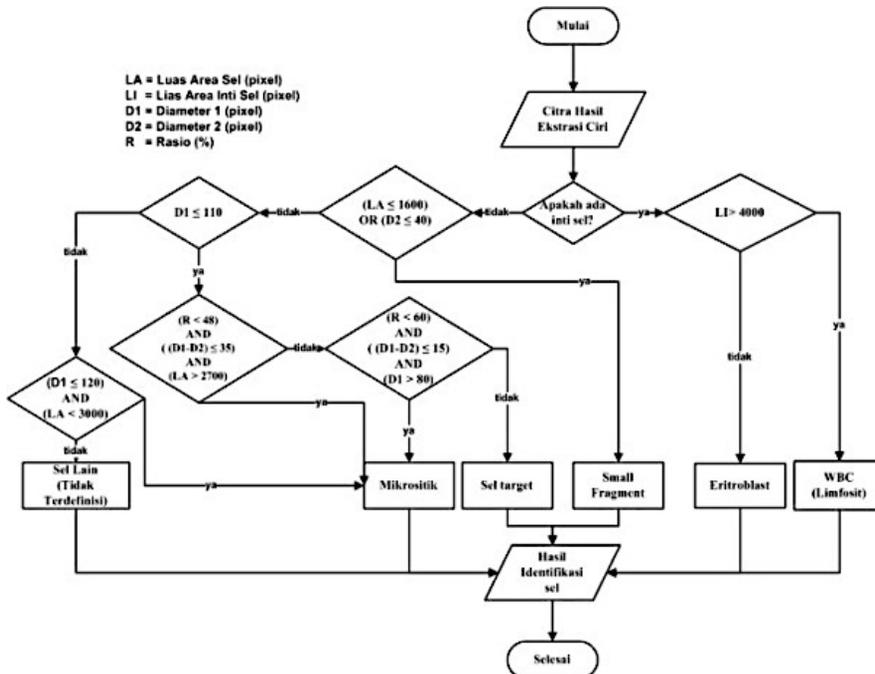


**Gambar 5.** Diagram alir proses ekstraksi ciri

#### 2.1.4 Identifikasi

Proses identifikasi *Thalasemia  $\beta$  Mayor* dilakukan dengan melakukan penjumlahan hasil identifikasi sel dari 6 gambar pada masing masing kelompok yang kemudian dilanjutkan dengan penentuan hasil identifikasi dengan ketentuan jumlah sel mikrositik dominan atau 50% dari sel yang teridentifikasi serta adanya perubahan bentuk morfologi yang meliputi eritrosit berinti, *small fragment* dan sel target.

Gambar 6 merupakan diagram alir proses identifikasi.



Gambar 6. Diagram alir proses identifikasi sel

### 2.1.5 Evaluasi Hasil

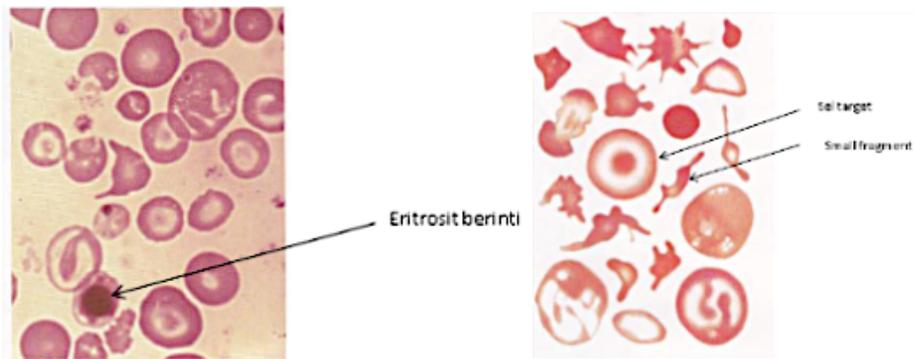
Analisis hasil didasarkan hasil identifikasi data benar yaitu data yang sesuai dengan pengelompokan data sebelumnya. Hasil keakuratan sistem dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Keakuratan sistem} = \frac{\text{Jumlah data benar}}{\text{Total Data Pengujian}} \times 100\% \quad (2)$$

## 2.2. Thalasemia

*Thalasemia Beta* merupakan kelainan yang disebabkan oleh kurangnya produksi protein *Betha*. *Thalasemia Beta* dibagi menjadi *Thalasemia Beta Trait* (Minor), *Thalasemia Intermedia*, *Thalasemia Major* (Cooley's Anemia) [11]. *Thalasemia β Mayor* atau *Thalasemia Major* mengalami perubahan bentuk abnormal pada sel mikrositik yang menjadi ciri dominan, eritrosit berinti (*eritroblast*), *small fragment* dan sel target. Mikrositik merupakan sel darah merah yang memiliki ukuran lebih kecil dari sel darah merah normal dan juga lebih kecil dari intisel (nukleus) pada sel darah putih atau  $< 6\mu\text{m}$  [1]. *Eritroblast* merupakan eritrosit yang masih muda. *Small fragment* merupakan pecahan sel darah merah. Sel target merupakan sel darah merah yang menyerupai bentuk target seperti mata sapi.

Gambar 7 merupakan sel darah merah yang terkena *Thalasemia  $\beta$  Mayor*.



**Gambar 7.** Sel darah *Thalasemia  $\beta$  Mayor* [5]

### 2.3. Citra Digital

Citra digital adalah citra  $f(x,y)$  yang telah dilakukan digitalisasi baik koordinat area maupun *brightness* level. Nilai  $f$  di koordinat  $(x,y)$  menunjukkan *brightness* atau *grayness* level dari citra pada titik tersebut. Satuan terkecil dari citra digital disebut piksel (piksel atau *picture element*). Umumnya citra dibentuk dari kotak-kotak persegi empat yang teratur sehingga jarak horizontal dan vertikal antara piksel adalah sama pada seluruh bagian citra [12].

### 2.4. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra umumnya diterapkan untuk melakukan pemodifikasian, perubahan, penggabungan maupun perbaikan kualitas citra [12].

### 2.5. YCbCr

YCbCr merupakan standar internasional bagi pengkodean *digital* gambar televisi yang didefinisikan di *CCIR Recommendation*. YCbCr terdiri dari satu komponen *luminance* (Y) dan dua komponen *chrominance* (Cb dan Cr), di mana Cb adalah komponen *chrominance* biru dan Cr adalah *chrominance* merah. Pada monitor monokrom nilai *luminance* digunakan untuk merepresentasikan warna RGB, secara psikologis mewakili intensitas sebuah warna RGB yang diterima oleh mata. *Chrominance* merepresentasikan corak warna dan *saturation*. Persamaan 3 merupakan perhitungan YCbCr dari citra RGB [13].

$$\begin{aligned} Y &= 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B \\ Cb &= -0.1687 R - 0.3313 G + 0.5 B + 128 \\ Cr &= 0.5 R - 0.4187 G - 0.0813 B + 128 \end{aligned} \quad (3)$$

Persamaan 4 merupakan perhitungan RGB dari citra YCbCr[20].

$$\begin{aligned} R &= Y + 1.402(Cr - 128) \\ G &= Y - 0.34414(Cb - 128) - 0.71414(Cr - 128) \\ B &= Y + 1.772(Cb - 128) \end{aligned} \quad (4)$$

## 2.6. Threshold Metode Otsu

Metode *Otsu* dipublikasikan oleh Nobuyuki *Otsu* pada tahun 1979. Metode ini menentukan nilai ambang dengan cara membedakan dua kelompok, yaitu objek dan latar belakang, yang memiliki bagian yang saling bertumpukan, berdasarkan histogram. Prinsip metode *Otsu* dijelaskan berikut ini [14]. Pertama-tama, probabilitas nilai intensitas  $i$  dalam histogram dihitung melalui persamaan 5.

$$p(i) = \frac{n_i}{N}, p(i) \geq 0, \sum_1^{256} p(i) = 1 \quad (5)$$

dengan  $p(i)$  menyatakan probabilitas nilai intensitas  $i$ ,  $n_i$  menyatakan jumlah piksel berintensitas  $i$  dan  $N$  menyatakan jumlah semua piksel dalam citra. Jika histogram dibagi menjadi dua kelas (objek dan latar belakang), pembobotan pada kedua kelas dinyatakan sebagai berikut.

$$w_1(t) = \sum_{i=1}^t p(i) \quad (6)$$

$$w_2(t) = \sum_{i=t+1}^L p(i) = 1 - w_1(t) \quad (7)$$

dengan  $w$  menyatakan bobot,  $L$  menyatakan jumlah aras keabuan. Rerata kedua kelas dihitung melalui:

$$m_1(t) = \sum_{i=1}^t i \cdot p(i) / W_1(t) \quad (8)$$

$$m_2(t) = \sum_{i=t+1}^L i \cdot p(i) / W_2(t) \quad (9)$$

Varians kedua kelas dinyatakan dengan

$$\sigma_1^2(t) = \sum_{i=1}^t (1 - m_1)^2 \cdot \frac{p(i)}{w_1(t)} \quad (10)$$

$$\sigma_2^2(t) = \sum_{i=t+1}^L (1 - m_2)^2 \cdot \frac{p(i)}{w_2(t)} \quad (11)$$

Varians total dapat dinyatakan dengan

$$\sigma^2(t) = \sigma_W^2(t) + \sigma_B^2(t) \quad (12)$$

dengan  $\sigma_W^2$  dinamakan sebagai *within-class variance* (WCV) dan  $\sigma_B^2$  disebut sebagai *between-class variance* (BCV). WCV dapat dinyatakan dengan

$$\sigma_W^2(t) = W_1(t) \cdot \sigma_1(t)^2 + W_2(t) \cdot \sigma_2(t)^2 \quad (13)$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa WCV adalah jumlah varians kelas secara individual yang telah diboboti dengan probabilitas kelas masing-masing. Adapun BCV dinyatakan dengan

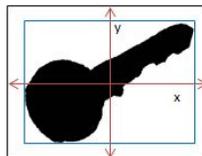
$$\sigma_B^2(t) = W_1 \cdot [m_1(t) - m_T]^2 + W_2 \cdot [m_2(t) - m_T]^2 \quad (14)$$

Dalam hal ini,  $m_T$  adalah rerata total ( $m_T = \sum_{i=1}^N i \cdot p(i)$ ).

Nilai ambang optimum dapat diperoleh dengan dua cara. Cara pertama dilaksanakan dengan meminimumkan WCV. Cara kedua dilaksanakan dengan memaksimumkan BCV. Namun, berdasarkan kedua cara tersebut, cara yang kedua lebih menghemat komputasi.

### 2.7. Bounding Box

*Bounding box* atau kotak pembatas merupakan sebuah persegi panjang yang digunakan sebagai pembatas sebuah objek dalam citra. Gambar 8 merupakan contoh *bounding box*.



Gambar 8. *Bounding box* [14].

*Bounding box* berorientasi citra milik suatu area R dapat dinyatakan dengan [14].

$$\text{Bounding box}(R) = \{y_{\min}, y_{\max}, x_{\min}, x_{\max}\}$$

dengan

$$\begin{aligned} \text{tinggi} &= y_{\max} - y_{\min} & \text{dan} \\ \text{lebar} &= x_{\max} - x_{\min} \end{aligned} \quad (15)$$

sehingga perbandingan antara luas kotak pembatas dengan luas area dapat dihitung menggunakan persamaan

$$\text{rasio bounding box} = \frac{\text{luas area objek}}{(y_{\max} - y_{\min}) \cdot (x_{\max} - x_{\min})} \quad (16)$$

### 2.8. Erosi

Operasi erosi antara citra A dengan strel B dituliskan dengan  $A \ominus B$  dimana A dan B adalah himpunan dari  $Z^2$  dan dapat didefinisikan sebagai berikut [12].

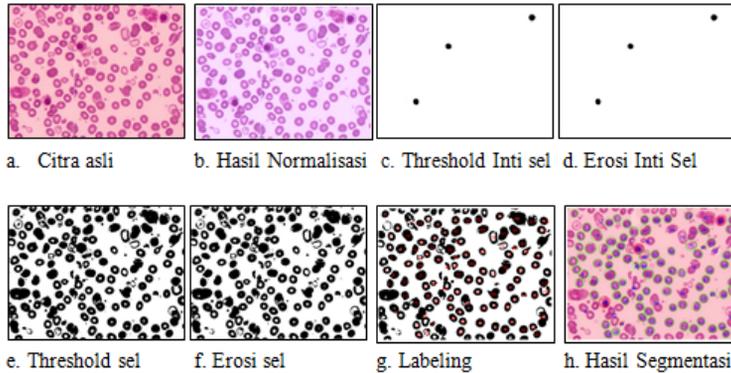
$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \quad (17)$$

Persamaan tersebut menjelaskan bahwa erosi terjadi antara citra A oleh strel B terdiri atas semua titik  $z = (x, y)$  dimana  $(B)_z$  ada di dalam himpunan A.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Segmentasi Citra

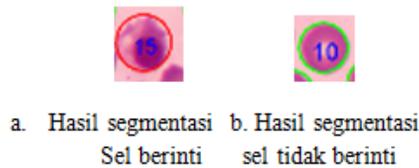
Contoh hasil proses segmentasi dapat ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses segmentasi sel

#### 3.2. Ekstraksi Ciri

Contoh hasil segmentasi yang selanjutnya akan dilakukan untuk proses ekstraksi ciri dapat ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Contoh hasil segmentasi

Dari hasil segmentasi, diperoleh beberapa ciri yang akan digunakan untuk proses identifikasi yaitu luas area sel, luas area inti sel, diameter maksimum, diameter minimum dan rasio. Berikut merupakan contoh perhitungan ekstraksi ciri dari Gambar 10 (a) dan Gambar 10 (b) yang merupakan sel hasil segmentasi dari Gambar 14 (a) yang merupakan citra asli dari gambar Th5-4, dari hasil percobaan, dicontohkan hasil perhitungan untuk Gambar 10.a.

- Luas Area Sel ada 6201 piksel.
- Luas Area Inti sebesar 2135 piksel.
- Diameter Sel, diameter maksimum = 103 piksel dan diameter minimum = 82 piksel.
- Rasio Sel, merupakan perbandingan antara luas area sel dengan luas lingkaran dimana jari-jari lingkaran merupakan diameter maksimum pada setiap sel.

$$\text{Rasio Sel} = \frac{6201}{3,14 * 51,5 * 51,5} \times 100\% = \frac{6201}{8328,065} \times 100\% = 74\%$$

### 3.3. Identifikasi

Identifikasi jenis sel dilakukan berdasarkan luas area sel, luas area inti sel, diameter maksimum, diameter minimum dan rasio sel dari hasil proses ekstraksi ciri dimana sel yang akan diidentifikasi meliputi mikrositik, sel target, *eritroblast small fragment* dan *WBC*. Tabel 1 merupakan *rule* penentuan jenis sel dimana untuk jenis sel *small fragment* menggunakan fungsi OR sedangkan untuk jenis sel mikrositik dan sel target menggunakan fungsi AND.

**Tabel 1.** Rule penentuan jenis sel

No	Jenis Sel	Luas Area Sel (LA) (piksel)	Luas Area Inti Sel (LI) (piksel)	Diameter Maksimum (D1) (piksel)	Diameter Minimum (D2) (piksel)	Selisih Diameter (piksel)	Rasio (R) (%)
1	<i>Eritroblast</i>	-	$0 < LI \leq 4000$	-	-	-	-
2	WBC	-	$> 4000$	-	-	-	-
3	<i>Small fragment</i>	$\leq 1600$	0	-	$\leq 40$	-	-
4	Sel Target	$> 2700$	0	$\leq 110$	$> 40$	$\leq 35$	$< 48$
	Sel Target	$> 1600$	0	$80 < D1 \leq 110$	$> 40$	$\leq 15$	$< 60$
	Sel Target	$< 1600$ LA $< 3000$	0	$110 < D1 \leq 120$	-	-	-
5	Mikrositik	$> 1600$	0	$\leq 110$	$> 40$	$> 15$	$\geq 60$

Berdasarkan proses ekstraksi ciri yang telah dilakukan sebelumnya Gambar 10(a) mempunyai ciri sebagai berikut.

Luas Area Sel (LA) = 6201 piksel,  
 Luas Area Inti Sel (LI) = 2135 piksel,  
 Diameter Maksimum (D1) = 103 piksel,  
 Diameter Minimum (D2) = 82 piksel,  
 Rasio Sel (R) = 74%.

dan Gambar 10 (b) mempunyai ciri sebagai berikut.

Luas Area Sel (LA) = 4603 piksel,  
 Luas Area Inti Sel (LI) = 0 piksel,  
 Diameter Maksimum (D1) = 82 piksel,  
 Diameter Minimum (D2) = 79 piksel,  
 Rasio Sel (R) = 87%

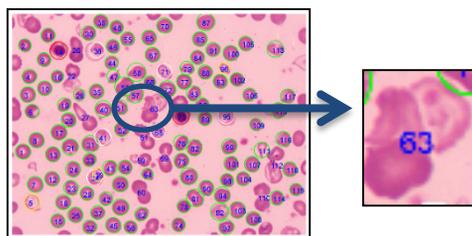
Berdasarkan hasil tersebut maka Gambar 10 (a) diidentifikasi sebagai *eritroblast* karena  $0 < \text{Luas Area Inti Sel} \leq 4000$ , sedangkan Gambar 10(b) diidentifikasi sebagai mikrositik karena mempunyai Luas Area  $> 1600$ , diameter maksimum  $\leq 110$ , diameter minimum  $> 40$  dan Rasio  $\geq 60$ . Penentuan hasil identifikasi *Thalasemia Beta* ( $\beta$ ) *Mayor* dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut.

**Tabel 3.** Aturan penentuan *Thalasemia Betha* ( $\beta$ ) *Mayor*

No	Jenis Sel	Jumlah
1	Mikrositik	>50% dari Jumlah Sel
2	Sel Target	>1
3	<i>Small fragment</i>	>1
4	<i>Eritroblast</i>	$\geq 1$

### 3.4. Analisa Hasil dan Evaluasi

Berdasarkan hasil identifikasi Gambar 11 sel no 63 teridentifikasi sel lain atau tidak terdefinisi dikarenakan sistem belum mampu memisahkan 2 sel yang tumpang tindih sehingga pada proses ekstraksi ciri diperoleh luas area sel 11260 piksel, luas area inti sel 0, diameter maksimal 158 piksel, diameter minimal 140 piksel dan rasio sel 57%, dimana ekstraksi ciri yang dihasilkan tidak terdapat pada *rule* penentuan jenis sel di Tabel 1.



**Gambar 11.** Hasil segmentasi gambar th5-1

## 4. SIMPULAN

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa morfologi citra mampu mengidentifikasi *Thalasemia Betha* ( $\beta$ ) *Mayor*.

## 5. REFERENSI

- [1] Laboratorium Patologi Klinik. 2002. *Diktat Hematologi 2002*. Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin.
- [2] Ganie, R A. 2005. *Thalasemia: Permasalahan dan Penanganannya*. USU e-Repository.
- [3] Rund D, Rachmilewitz E. 2005. Medical Progress  $\beta$  Thalassemia. *NEJM*. Vol. 353(1):1135-1146
- [4] Houwen, B., (2001). *The Differential Cell Count*. Loma Linda, California: Carden Jennings Publishing Co., Ltd.

- [5] Bell, A., Sallah, S. 2005. *The Morphology of Human Blood Cells – Seventh Edition*. Memphis: Division of Hematology, University of Tennessee Health Science Center.
- [6] Rudrajit, Paul, Koelina, S. Suvabrata D., Narayan C.H., Raja, B. 2013. *E Beta Thalassemia Complicated By Steroid Responsive Auto Immune Hemolytic Anemia Due To Systemic Lupus Erythematosus*. The West Bengal University of Health Sciences.
- [7] Setiawan, A., Suryani, E., Wiharto. 2013. *Segmentasi Citra Sel Darah Merah Berdasarkan Morfologi Sel Untuk Mendeteksi Anemia Defisiensi Besi*. Penelitian Tugas Akhir 2013.
- [8] Taherisadr, Mojtaba, Mona Nasirzonouzi, Behzad Baradaran, Alireza Mehdizade. 2013. *New Approach to Red Blood Cell Classification Using Morphological Image Processing*. Research Center of Biomedical Physics and Engineering, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, IR Iran
- [9] Tomari, R., Zakaria, et al. 2015. Red Blood Cell Counting Analysis By Considering Anoverlapping Constraint. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. Vol. 10(3): 1413-1420.
- [10] Singh, U., Singh, N. 2014. Shape Analysis of Erythrocytes using Mean Shift Segmentation. *International Journal of Engineering Trends and Technology(IJETT)*. Vol 12(1): 45-49.
- [11] Weatherall D.J and Clegg J.B. 2001. *The Thalasemia Syndromes (4<sup>th</sup> edn)*. Blackwell Scientific Publ. Oxford
- [12] Gozales, R.C., Woods, R.E. 2010. *Digital Image Processing – Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- [13] Jack, K. 2005. *Video Demystified: A Handbook for the Digital Engineer 4th Edition*. Elsevier Inc. ISBN: 0-7506-7822-4.
- [14] Kadir, A., Susanto, A. 2013. *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta, Andi Publisher.

