

## **RANCANG BANGUN PERANGKAT LUNAK UNTUK PERHITUNGAN SEL DARAH MERAH NORMAL DAN TERINFEKSI MALARIA**

**Setyowati, Kusworo Adi, dan Choirul Anam**

*Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang.*

E-mail: [kusworoadi@undip.ac.id](mailto:kusworoadi@undip.ac.id)

Received: 09 Juni 2019; revised: 07 Juli 2019; accepted: 08 Juli 2019

### **ABSTRACT**

*Malaria is a serious global health problem. Calculation of normal and malaria-infected red blood cells is manually calculated on image of the blood taken by the light microscope. The calculation of the normal and the malaria-infected red blood cells is to know the percentage of parasites and their growth. In addition, it was used to determine the percentage of inhibition parasite growth. The aim of this study is to automatically calculate a total, normal and malaria-infected red blood cells. The steps for the calculation of the total of red blood cells: normalization, thresholding, separation and calculation of the red blood cells by labeling. The steps of calculation of malaria-infected red blood cells: converting RGB image to grayscale and to binary image, sweeping, and the calculation of malaria-infected red blood cells. The normal red blood cells can be determined by subtracting the total of the red blood cells with the malaria-infected red blood cells. This software is able to automatically calculate the total, normal and malaria-infected red blood cells. The results of automated calculation with the developed software are not different from a manual calculation. The calculation error of the program compared to the manual calculation is only one or two of the red blood cells for each image.*

**Keywords:** *malaria, calculation of blood cell, infected blood cell.*

### **ABSTRAK**

*Malaria merupakan masalah kesehatan global yang serius. Selama ini, perhitungan sel darah merah normal dan terinfeksi malaria dilakukan secara manual dari citra darah yang diperoleh dengan mikroskop cahaya. Perhitungan sel darah merah normal dan terinfeksi malaria dilakukan untuk mengetahui persentase dan pertumbuhan parasit. Selain itu, juga digunakan untuk mengetahui persentase penghambatan pertumbuhan parasit. Penelitian ini dilakukan untuk perhitungan sel darah merah total, normal dan terinfeksi malaria secara otomatis. Tahapan yang digunakan untuk perhitungan sel darah merah total adalah sebagai berikut: normalisasi citra, thresholding, pemisahan, pelabelan, dan perhitungan sel darah. Proses perhitungan sel darah merah terinfeksi malaria memiliki tahapan: mengubah citra ke grayscale, kemudian ke citra biner, penyapuan, dan perhitungan sel darah merah yang terinfeksi. Sel darah merah normal dapat diketahui jumlahnya dengan mengurangi jumlah sel darah merah total dan sel darah merah terinfeksi malaria. Perangkat lunak yang dikembangkan ini dapat melakukan perhitungan secara otomatis terhadap sel darah merah total, normal dan terinfeksi malaria. Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak ini menghasilkan nilai yang tidak jauh berbeda dari perhitungan manual. Kesalahan perhitungan menggunakan program tidak lebih dari dua sel darah merah dalam setiap citra.*

**Kata kunci:** *malaria, perhitungan sel darah, sel darah terinfeksi malaria*

## I. PENDAHULUAN

Malaria merupakan salah satu penyakit yang banyak terjadi pada daerah tropis dan subtropis. Penyakit ini dapat menyebabkan kematian, terutama pada kelompok risiko tinggi yaitu bayi, anak balita, dan ibu hamil. Malaria ditimbulkan oleh parasit *Plasmodium* akibat gigitan nyamuk *Anopheles* betina [1]. Umumnya, setelah gigitan tersebut, parasit masuk ke dalam tubuh dan berkembang biak di dalam organ hati. Saat parasit telah dewasa, parasit keluar dari organ hati dan menyerang sel darah merah. Kerusakan sel darah merah menimbulkan gejala anemia pada penderita.

Pada tahun 2009, kejadian luar biasa (KLB) dilaporkan terjadi di Pulau Jawa (Jawa Tengah, Jawa Timur dan Banten), Kalimantan (Kalimantan Selatan), Sulawesi (Sulawesi Barat), NAD dan Sumatera (Sumatera Barat dan Lampung) dengan total jumlah penderita sebanyak 1.869 orang dan meninggal sebanyak 11 orang [2].

Dengan demikian, deteksi malaria sejak dini secara akurat merupakan hal yang sangat penting. Diantara teknik yang umum digunakan untuk deteksi malaria adalah dengan menghitung persentase sel darah merah (eritrosit) normal dan persentase sel darah yang terinfeksi malaria [3]. Perhitungan manual dari citra darah yang diperoleh dari mikroskop cahaya merupakan teknik yang sering digunakan, tetapi teknik ini memerlukan waktu yang lama, proses yang cukup melelahkan dan memerlukan tenaga ahli untuk melakukan perhitungan [4]. Untuk mengatasi hal tersebut, perangkat lunak *MalariaCount* telah dikembangkan yang secara otomatis dapat menghitung sel darah normal dan sel darah yang terinfeksi malaria. Dari pengujian yang dilakukan, hasilnya menunjukkan korelasi erat antara perhitungan *MalariaCount* dan perhitungan manual. Temuan ini menunjukkan bahwa perangkat lunak (*software*) berpotensi sebagai alat penghitung parasit secara otomatis, cepat, dan akurat [5].

Namun demikian, *MalariaCount* sebagai *tools* untuk deteksi malaria harganya cukup mahal. Oleh karena itu, perlu dikembangkan perangkat lunak yang murah, cepat, tetapi akurat. Penelitian ini berusaha mengembangkan perangkat lunak untuk perhitungan jumlah sel darah merah total, normal, dan terinfeksi malaria secara otomatis dengan algoritma yang berbeda dengan sebelumnya. Perhitungan jumlah sel darah total mengacu pada penelitian Hartadi dkk [6], dengan menambahkan pemisahan sel yang bertumpuk. Penentuan sel darah merah normal dan terinfeksi malaria didasarkan pada operasi morfologi. Setelah itu, jumlah sel normal dan sel darah yang terinfeksi malaria dapat dihitung.

## METODE

### Representasi citra

Format citra digital yang dipakai adalah citra warna (*red-green-blue*, RGB). Citra warna kemudian dikonversi ke citra skala keabuan (*gray scale*). Format citra ini disebut skala keabuan karena memiliki skala dari 0 hingga 255. Nilai 0 menunjukkan warna hitam, nilai 255 menunjukkan warna putih, dan nilai diantara 0-245 menunjukkan warna abu-abu sesuai dengan nilainya [7].

### Thresholding

Pengambangan (*thresholding*) didefinisikan sebagai proses pengubahan citra dari *gray scale* menjadi citra biner dengan menggunakan nilai ambang batas (*threshold*) tertentu. Citra biner memiliki warna hitam (0) dan putih (1). Jadi, nilai piksel citra *gray scale* diatas nilai ambang diubah menjadi 1, dan nilai piksel citra *gray scale* di bawah ambang diubah menjadi 0 [5]. Penentuan nilai *threshold*, dilakukan dengan membuat histogram citra, dan dari hasil histogram didapat dua puncak. Batas antara dua puncak tersebut merupakan nilai *threshold*.

**Operasi morfologi**

Operasi morfologi merupakan teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan bentuk (*shape*) sebagai dasar dalam pengolahan [8]. Operasi-operasi yang tergolong operasi morfologi yaitu dilasi, erosi, *opening*, dan *closing*.

Dilasi merupakan operasi morfologi untuk menambahkan piksel pada batas antar objek dalam suatu citra sehingga citra biner menjadi lebih tebal [8]. Persamaan yang digunakan adalah [9]:

$$D(A, S) = A \oplus S \tag{1}$$

dengan A adalah objek, S adalah *structure element (strel)*, dan  $\oplus$  adalah simbol untuk proses dilasi dan dioperasikan dengan logika OR.

Erosi adalah operasi morfologi untuk mengurangi piksel pada batas antar objek dalam suatu citra digital [8]. Operasi erosi menyebabkan pengurangan pada batas citra asal sehingga citra menjadi lebih tipis. Operasi erosi menggunakan persamaan [9]:

$$E(A, S) = A \ominus S \tag{2}$$

dengan A adalah objek, S adalah *structure element (strel)* dan  $\ominus$  adalah simbol *strel* yang ditranslasi dan dioperasikan dengan logika AND.

*Opening* adalah kombinasi proses *erosi* dilanjutkan dengan *dilasi*. Fungsi operasi ini adalah memutus obyek-obyek yang tersambung. Proses ini dihitung dengan persamaan [9]:

$$A \circ S = (A \ominus S) \oplus S \tag{3}$$

dengan A adalah objek, S adalah *structure element (strel)*, dan  $\circ$  adalah simbol *opening*.

*Closing* adalah kombinasi operasi *dilasi* dilanjutkan dengan *erosi*. Fungsi operasi ini adalah untuk menyambung obyek-obyek yang terputus. Proses ini dirumuskan sebagai [9]:

$$A \bullet S = (A \oplus S) \ominus S \tag{4}$$

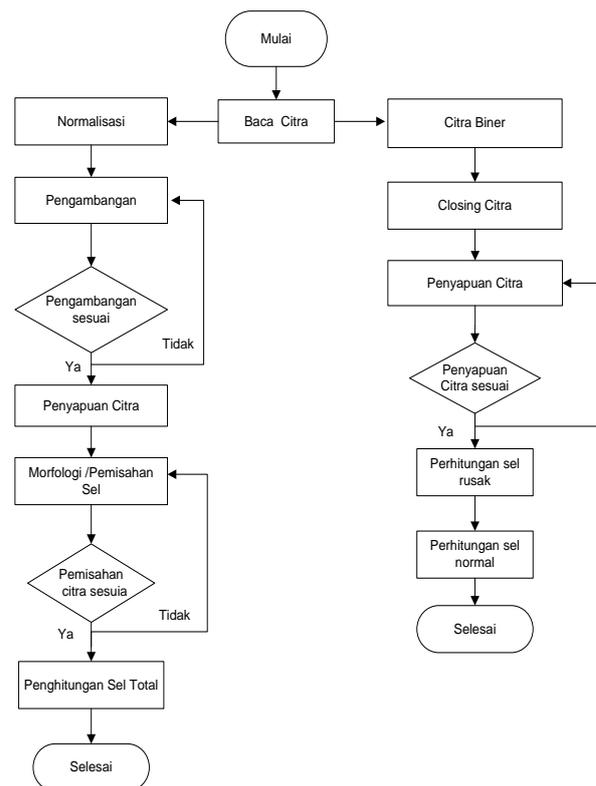
dengan A adalah objek, S adalah *structure element (strel)*, dan  $\bullet$  adalah simbol *closing*.

**Labelling**

*Labelling* yaitu sebuah algoritma pengelompokan obyek yang sudah terklasifikasi dengan memberikan nomor pada setiap obyek [10]. Dengan proses ini jumlah dari objek dapat dihitung dengan sangat mudah [11].

**Algoritma perhitungan sel darah**

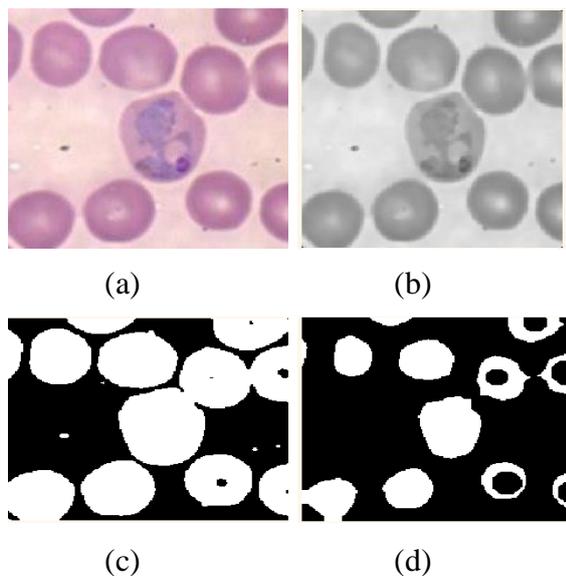
Secara garis besar, algoritma perhitungan sel darah merah total dan sel darah yang terinfeksi ditunjukkan oleh Gambar 1. Semua proses dikerjakan dengan Matlab.



Gambar 1. Diagram alir algoritma perhitungan sel darah merah. Bagian kiri untuk perhitungan sel darah merah total, dan bagian kanan untuk perhitungan sel darah merah yang terinfeksi malaria.

### Perhitungan sel darah total

Proses perhitungan sel darah total dari citra awal sampai citra dengan hasil pemisahan ditunjukkan oleh Gambar 2. Pertama dilakukan konversi RGB ke *grayscale* (2a). Lalu dilakukan proses *thresholding* (2c). Proses *thresholding* merupakan proses untuk memisahkan objek terhadap latar belakangnya. Pemilihan nilai *threshold* dapat dilakukan dengan mengatur nilai diantara dua puncak histogram. Selanjutnya dilakukan proses pemisahan (2d). Pemisahan dilakukan dengan proses *opening*, yaitu dengan mengeset nilai *strel* pada rentang 0-20. Nilai *strel* antara satu citra dengan citra lain berbeda-beda karena citra yang diperoleh dari akuisisi yang berbeda-beda. Setelah itu, sel darah total dapat dihitung dengan memberi label pada setiap sel darah.



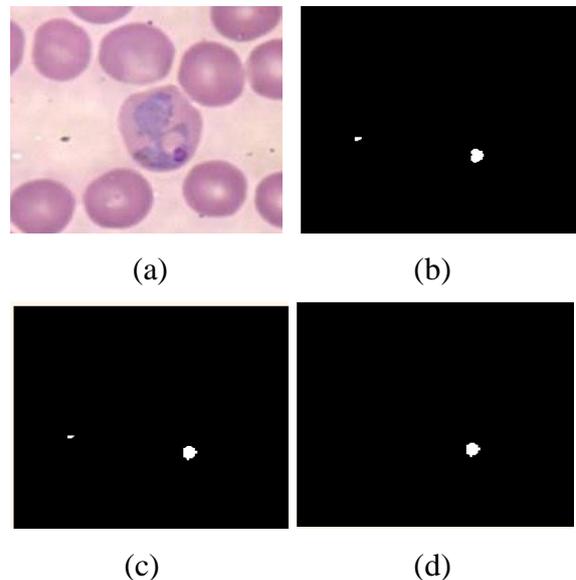
Gambar 2. Proses perhitungan sel darah merah total. (a). Citra asli dalam bentuk RGB, (b). Citra dalam bentuk *gray scale*, (c). Citra dalam bentuk biner sebagai hasil proses *thresholding*, (d). Citra hasil pemisahan.

### Perhitungan sel darah terinfeksi

Proses perhitungan sel darah merah terinfeksi malaria ditunjukkan oleh Gambar 3.

Perhitungan sel darah merah terinfeksi malaria dilakukan dengan mengubah citra RGB ke *grayscale*, dan mengubah citra *gray scale* ke dalam bentuk biner (3b). Pengubahan ini agar sel darah terinfeksi malaria memiliki nilai berbeda dengan sel darah normal dan latar belakangnya. Sel darah terinfeksi malaria bernilai 1, sedangkan sel darah normal bernilai 0.

Sel darah terinfeksi malaria setelah diubah kedalam citra biner terdapat sel-sel yang putus sehingga diperlukan penyambungan dengan *closing* (3c). Tujuan dari *closing* citra adalah agar sel darah yang putus dapat tersambung. Selanjutnya dilakukan penyapuan untuk membuang obyek yang tidak diinginkan (3d). Pixel di bawah nilai yang telah ditentukan akan hilang atau disapu. Setelah itu, sel dapat dihitung dengan cara memberi label pada setiap sel darah.

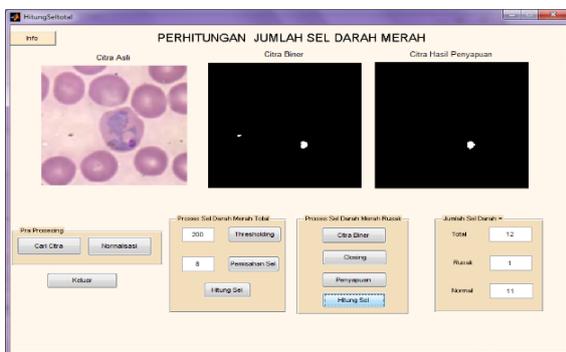


Gambar 3. Proses perhitungan sel darah merah terinfeksi malaria. (a). Citra asli, (b). Citra biner, (c). Citra hasil proses *closing*, (d). Citra hasil penyapuan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Program yang dikembangkan ini adalah untuk menghitung sel darah merah total dan

sel darah terinfeksi malaria. Dengan mengetahui sel darah merah total dan terinfeksi malaria, maka dapat diketahui jumlah sel darah normal. Tampilan program untuk menghitung secara otomatis sel darah merah total, terinfeksi malaria dan normal ditunjukkan oleh Gambar 4. Hasil perhitungan sel darah merah secara otomatis menggunakan program dan perbandingannya terhadap perhitungan manual ditunjukkan oleh Tabel 1.



Gambar 4. Tampilan program perhitungan sel darah merah total dan sel darah yang terinfeksi malaria.

Tampak bahwa kesalahan perhitungan tidak lebih dari dua sel darah merah setiap citra, bahkan kebanyakan kesalahan hanya satu sel darah merah pada setiap citra. Kesalahan perhitungan dikarenakan proses pemisahan sel darah bertumpuk yang kurang optimum. Data pada Tabel 1 dapat dibuat grafik korelasi antara perhitungan manual dan perhitungan secara otomatis menggunakan program seperti tampak pada Gambar 5 dan 6.

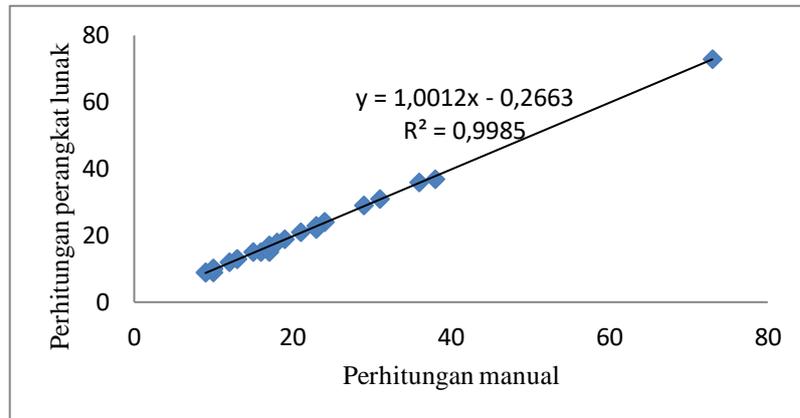
Gambar 5. menunjukkan korelasi linear sel darah merah total antara perhitungan manual dan perhitungan otomatis menggunakan program komputer yang telah dibuat. Diperoleh bahwa nilai  $R^2$  hampir sempurna mendekati 1, yaitu 0,9985.

Tabel 1. Hasil perhitungan sel darah total, sel darah yang terinfeksi malaria, dan sel darah normal yang dihitung secara manual dan dihitung menggunakan program.

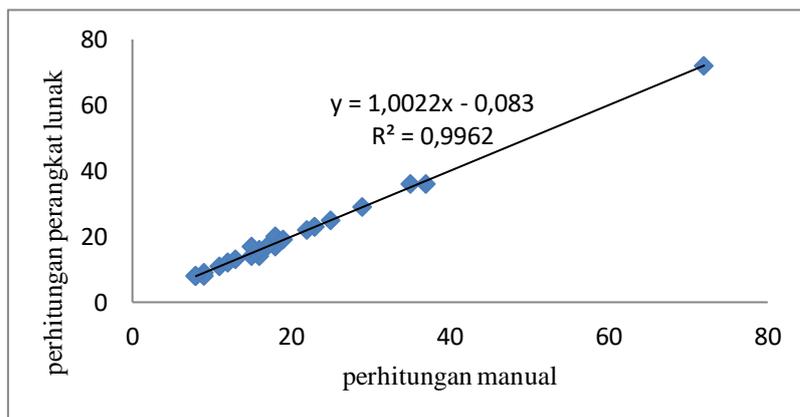
Citra ke-	Jumlah sel darah merah total		Jumlah sel darah merah terinfeksi malaria		Jumlah sel darah merah normal	
	Manual	Program	Manual	Program	Manual	Program
1	12	12	1	1	11	11
2	24	24	1	1	23	23
3	31	31	6	6	25	25
4	10	10	2	2	8	8
5	88	88	1	1	87	87
6	10	10	1	1	9	9
7	38	37	1	1	37	36
8	13	13	1	1	12	12
9	19	19	1	2	18	17
10	9	9	1	1	8	8
11	17	17	0	0	17	17
12	16	15	1	1	15	14
13	17	15	1	1	16	14
14	10	9	1	1	9	8
15	17	17	1	1	16	16
16	29	29	0	0	29	29
17	23	23	1	1	22	22
18	9	9	1	1	8	8
19	18	18	3	1	15	17
20	15	15	2	2	13	13
21	36	36	1	0	35	36
22	23	22	5	3	18	20
23	21	21	2	2	19	19
24	24	24	1	0	23	23
25	13	13	1	1	12	12

Gambar 6. menunjukkan korelasi linear jumlah sel darah merah normal antara perhitungan manual dan perhitungan otomatis menggunakan program komputer. Sekali lagi, diperoleh hasil korelasi yang mendekati 1, yaitu sebesar 0,9962.

Hasil ini menunjukkan bahwa sel darah merah total dan sel darah yang terinfeksi oleh malaria dapat dihitung secara otomatis menggunakan program komputer yang telah dikembangkan dengan akurasi yang tinggi. Perhitungan sel darah merah secara otomatis akan membantu tenaga medis dan mempercepat dalam mendiagnosis pasien yang diduga terjangkit malaria. Namun demikian, masih terdapat kesalahan antara satu atau dua sel pada perhitungan sel darah total, sehingga algoritma perhitungan sel darah ini perlu ditingkatkan lagi sehingga kalau bisa perhitungan sel darah dapat dilakukan tanpa kesalahan atau kesalahannya mendekati nol.



Gambar 5. Grafik korelasi sel darah merah total menggunakan perhitungan manual dan perhitungan otomatis.



Gambar 6. Grafik korelasi sel darah merah normal menggunakan perhitungan manual dan perhitungan otomatis.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan:

1. Telah berhasil dibuat perangkat lunak (program komputer) yang mampu melakukan perhitungan sel darah normal dan sel darah yang terinfeksi malaria. Program telah diujikan pada 25 citra sampel darah.
2. Tahapan perhitungan sel darah merah total yaitu normalisasi, pengembangan, penyapuan, pemisahan sel darah, dan perhitungan jumlah sel darah merah total. Tingkat akurasi perhitungan sel darah merah total yaitu 80%.
3. Proses perhitungan sel darah merah terinfeksi malaria memiliki tahapan yaitu citra biner, *closing*, penyapuan, dan perhitungan sel darah merah terinfeksi malaria. Sel darah merah normal dapat diketahui jumlahnya dengan mengurangi jumlah sel darah merah total dan sel darah merah terinfeksi malaria. Tingkat akurasi perhitungan sel darah merah terinfeksi malaria dan normal berturut-turut yaitu 80 % dan 72 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Collins WE, Jeffery GM. Plasmodium malariae: Parasite and Disease. *Clin Microbiol Rev.* 2007;20(4):579–592.
- [2] Hakim L. Malaria: Epidemiologi dan Diagnosis. *Aspirator.* 2011;3(2):107-116.
- [3] Mau F, Mulatsih. Perubahan jumlah limfosit pada penderita malaria falciparum dan vivax. *Buletin Penelitian Kesehatan.* 2017;45(2):97-102.
- [4] Savkare SS, Narote SP. Automatic classification of normal and infected blood cells for parasitemia detection. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security.* 2011;11(2):94-97.
- [5] Selena WS, Sun W, Kumar S, et al. MalariaCount: An image analysis-based program for the accurate determination of parasitemia. *J Microbiol Methods.* 2007;68(1):11-18.
- [6] Hartadi D, Sumardi, Isnanto RR. *Simulasi perhitungan jumlah sel darah merah.* Transmisi. 2004;8(2):1-6.
- [7] Achmad B, Firdausy K. *Teknik pengolahan citra menggunakan Delphi.* Yogyakarta: Ardi Publishing; 2005.
- [8] Nurraharjo E. Implementasi Morphology concept and technique dalam pengolahan citra digital untuk menentukan batas obyek dan latar belakang citra. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK.* 2011;16(2):134-138.
- [9] Trisnadik N, Hidayatno A, Isnanto R. Pendeteksian posisi plat nomor kendaraan menggunakan metode morfologi matematika. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro.* 2013;2(1):55-62.
- [10] Lochovsky AF. Algorithms for realtime component labelling of images. *Image and Vision Computing.* 1988;6(1):21-28.
- [11] Mozef E. Algoritma labeling citra biner dengan performansi optimal processor-time. *Jurnal Informatika.* 2004;5(2):67-77.