

## Pengembangan Sistem Klasifikasi Stadium Malaria *Plasmodium falciparum* pada Citra Mikroskopis Sel Darah Menggunakan *Multi Layer Perceptron*

Inayaturrehman<sup>1</sup>, I Made Gede Sunarya<sup>2</sup>, I Gede Mahendra Darmawiguna<sup>3</sup>

Jurusan Pendidikan Teknik Informatika

Universitas Pendidikan Ganesha

Singaraja, Bali

E-mail: 1215051059@undiksha.ac.id<sup>1</sup>, sunarya@undiksha.ac.id<sup>2</sup>,  
mahendra.darmawiguna@undiksha.ac.id<sup>3</sup>

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan : (1) untuk mengimplementasikan sistem klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum* pada citra mikroskopis sel darah menggunakan *Multi Layer Perceptron* (MLP), (2) untuk mengetahui tingkat akurasi dari pengembangan sistem klasifikasi stadium malaria *P. falciparum* pada citra mikroskopis sel darah menggunakan *Multi Layer Perceptron* (MLP).

Model penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan model *waterfall*. Model tersebut meliputi beberapa tahap yakni analisis kebutuhan sistem, *design* (perancangan), implementasi, dan pengujian perangkat lunak.

Implementasi dan pengujian pada penelitian ini adalah suatu Sistem Klasifikasi Stadium Malaria *Plasmodium falciparum* pada Citra Mikroskopis Sel Darah menggunakan bahasa pemrograman Matlab R2015a. Dalam implementasi, metode pengolahan citra digital yang digunakan yaitu *preprocessing*, segmentasi, morfologi, dan ekstraksi fitur. Metode JST untuk klasifikasi menggunakan *Multi Layer Perceptron* berdasarkan algoritma pembelajaran *backpropagation* dengan arsitektur jaringan 11 neuron *input layer*, 7 neuron *hidden layer*, dan 3 neuron *output layer*. Input perangkat lunak ini adalah citra berekstensi bitmap (\*.bmp) dan keluarannya adalah klasifikasi berupa stadium malaria *P.falciparum* serta tingkat kemiripan (*level of similarity*) citra uji terhadap masing-masing stadium. Hasil pengujian klasifikasi, diperoleh rata-rata tingkat akurasi sebesar 91,11% dengan total sampel 105 citra data *training* dan 15 citra uji yang terdiri dari 5 citra stadium *trophozoit*, 5 citra stadium *skizon*, dan 5 citra stadium *gametosit*. Pengujian klasifikasi berdasarkan *k-fold cv* menghasilkan rata-rata akurasi sebesar

94,99%. Dari hasil tersebut, sistem ini mampu mengklasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum* dengan baik dan dapat digunakan sebagai *support system* bagi dokter parasitologi.

**Kata kunci:** Citra Mikroskopis, *Plasmodium falciparum*, Klasifikasi, *Multi Layer Perceptron*.

**Abstract**— This research aims to : (1) to implement the classifications system of the *Plasmodium falciparum* malaria stadium in microscopic image by using *Multi Layer Perceptron* (MLP), (2) to know the accuration level of classification system of *Plasmodium falciparum* malaria stadium in microscopic image by using *Multi Layer Perceptron* (MLP).

Research method that is used in this study is *Research and Development (R & D)* with *waterfall model* which contain with some different part such as *system needs analysis, design, implementation and software testing*.

The implementation and testing in this research is a classification system of *Plasmodium falciparum* malaria stadium in microscopic image of corpuscle by using Matlab R2015a as the programming language. The method of digital image processing that used in the implementation are *preprocessing, segmentation, morphology, and feature extraction*. ANN method that used for classification is *Multi Layer Perceptron* based on *backpropagation learning algorithm* with 11 of neuron output layer, 7 neuron hidden layer, and 3 neuron output layer as the network architecture. The input of this software is an image with bitmap extension (\*.bmp) and the output is the classification of the malaria *P.falciparum* phase along with level of similarity of testing image compare to each stadium. The result of classification testing describe that the average of

accuracy level is 91,11% with 105 as the total of image training data sample and 15 as the testing image which contain with 5 images of trophozoite, 5 images of schizont and 5 images of gametocyte. Classification testing based on k-fold cv described that the average of accuracy is 94,99%. Based of that result, this system is able to classify the *Plasmodium falciparum* malaria stadium well and can be used as the support system by parasitologist.

**Keywords:** *microscopic image, Plasmodium falciparum, classification, Multi Layer Perceptron.*

## I. PENDAHULUAN

Malaria merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat karena dapat menyebabkan kematian. Penyakit malaria disebabkan oleh parasit *protozoa* dari genus *plasmodium*. Ada lima jenis *plasmodium* yang disebabkan oleh nyamuk *Anopheles* yaitu *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* dan *P. knowlesi* <sup>[1]</sup>. Namun *P. falciparum* merupakan spesies yang paling berbahaya dan menyerang setiap eritrosit tanpa memandang umur, sehingga angka infeksi eritrosit (derajat parasitemia) sangat tinggi dan sering menyebabkan komplikasi berat <sup>[2]</sup>.

Tingkat infeksi penyakit malaria ini dapat diketahui setelah dilakukan diagnosa untuk mengetahui stadium dari siklus hidup *P.falciparum*. Stadium pada siklus hidup spesies *P.falciparum* yaitu *trophozoite*, *schizont* dan *gametocyte*.

Diagnosa yang akurat dan tepat waktu adalah kunci utama untuk mengontrol dan mengetahui stadium penyakit ini secara efektif. Terdapat beberapa cara untuk mendeteksi penyakit malaria *P. falciparum*, salah satunya adalah pemeriksaan darah secara mikroskopis<sup>[3]</sup>. Berdasarkan hasil wawancara di RSUD Buleleng dengan narasumber Siluh Kade Nuratih, Amd. ditemukan bahwa pemeriksaan mikroskopis membutuhkan waktu yang relatif panjang. Selain itu, di bagian pedesaan, jumlah tenaga ahli pada malaria *P. falciparum* ini sangat terbatas. Melalui observasi di beberapa rumah sakit Provinsi Bali yaitu RSUD Kabupaten Buleleng, RS Udayana, dan RS Sanglah Denpasar, bahwa di rumah sakit tersebut tidak terdapat dokter ahli parasitologi. Ibu Siluh Kade Nuratih, Amd. selaku analis kesehatan di RSUD Buleleng juga mengatakan bahwa pada pemeriksaan mikroskopis terdapat kesulitan dalam

mengenal *morphology* parasit. Kesulitan tersebut dikarenakan jika terjadi kesalahan pengecatan (*giemsa*) pada preparat dan bisa karena faktor kelelahan mata, hal ini tentunya dapat memberikan dampak kesalahan diagnosis. Dengan demikian, dibutuhkan *human computer interaction* atau sistem untuk membantu mempercepat proses diagnosis dan sebagai pendukung untuk mengetahui stadium penyakit malaria *P. falciparum*.

Salah satu solusi untuk permasalahan tersebut ialah pemanfaatan pengolahan citra digital dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Secara umum, istilah pengolahan citra digital menyatakan “*pemrosesan gambar berdimensi-dua melalui komputer digital*”<sup>[4]</sup>. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi <sup>[5]</sup>. Salah satu bidang JST yang banyak diaplikasikan adalah pengenalan pola (*pattern recognition*). Dalam bidang kedokteran, pengenalan pola dalam JST banyak dimanfaatkan sebagai pengenalan penyakit melalui citra yang dihasilkan oleh *scanner*.

Pemanfaatan pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan untuk membantu pemeriksaan malaria telah banyak dilakukan. Penelitian yang berjudul “*Automatic Malaria Diagnosa System*” telah membangun suatu perangkat lunak untuk mendeteksi parasit malaria <sup>[6]</sup>. Pada penelitian tersebut perangkat lunak hanya bisa mendeteksi parasit atau non parasit pada *Plasmodium falciparum*. Terdapat penelitian yang sudah mengklasifikasikan stadium *P.falciparum* yaitu penelitian dengan judul “**Identifikasi Parasit Malaria dalam Darah Menggunakan Metode Segmentasi Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan**”, menghasilkan akurasi pada klasifikasi menggunakan JST LVQ yaitu 81.25%<sup>[7]</sup>. Penelitian tersebut memerlukan pengembangan untuk meningkatkan hasil akurasi dari klasifikasi stadium. Adapun penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi stadium malaria *P.falciparum* dengan masukan berupa *image* dari pemeriksaan mikroskop. Citra tersebut diolah menggunakan metode pengolahan citra digital dengan beberapa tahapan diantaranya *preprocessing*, segmentasi, morfologi, *masking* dan ekstraksi fitur. Pada tahap klasifikasi (*training* dan *testing*) menggunakan *Multi Layer Perceptron* (MLP). Peneliti menggunakan MLP dikarenakan MLP terkenal handal karena proses pembelajaran yang mampu dilakukan secara terarah. Pembelajaran atau pelatihan algoritma ini dilakukan dengan memperbarui bobot balik

(*backpropagation*). Penetapan bobot yang optimal akan menghasilkan hasil klasifikasi yang tepat<sup>[8]</sup>. Dari beberapa tahapan yang telah dilakukan, ketika tahap *testing* menggunakan MLP, sistem akan mengeluarkan *output* yaitu hasil klasifikasi berupa nama stadium dari citra malaria yaitu *trofozoit*, *skizon* dan *gametosit*. Selain itu, tingkat kemiripan terhadap masing-masing stadium juga dihitung sebagai visualisasi dari hasil klasifikasi dengan menggunakan algoritma *Normalize Euclidean Distance*. Setelah klasifikasi tersebut, maka akan didapatkan tingkat akurasi yang dihasilkan oleh sistem. Sebagai solusi permasalahan di atas, peneliti bermaksud merancang sistem dengan judul “**Pengembangan Sistem Klasifikasi Stadium Malaria *Plasmodium falciparum* pada Citra Mikroskopis Sel Darah Menggunakan Multi Layer Perceptron**”.

## II. KAJIAN TEORI

### A. *Plasmodium falciparum*

Malaria disebabkan oleh parasit *plasmodium*. Parasit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* yang merupakan vektor malaria yang terutama menggigit manusia malam hari sampai fajar<sup>[3]</sup>. Terdapat empat spesies parasit penyebab malaria pada manusia *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium ovale*. *P. falciparum* merupakan penyebab malaria tropika atau malaria *falciparum*. Spesies yang paling berbahaya adalah *P.falciparum*, dikarenakan parasit pada *P.falciparum* menyerang eritrosit penderita tanpa memandang umur, sehingga angka infeksi eritrosit (derajat parasitemia) sangat tinggi.

Di dalam sel darah merah penderita malaria, *Plasmodium falciparum* dapat ditemukan dalam bentuk *trofozoit*, *skizon* dan bentuk *gametosit* yang memiliki ciri-ciri khas tertentu. Pada stadium *trofozoit*, parasit berbentuk cincin dan terdapat 1-2 bintik kromatin kecil. Kadang-kadang ditemukan di darah tepi yang disebut dengan *appliqué (accolé)*. Pada stadium *skizon*, parasit mempunyai 8-24 merozoit berukuran kecil yang mengumpul menjadi satu massa dan mempunyai pigmen yang berwarna hitam<sup>[3]</sup>. Pada Stadium *gametosit*, parasit mempunyai bentuk seperti bulan sabit atau mirip sosis atau berbentuk seperti pisang.

### B. *Preprocessing*

*Preprocessing* merupakan suatu proses untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak diperlukan pada gambar input untuk selanjutnya<sup>[9]</sup>. *Preprocessing* ini biasanya meliputi pembersihan *noise* pada citra, peningkatan kualitas citra, dan peregangan kontras<sup>[10]</sup>. Pada penelitian ini *preprocessing* meliputi ROI *cropping*, pengaturan kontras menggunakan *contrast stretching*, pengurangan *noise* menggunakan *median filter* 3x3, dan konversi ruang warna RGB ke HSV.

### C. *Segmentasi Citra*

Segmentasi merupakan teknik untuk membagi suatu citra menjadi beberapa daerah (*region*) dimana setiap daerah memiliki kemiripan atribut<sup>[4]</sup>. Pada penelitian ini, metode segmentasi yang digunakan adalah *k-means* dan *thresholding*.

### D. *Morfologi Citra*

Morfologi secara sederhana dapat diartikan sebagai bentuk dan struktur suatu objek atau dalam deskripsi lainnya disebutkan bahwa morfologi adalah susunan dan hubungan antar bagian pada suatu objek<sup>[4]</sup>. Operasi morfologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *opening* dan *closing*. Operasi *opening* adalah operasi erosi yang diikuti dengan dilasi dengan menggunakan elemen penstruktur yang sama. Operasi *closing* berguna untuk menghaluskan kontur dan menghilangkan lubang-lubang kecil<sup>[11]</sup>. Operasi *closing* dilaksanakan dengan melakukan operasi dilasi terlebih dahulu dan kemudian diikuti dengan operasi erosi.

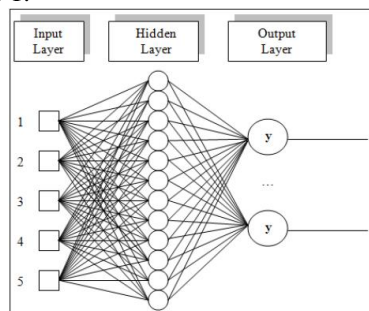
### E. *Ekstraksi Fitur*

Pada penelitian ini, pengambilan ciri didasarkan pada ekstraksi fitur tekstur dan bentuk. Ekstraksi fitur tekstur menggunakan fitur tekstur histogram diantaranya rerata intensitas, rerata kontras, *skewness*, *energy*, entropi, dan *smoothness*. Pada ekstraksi fitur bentuk terdiri dari *perimeter* (keliling), luas, konveksitas, soliditas, dan rasio kebulatan.

### F. *Multi Layer Perceptron*

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi<sup>[5]</sup>. *Multi Layer Perceptron* adalah jaringan syaraf tiruan *feed-forward* yang terdiri dari sejumlah

neuron yang dihubungkan oleh bobot-bobot penghubung. Neuron-neuron tersebut disusun dalam lapisan-lapisan yang terdiri dari satu lapisan input (*input layer*), satu atau lebih lapisan tersembunyi (*hidden layer*), dan satu lapisan output (*output layer*). Proses pembelajaran pada jaringan MLP adalah termasuk *supervise learning* (suatu metode *machine learning* yang menarik kesimpulan dari data-data yang telah diberi label, berupa pasangan input dan output). Arsitektur jaringan MLP ini dapat digambarkan sesuai Gambar 1.



Gambar 1 Jaringan MLP dua lapis  
Sumber : (Muliantara & ER, 2014)

Algoritma yang dijalankan oleh MLP untuk mendapatkan bobot yang optimal adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil
2. Jika kondisi penghentian belum dipenuhi, lakukan langkah 2-8.
3. Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3-8
4. Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.
5. Hitung semua keluaran di unit tersembunyi  $Z_j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ ).  

$$z_{net_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (1)$$

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{net_j}}} \quad (2)$$
6. Hitung semua keluaran jaringan di unit keluaran  $y_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ )  

$$y_{net_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj} \quad (3)$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}} \quad (4)$$
7. Hitung faktor  $\delta$  unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran  $y_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ )  

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k), t_k = \text{target} \quad (5)$$
8.  $\delta_k$  merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar

dibawahnya. Hitung perubahan bobot  $w_{kj}$  dengan laju pemahaman  $\alpha$ .

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j, k = 1, 2, \dots, m; j = 0, 1, \dots, p \quad (6)$$

9. Hitung faktor  $\delta$  unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi  $Z_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ )

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj} \quad (7)$$

10. Faktor  $\delta$  unit tersembunyi.

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1 - z_j) \quad (8)$$

11. Hitung suku perubahan bobot  $v_{ji}$ .

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i, j = 1, 2, \dots, p; i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

12. Hitung semua perubahan bobot. Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran, yaitu :

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj}, (k = 1, 2, \dots, m; j = 0, 1, \dots, p) \quad (10)$$

13. Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi, yaitu :

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji}, (j = 1, 2, \dots, p; i = 0, 1, \dots, n) \quad (11)$$

Setelah tahapan *training* untuk penentuan bobot selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan uji klasifikasi (*testing*). Proses *testing* ini dilakukan sama halnya pada fase *training*, hanya saja pada fase *testing* tidak dilakukan pembelajaran karena bobot yang digunakan adalah bobot tetap hasil *training* [12].

### G. Confusion Matrix

*Confusion matrix* adalah sebuah tabel yang menyatakan jumlah data uji yang benar diklasifikasikan [13]. Contoh *confusion matrix* untuk klasifikasi biner ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 *Confusion Matrix* untuk Klasifikasi Biner

Kelas Sebenarnya	Kelas Prediksi		
	0	1	
1	FN	TP	
0	TN	FP	

Keterangan untuk tabel 1 dinyatakan sebagai berikut.

*True Positif* (TP), yaitu jumlah dokumen dari kelas 1 yang benar dan diklasifikasikan sebagai kelas 1.

*True Negatif* (TN), yaitu jumlah dokumen dari kelas 0 yang benar diklasifikasikan sebagai kelas 0.

*False Positif* (FP), yaitu jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1.

*False Negative* (FN) yaitu jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0.

Perhitungan akurasi dinyatakan dalam persamaan

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \times 100\% \quad (12)$$

### III. METODOLOGI

#### A. Analisis Masalah dan Usulan Solusi

Berdasarkan analisis dari permasalahan yang ditemukan mengenai klasifikasi stadium malaria *P.falciparum*, pemeriksaan malaria secara mikroskopis dan validasi hasil pemeriksaan memerlukan waktu yang relatif panjang. Selain itu dokter terkadang kesulitan dalam mengenal morfologi masing-masing parasit karena faktor kelelahan mata dan minimnya jumlah dokter parasitologi yang menangani kasus malaria.

Berdasarkan analisis masalah di atas, maka solusi yang dapat diusulkan adalah sebuah perangkat lunak pengembangan sistem klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum* pada citra mikroskopis sel darah menggunakan *Multi Layer Perceptron* (MLP). Dengan adanya perangkat lunak ini, proses pemeriksaan malaria secara mikroskopis dan validasi pemeriksaan akan dilakukan dengan waktu yang lebih cepat. Dokter dapat menggunakan perangkat lunak ini sebagai sistem pendukung ketika mengklasifikasikan stadium *P.falciparum* sehingga diharapkan dapat meminimalisir kekeliruan ketika melakukan pemeriksaan.

#### B. Analisis Perangkat Lunak

##### 1. Kebutuhan Perangkat Lunak

###### a. Kebutuhan fungsional :

- 1) Membaca dan menyimpan citra
- 2) Melakukan operasi *preprocessing* yang meliputi ROI yaitu *cropping*, pengaturan kontras menggunakan *contrast stretching*, *noise filter* menggunakan *median filtering* 3x3, konversi ruang warna RGB ke HSV.
- 3) Melakukan operasi segmentasi citra dengan menggunakan *k-means* dan *thresholding*.
- 4) Melakukan operasi morfologi menggunakan *opening* dan *closing*.
- 5) Melakukan proses *masking* citra.
- 6) Melakukan operasi ekstraksi fitur tekstur menggunakan fitur tekstur histogram dan

ekstraksi fitur bentuk yaitu perimeter, luas, konveksitas, soliditas, dan rasio kebulatan.

7) Melakukan pelatihan (*training*) dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Multi Layer Perceptron* (MLP).

8) Melakukan pengujian (*testing*) dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Multi Layer Perceptron* (MLP).

9) Melakukan perhitungan tingkat kemiripan (*level of similarity*) antara hasil klasifikasi stadium terhadap masing-masing stadium malaria *Plasmodium falciparum* dengan menggunakan algoritma *Normalize Euclidean Distance*.

###### b. Kebutuhan non fungsional :

##### 1) Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

- a) Bahasa pemrograman matlab sebagai *software* yang digunakan untuk membuat program.
- b) Excel sebagai perangkat lunak menyimpan data.

##### 2) Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Aplikasi ini dikembangkan pada laptop dengan spesifikasi sebagai berikut.

- a) Monitor 16 inchi dengan resolusi layar 1920 × 1080
- b) Memori 4 GB SDRAM dan hardisk 500GB
- c) Prosesor intel *core i5* dan uji coba program dilakukan menggunakan perangkat keras berupa laptop dengan spesifikasi *processor intel core i5*, RAM 4GB, HDD 500GB dan VGA 64 MB dengan Windows 8 sebagai sistem operasinya.

#### 2. Tujuan Pengembangan Perangkat Lunak

Adapun tujuan dari pengembangan perangkat lunak ini adalah sebagai berikut.

- 1) Mampu membaca dan menyimpan citra.
- 2) Mampu melakukan proses *preprocessing* yang meliputi ROI yaitu *cropping*, pengaturan kontras menggunakan *contrast stretching*, *noise filter* menggunakan *median filtering*, perubahan ruang warna RGB to HSV.
- 3) Mampu melakukan proses segmentasi citra dengan *k-means* dan *thresholding*.
- 4) Mampu melakukan proses morfologi citra menggunakan algoritma *opening* dan *closing*.
- 5) Mampu melakukan proses *masking* citra.
- 6) Mampu melakukan proses ekstraksi fitur tekstur dengan histogram dan ekstraksi fitur bentuk yaitu perimeter, luas, konveksitas, soliditas, dan rasio kebulatan.

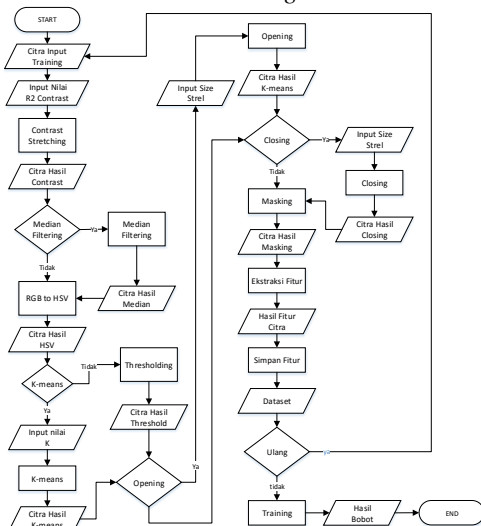
- 7) Mampu melakukan proses *training* menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Multi Layer Perceptron* (MLP).
- 8) Mampu melakukan proses *testing* menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Multi Layer Perceptron* (MLP).
- 9) Mampu melakukan perhitungan tingkat kemiripan (*level of similarity*) antara hasil klasifikasi stadium terhadap masing-masing stadium malaria *Plasmodium falciparum* dengan menggunakan algoritma *Normalize Euclidean Distance*.

### 3. Masukan dan Keluaran Perangkat Lunak

Masukan perangkat lunak ini adalah citra data *training* dan *testing* bertipe bitmap (\*.bmp), parameter kontras, nilai k, parameter *structuring element opening* dan *closing*, nilai fitur *training*, nilai fitur *testing*, bobot hasil *training*. Keluaran (*output*) yakni citra hasil *preprocessing*, citra hasil segmentasi, citra hasil morfologi, citra hasil *masking*, nilai fitur hasil ekstraksi fitur, nilai bobot *training*, dan informasi hasil klasifikasi berupa nama stadium dan tingkat kemiripan terhadap masing-masing stadium.

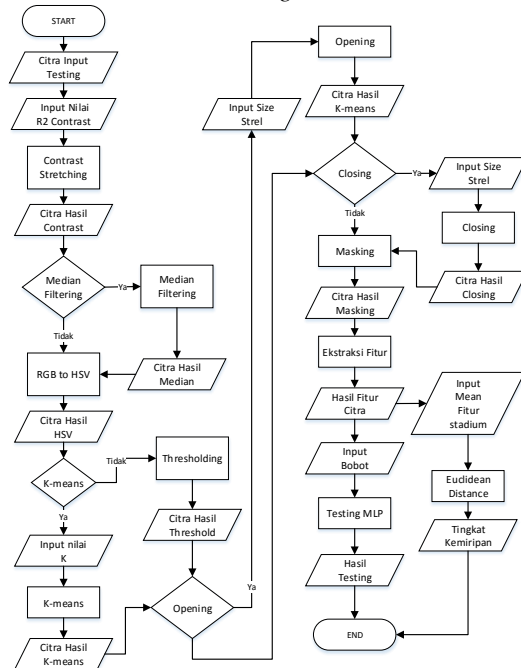
## 4. Flowchart

### a. Flowchart Proses Training



Gambar 2 Flowchart Proses Training Sistem Klasifikasi Stadium Malaria

### c. Flowchart Proses Testing



Gambar 3 Flowchart Proses Testing Sistem Klasifikasi Stadium Malaria *Plasmodium falciparum*

## C. Perancangan Perangkat Lunak

### 1. Batasan Perancangan Perangkat Lunak

Adapun batasan perancangan dalam pengembangan sistem ini yaitu: (1) Citra *training* maupun citra *testing* yang digunakan berformat bitmap (\*.bmp). (2) Citra *training* maupun citra *testing* yang digunakan adalah citra mikroskopis yang sudah terinfeksi malaria *Plasmodium falciparum*. (3) Stadium malaria yang diklasifikasi hanya pada stadium *trofozoit*, *skizon*, dan *gametosit*. (4) Citra input untuk data *training* dan *testing* hanya citra yang terdapat satu parasit. (5) Citra yang digunakan sebagai *training* (*knowledge system*) merupakan citra mikroskopis yang stadium malaria sudah diklasifikasikan oleh dokter. (6) Jumlah citra *training* yaitu 105 citra dan jumlah citra *testing* yaitu 15 citra. (7) Teknik pembelajaran atau pelatihan yang digunakan dalam klasifikasi jaringan *Multi Layer Perceptron* berdasarkan algoritma pembelajaran *Backpropagation*.



#### IV. PEMBAHASAN

##### A. Implementasi Perangkat Lunak

1. Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak  
Perangkat lunak sistem klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum* ini dikembangkan pada lingkungan perangkat keras komputer (laptop) yang memiliki spesifikasi sebagai berikut.

###### a. Spesifikasi Perangkat Lunak

Lingkungan perangkat lunak, Sistem Klasifikasi Stadium Malaria *P.falciparum* pada Citra Mikroskopis Sel Darah dijalankan pada lingkungan sebagai berikut.

1. Sistem Operasi *Microsoft Windows 8*
2. Bahasa Pemrograman *MATLAB R2015a*

###### b. Spesifikasi Perangkat Keras

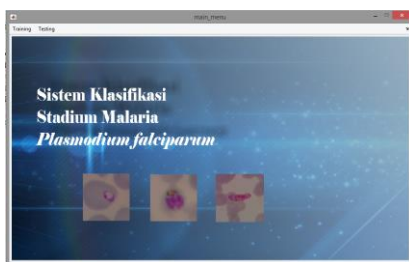
Pada lingkungan perangkat keras Sistem Klasifikasi Stadium Malaria *P.falciparum* pada Citra Mikroskopis Sel Darah dijalankan pada lingkungan sebagai berikut.

1. Monitor 16 inchi dengan resolusi layar 1920 x 1080
2. Memori 4 GB SDRAM dan harddisk 500GB
3. Processor intel core i5

##### 2. Implementasi Antarmuka Perangkat Lunak

Rancangan layar antarmuka perangkat lunak sistem klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum* diimplementasikan menggunakan m-file yang terdapat pada figure Matlab.

###### a. Implementasi Form Menu Utama



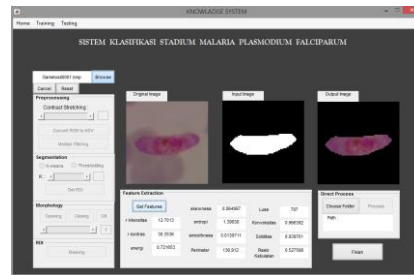
Gambar 4. Implementasi Form Menu Utama

###### b. Implementasi Form Training



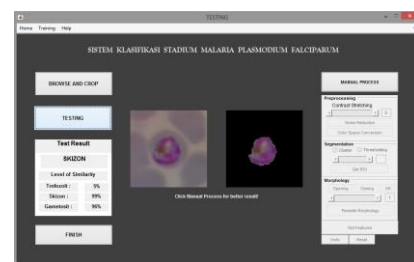
Gambar 5. Implementasi Form Training

###### c. Implementasi Form Menu Knowledge System



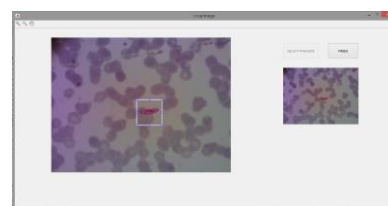
Gambar 6. Implementasi Form Menu Knowledge System

###### d. Implementasi Form Testing



Gambar 7. Implementasi Form Testing

###### e. Implementasi Form Crop Image



Gambar 8. Implementasi Form Crop Image

##### B. Pengujian Perangkat Lunak

###### 1. Tujuan Pengujian Perangkat Lunak

Tujuan pengujian berdasarkan konsep pengujian yaitu *blackbox testing* dan *whitebox testing*.

###### a. Blackbox Testing

*Blackbox Testing* merupakan pengujian yang terfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak. Pengujian fungsional bertujuan untuk mengevaluasi pemenuhan sistem atau komponen dengan kebutuhan fungsional tertentu [14]. *Blackbox testing* hanya mengamati hasil eksekusi atau keluaran melalui data uji.

###### b. Whitebox Testing

*Whitebox testing* merupakan cara pengujian secara internal atau pengujian dengan melihat ke dalam modul untuk meneliti kode-kode

program yang ada, dan menganalisis apakah terdapat kesalahan atau tidak.

2. Tata Ancang dan Teknik Pengujian Perangkat Lunak

Tata anjang dan teknik pengujian perangkat lunak sistem klasifikasi malaria *Plasmodium falciparum* diantaranya sebagai berikut.

- a. Pengujian *blackbox* meliputi pengujian fungsionalitas, dan pengujian sistem klasifikasi untuk mengetahui kualitas hasil *masking* dan mendapatkan akurasi dari sistem.
- b. Pengujian *whitebox* meliputi pengujian algoritma yang ada dalam sistem klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum*.

3. Pelaksanaan Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian *blackbox* perangkat lunak “Sistem Klasifikasi Stadium Malaria *Plasmodium falciparum* pada Citra Mikroskopis Sel Darah Menggunakan *Multi Layer Perceptron*” dilakukan dua uji kasus yaitu pengujian hasil *masking* citra dan pengujian klasifikasi stadium dan uji akurasi. Sedangkan Pengujian *whitebox* dilakukan penulis ke ahli algoritma untuk pengujian implementasi algoritma. Berikut rekapitulasi hasil pengujiannya.

a. Pengujian Hasil *Masking* Citra

Berdasarkan hasil pengujian hasil *masking* citra, diperoleh informasi bahwa dari 15 citra uji yang terdiri dari 5 citra *trofozoit*, 5 citra *skizon*, dan 5 citra *gametosit*, penguji mengklasifikasi 15 citra hasil *masking* dengan benar. Untuk mengetahui persentase tingkat kesesuaian yaitu dengan menghitung jumlah klasifikasi yang sesuai dibagi dengan jumlah citra uji. Berdasarkan hasil perhitungan tingkat kesesuaian diatas, persentase tingkat kesesuaian hasil *masking* citra sebesar 100%. Ini menyatakan bahwa kualitas citra hasil *masking* termasuk tinggi dan kemampuan sistem dalam memproses citra juga baik. Dapat dikatakan bahwa metode pengolahan citra yang digunakan adalah benar.

b. Pengujian Klasifikasi Stadium Malaria dan Uji Akurasi

Citra yang digunakan sebagai citra uji sama dengan citra pada saat pengujian hasil *masking* citra yaitu 15 citra uji yang terdiri dari 5 *trofozoit*, 5 *skizon*, dan 5 *gametosit*. Citra uji tersebut sebelumnya citra yang sudah diklasifikasikan oleh dokter, sehingga stadium dari citra tersebut sudah diketahui. Hasil dari *testing* akan dibandingkan dengan klasifikasi dokter dan dihitung akurasi untuk mengetahui performansi dari sistem.

Sebelum melakukan pengujian klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum*, bobot yang akan digunakan adalah bobot terbaik yang diperoleh dari 10 kali *training* dengan arsitektur jaringan yang sama. Untuk hasil klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum* dapat dilihat pada *confusion matrix* Tabel 2.

Tabel 2 *Confusion Matrix* Hasil pengujian klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum*

		Output		
		t	s	g
target	t	5	0	0
	s	0	4	1
	g	0	1	4

t : Trofozoit

s : Skizon

g : Gametosit

$$TP_t = 5 \quad FP_t = 0 \quad FN_t = 0 \quad TN_t = 10$$

$$TP_s = 4 \quad FP_s = 1 \quad FN_s = 1 \quad TN_s = 9$$

$$TP_g = 4 \quad FP_g = 1 \quad FN_g = 1 \quad TN_g = 9$$

$$Akurasi(i) = \frac{TP(i) + TN(i)}{TP(i) + TN(i) + FP(i) + FN(i)} \times 100\%$$

$$Akurasi(t) = \frac{5+10}{5+10+0+0} \times 100\% = 100\%$$

$$Akurasi(s) = \frac{4+9}{4+9+1+1} \times 100\% = 86,67\%$$

$$Akurasi(g) = \frac{4+9}{4+9+1+1} \times 100\% = 86,67\%$$

Akurasi rata-rata :

$$Akurasi = \frac{273,33}{3} = 91,11\%$$

Berdasarkan hasil akurasi 91,11% terdapat kesalahan klasifikasi yaitu 2 citra uji diantaranya citra *skizon* dengan id S0028 dan citra *gametosit* dengan id citra G008. Citra *skizon* dengan id S0028 salah diklasifikasi karena parasit dari citra tersebut tidak dimasking secara sempurna sehingga akan berpengaruh terhadap ekstraksi fitur seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Hasil *Masking* Citra *Skizon* Id S0028

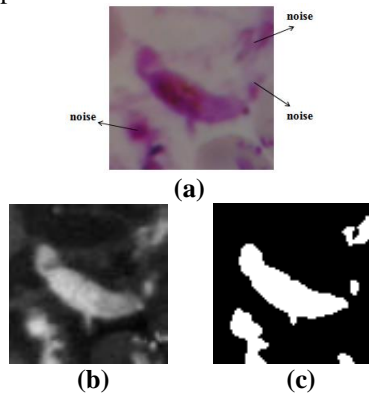
Adapun tabel fitur citra *skizon* dengan id S0028.



Tabel 3 Rincian Fitur Citra *Skizon* id S0028.

Fitur	
Rerata intensitas	5.45653
Rerata kontras	19.998
Skewness	0.426779
Energy	0.863633
Entropi	0.750319
Smoothness	0.006113
Perimeter	103.841
Luas	351.5
Konveksitas	0.746884
Soliditas	0.763301
Rasio Kebulatan	0.409638

Pada citra *gametosit* dengan id G0008 salah diklasifikasikan karena pada citra tersebut terdapat *noise* yang banyak sehingga mengalami kerusakan pada saat disegmentasi seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Hasil Proses Citra Uji *Gametosit* id G0008 (a) Citra ori (b) Citra hasil RGB to HSV (c) Citra segmentasi *threshold*

Karena citra ori banyak terdapat *noise*, sehingga pada saat dimasking *noise* tersebut dianggap sebagai parasit dan berpengaruh pada saat ekstraksi fitur citra seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Pada ekstraksi fitur bentuk, objek yang dihitung adalah *noise* yang terletak paling atas. Hal itu dikarenakan pencarian objek pada citra didasarkan pada algoritma kontur sehingga objek yang terbaca adalah objek paling atas.



Gambar 11 Hasil Masking Citra *Gametosit* Id G0008

Adapun tabel fitur citra *gametosit* dengan id G0008.

Tabel 4 Rincian Fitur Citra *Gametosit* id G0008.

Fitur	
Rerata intensitas	15.1634
Rerata kontras	31.1132
Skewness	0.772192
Energy	0.64111
Entropi	1.87743
Smoothness	0.014669
Perimeter	44.9706
Luas	96
Konveksitas	0.932494
Soliditas	0.827586
Rasio Kebulatan	0.596519

Berbeda dengan proses klasifikasi berdasarkan klasifikasi *K-fold cross validation*, akurasi yang dihasilkan lebih tinggi. *K-fold cv* merupakan salah satu teknik untuk menilai atau memvalidasi keakuratan sebuah model yang dibangun berdasarkan dataset tertentu. Dalam teknik ini dataset dibagi menjadi sejumlah *k*-buah partisi secara acak. Kemudian dilakukan sejumlah *k*-kali eksperimen, dimana masing-masing eksperimen menggunakan data partisi ke-*k* sebagai data *testing* dan memanfaatkan sisa partisi lainnya sebagai data *training*. Akurasi rata-rata yang diperoleh dari *k-fold cross validation* adalah 94.99%.

#### 4. Evaluasi Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Secara global pelaksanaan pengujian perangkat lunak berlangsung dengan lancar, baik pada saat pengujian fungsionalitas, pengujian hasil *masking* citra uji, pengujian klasifikasi sistem, dan pengujian algoritma. Dari pengujian fungsionalitas sistem, fungsi-fungsi dan keluaran sistem sudah sesuai dari apa yang telah dirancang. Persentase hasil dari pengujian hasil *masking* citra uji sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa metode pengolahan citra yang digunakan sudah benar dan mampu mengolah citra mikroskopis dengan baik sehingga pada saat pengujian semua hasil *masking* citra dapat diklasifikasi dengan benar oleh dokter. Pengujian sistem klasifikasi yang dilakukan oleh ahli parasitologi juga sudah berjalan dengan lancar, ahli parasitologi telah mencoba untuk menggunakan langsung perangkat lunak sistem klasifikasi. Persentase akurasi hasil klasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum* adalah 91,11%, dan pengujian klasifikasi berdasarkan *k-fold cv* menghasilkan rata-rata akurasi sebesar

94.99%, dapat dikatakan sistem ini mampu mengklasifikasi dengan baik dan layak untuk digunakan sebagai *support system* bagi dokter parasitologi sehingga dapat meningkatkan akurasi dokter dalam pengambilan keputusan. Pengujian algoritma yang telah dilakukan oleh ahli algoritma yaitu Bapak Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc sudah berhasil dengan baik, hal ini terbukti dari instrumen yang telah terisi tanda sesuai oleh pengujian algoritma.

## V. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, implementasi dan pengujian pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem Klasifikasi Stadium Malaria *Plasmodium falciparum* diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB r2015a dengan menggunakan Jaringan *Multi Layer Perceptron (MLP)*. Proses klasifikasi MLP terdiri dari *training* dan *testing* yang sebelumnya dilakukan proses pengolahan citra mikroskopis yakni proses *preprocessing (contrast stretching, median filtering 3x3, RGB to HSV)*, segmentasi (*k-means, thresholding*), morfologi (*opening, closing*), masking dan ekstraksi fitur (tekstur histogram dan bentuk). Teknik pembelajaran atau pelatihan (*training*) yang digunakan dalam klasifikasi jaringan MLP berdasarkan algoritma pembelajaran *Backpropagation* dengan arsitektur jaringan 11 *neuron* pada *input layer*, 7 *neuron* pada *hidden layer*, dan 3 *neuron* pada *output layer*.
2. Berdasarkan hasil uji performa sistem dalam mengklasifikasi stadium malaria *Plasmodium falciparum*, Persentasi akurasi yang didapatkan adalah 91,11%, dan klasifikasi berdasarkan *k-fold cv* menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 94.99%. dapat dikatakan sistem ini layak sebagai *support system* bagi dokter.

## REFERENSI

- [1]. Inge Sutanto et al. (2008). *Parasitologi Kedokteran Edisi ke empat*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- [2]. Srisasi Gandahusada. (2003). *Parasitologi Kedokteran Edisi Ketiga*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- [3]. Soedarto. (2011). *Malaria*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- [4]. Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- [5]. Siang, J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya*. Yogyakarta: ANDI.
- [6]. Arash Mehrjou, M. S. (2013). Automatic Malaria Diagnosis System. *RSI/ ISM International on Robotic and Mechatronic* , 205.
- [7]. Iis Hamsir Ayub Wahab, A. S. (2011). Identifikasi Parasit Malaria dalam Darah menggunakan Metode Segmentasi Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Program Studi Teknik Elektro UGM* .
- [8]. Mutofin, S. (2014). Klasifikasi Menggunakan Kombinasi Multilayer Perceptron dan Aligment Particle Swarm Optimization. *Senastik* , 4.
- [9]. Bahri, R. (2011). Perbandingan Algoritma Template Matching dan Feature Extraction pada Optical Character Recognition.
- [10]. Karnesia, F. (2011). Analisis dan Simulasi Content Based Image Retrieval Berdasarkan Ciri Tekstur Menggunakan Metode Wavelet.
- [11]. Kadir, A., & Susanto, A. (2012). *Pengolahan Citra*. Jogjakarta: -.
- [12]. Muliantara, A., & ER, N. A. (2014). Pengembangan Pengklasifikasi Jenis Tanaman Menggunakan Pendekatan
- [13]. Indriani, A. (2014). Klasifikasi Data Forum dengan menggunakan Metode Naive Bayes Classifier. *SNATI* , G5.
- [14]. Maysanjaya, I. M. (2012). *Pengembangan Sistem Identifikasi Jenis Kelamin Janin Pada Citra USG*. Singaraja: UNDIKSHA.