PENGEMBANGAN SISTEM IDENTIFIKASI

PENYAKIT MALARIA

BERDASARKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

PENERBIT CV. SARNU UNTUNG

ISBN 978-602-5638-44-4

9 786025 650444

PENGEMBANGAN SISTEM IDENTIFIKASI PENYAKIT MALARIA BERDASARKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

RIKA ROSNELLY & JANI KUSANTI

PENERBIT CV. SARNU UNTUNG

PENGEMBANGAN SISTEM IDENTIFIKASI

PENYAKIT MALARIA

BERDASARKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

RIKA ROSNELLY

JANI KUSANTI

Pada tahap awal dilakukan proses preprocessing dari citra hasil cropping, dilakukan proses yang sama pada ketiga pengujian yang sama, ditunjukkan pada Fig. 5

Citra Awal	Metode			
	Grayscale	*Thresholding*	*Otsu*	*Thresholding+ Otsu*

Fig. 5.Hasil perhitungan pada masing-masing metode

Pengembangan Sistem Identifikasi Penyakit Malaria Berdasarkan Pengolahan Citra Digital

Rika Rosnelly

Jani Kusanti

Penerbit CV. SARNU UNTUNG

Pengembangan Sistem Identifikasi Penyakit Malaria Berdasarkan Pengolahan Citra Digital

Penulis:
Rika Rosnelly
Jani Kusanti

ISBN: 978-602-5650-56-7
Desain cover dan tata letak:
Yahya Abdulloh

Penerbit:
CV. Sarnu Untung

Redaksi:
Jalan R.Suprapto, Gg.Pringgondani, RT 07, RW 21,
Purwodadi-Grobogan, Jawa Tengah, 58111
No. HP 085726280111
Email: sarnuuntung@yahoo.com
(Anggota IKAPI) (No. 146/JTE/2015)

Cetakan pertama, November 2019
Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara
Apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Alhamdulillah penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT karena hanya dengan karuniaNya-lah penulis bisa menyelesaikan buku ini.

Buku ini merupakan hasil penelitian yang berjudul pengembangan sistem identifikasi penyakit malaria beradasarkan pengolahan citra digital. Model pengembangan pada penelitian ini dibagi menjadi tiga, tahap yang pertama adalah perbandingan metode perbaikan citra, tahap kedua adalah mendapatkan hasil cropping secara otomatis citra jenis parasit malaria dan tahap ketiga, kombinasi metode segmentasi untuk identifikasi jenis penyakit malaria beserta stadium.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu hingga selesainya penulisan buku ini dan juga kepada penerbit yang sudah bersedia menerbitkan buku ini.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih sangat jauh dari sempurna. Semua saran, kritik dan tegur sapa yang sifatnya membangun akan penulis terima dengan kerendahan hati demi kesempurnaan di masa-masa mendatang. Untuk itu para pembaca dapat mengalamatkannya ke e-mail : rikarosnelly@gmail.com

Harapan penulis semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca sekalian. Amiin.

Medan, Oktober 2019

Rika Rosnelly

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR SIMBOL xiv
DAFTAR SINGKATAN xvii

I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 7
1.3 Tujuan Penelitian 8
1.4 Manfaat Penelitian 8
II. TINJAUAN PUSTAKA 10
2.1 Penelitian Sistem Pemeriksaan Penyakit Malaria 10
2.2 Penelitian Pemeriksaan Beberapa Penyakit berdasarkan perbaikan citra 11
2.3 Penelitian Pemeriksaan Beberapa Penyakit berdasarkan Region of Interest (ROI) 13
2.4 Penelitian Pemeriksaan Beberapa

Penyakit Berdasarkan Segmentasi 16
III. LANDASAN TEORI 19
3.1 Peregangan Kontras 19
3.2 Histogram Equalization 20
3.3 Low Pass Filter 21
3.4 Gaussian Filter 22
3.5 Region of Interest 22
3.6 Segmentasi 23
3.7 Model Pengenalan Pola 25
3.8 Evaluasi 27
3.9 MSE (Mean Square Error) 27
3.10 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) 28
3.11 Akurasi 28
3.12 Penyakit Malaria 29
3.13 Pemeriksaan Laboratorium Malaria 33
3.13.1 Pemeriksaan Penyakit Malaria secara Mikroskopis 35
3.13.2 Langkah-langkah dan Teknik Pemeriksaan secara Mikroskopis 41
IV. METODE PENELITIAN 46
4.1 Model yang diusulkan 46
4.2 Akuisisi Citra Parasit Malaria 49
4.3 Perbaikan Citra 54
4.4 Evaluasi Kinerja menggunakan Mean Square Error (MSE) dan Peak Signal

to Noise Ratio (PSNR) 54
4.5 Citra Hasil Perbaikan 56
4.6 Binerisasi..... 56
4.7 Region of Interest..... 57
4.8 Citra ROI Parasit Malaria..... 58
4.9 Citra ROI (Region of Interest) 62
4.10 Segmentasi 62
4.11 Model Pengenalan Pola 67

V. HASIL DAN PEMBAHASAN 72
5.1 Hasil Perbaikan Citra..... 72
5.1.1 Hasil Perbaikan Citra Menggunakan Contrast Stretching 72
5.1.2 Hasil Perbaikan Citra Menggunakan Histogram Equalization 74
5.1.3 Hasil Perbaikan Citra Menggunakan Lowpass Filter 75
5.1.4 Hasil Perbaikan Citra Menggunakan Gaussian Filtering 75
5.2 Hasil Evaluasi..... 76
5.3 Hasil Citra Region of Interest (ROI) 77
5.4 Hasil Citra ROI Parasit Malaria..... 78
5.5 Hasil Segmentasi 79

VI. KESIMPULAN DAN SARAN 86
6.1 Kesimpulan 86
6.2 Saran 86
DAFTAR PUSTAKA 87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Fungsi Peregangan Kontras	20
Gambar 3.2	Arsitektur Model Pengembangan Backpropagation.....	26
Gambar 3.3	Contoh Stadium Cincin	30
Gambar 3.4	Contoh Stadium Tropozoit	31
Gambar 3.5	Contoh Stadium Skizon	31
Gambar 3.6	Contoh Stadium Gametosit.....	32
Gambar 3.7	Siklus hidup parasit malaria pada Manusia untuk fase hati.....	34
Gambar 3.8	Siklus hidup parasit malaria pada Manusia untuk fase sel darah merah ..	35
Gambar 3.9	Minyak emersi	36
Gambar 3.10	Lensa Obyektif.....	37
Gambar 3.11	Kondensor	38
Gambar 3.12	Pegangan Mikroskop.....	39
Gambar 3.13	Mikroskop.....	40
Gambar 3.14	Contoh sediaan darah tipis yang baik..	42
Gambar 3.15	Contoh sediaan darah tipis yang tidak baik	42
Gambar 3.16	Contoh hasil pewarnaan dengan zat warna giemsa yang baik secara makroskopis	44

Gambar 3.17 Contoh hasil pewarnaan dengan zat warna giemsa yang baik secara mikroskopis 44
Gambar 4.1 Model pengembangan sistem identifikasi penyakit malaria..... 48
Gambar 4.2 Model pengembangan sistem identifikasi penyakit malaria : perbandingan metode perbaikan citra . 49
Gambar 4.3 Citra parasit malaria falciparum, malariae, vivax, dengan empat stadium 51
Gambar 4.4 Model pengembangan sistem identifikasi penyakit malaria : ROI Parasit Malaria 55
Gambar 4.5 Objek 3D ke 2D 56
Gambar 4.6 Model pengembangan sistem identifikasi penyakit malaria beserta stadium 61
Gambar 4.7 Arsitektur Model Pengembangan Backpropagation..... 62
Gambar 4.8 Hasil perhitungan nilai satu pixel 128 . 63
Gambar 4.9 Algoritme deteksi tepi canny 66
Gambar 4.10 Arsitektur model Pengembangan Backpropagation..... 68
Gambar 4.11 Algoritme menghitung propagasi

maju 70
Gambar 5.1 Hasil Perbaikan Citra menggunakan Contrast stretching 73
Gambar 5.2 Hasil Perbaikan Citra menggunakan Histogram Equalization 74
Gambar 5.3 Hasil Perbaikan Citra menggunakan Lowpass Filter 75
Gambar 5.4 Hasil Perbaikan Citra menggunakan Gaussian Filtering 76
Gambar 5.5 Area Citra ROI 77
Gambar 5.6 Hasil Citra ROI Parasit Malaria 78
Gambar 5.7 Hasil Perhitungan pada masing-masing Metode 79
Gambar 5.8 Perhitungan RGB ke Grayscale 79
Gambar 5.9 Hasil Grayscale 80
Gambar 5.10 Hasil dari grayscale ke thresholding 80
Gambar 5.11 Hasil dari grayscale ke otsu 80
Gambar 5.12 Hasil dari grayscale ke thresholding + otsu 80
Gambar 5.13 Hasil klasifikasi backpropagation data latih Menggunakan metode thresholding 82
Gambar 5.14 Hasil klasifikasi backpropagation data latih menggunakan metode thresholding+otsu 83

Gambar 5.15Hasil identifikasi dengan 30 data uji
Menggunakan thresholding, otsu,
thresholding+otsu..... 85

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Nilai rata-rata PSNR dan MSE citra 76

Tabel 5.2 Tabel Perbandingan hasil perhitungan Ciri untuk data latih..... 81

Tabel 5.3 Hasil akurasi pengujian menggunakan thresholding, otsu, thresholding+otsu ... 85

DAFTAR SIMBOL

r : *input gray level*

s : *output gray level*

t : nilai *thresholding*

T : fungsi transformasi

n_k : nilai pixel pada derajat keabuan

MN : jumlah seluruh pixel pada citra

f(x,y) : merupakan fungsi intensitas citra

σ : standar deviasi

x dan y : koordinat titik citra

f(y,x) : fungsi spasial titik koordinat y,x

P_i : histogram ternormalisasi

$P_1(k)$: jumlah kumulatif

$m(k)$: rerata kumulatif

$m_G(k)$: rerata intensitas global

$\sigma_B^2(k)$: varians antar kelas

η(k) : ukuran pemisahan

g(x,y) : merupakan citra biner dari grayscale f(x,y)

X_n : lapisan *input*

Z : lapisan tersembunyi

Y : lapisan *output*

v : bobot yang menghubungkan dengan neuron pada lapisan tersembunyi

$v0_1$: bobot bias yang menuju ke neuron pada lapisan tersembunyi

w_{11} : bobot yang menghubungkan Z dengan neuron pada lapisan *output*

$w0_1$: bobot bias menghubungkan lapisan tersembunyi dengan lapisan *output*

PNSR : menentukan nilai dari sebuah citra yang dihasilkan.

MSE : mengetahui tingkat *error* dari citra hasil

TP : data positif dengan terindikasi secara benar pada model.

TN : data negatif dengan terindikasi benar pada model.

FP : data positif dengan terindikasi salah pada model.

FN : data negatif dengan terindikasi salah pada model.

σ_Y^2 : varians skor Y

$\rho_{X,Y}$: korelasi antara X dan Y

N : banyaknya data

μ_X : rata-rata skor X

σ_X : simpangan baku skor X

wB(k) : merupakan bobot background untuk mencari jumlah kumulatif dari nilai histogram ke-k

wO(k) : merupakan hasil dari jumlah semua matrik dikurangi dengan hasil jumlah kumulatif dari nilai histogram ke-k

mB(k) : adalah jumlah total pixel ke-i dibagi bobot background untuk k = 0, 1, 2, … L-1

mF(k) : adalah jumlah total pixel untuk k= 0, 1, 2,.. L-1 dikurangi jumlah total pixel ke-i dibagi jumlah bobot foreground

G_x : Gradien arah x

G_y : Gradien arah y

x_i : sinyal masukan

zj : output dari setiap unit layer tersembunyi

y_k : keluaran jaringan

t_k : target yang harus dicapai

DAFTAR SINGKATAN

WHO	:	World Health Organization
RDT	:	Rapid Diagnostic Test
ROI	:	Region of Interest
SVM	:	Support Vector Machine
JST	:	Jaringan Syaraf Tiruan
RGB	:	Red Green Blue
MSE	:	Mean Square Error
PSNR	:	Peak Signal to Noise Ratio
MLP	:	Multi Layer Perceptron
PCR	:	Polymerase Chain Reaction
SD	:	Sediaan Darah
LPB	:	Lapangan Pandang Besar
RMSE	:	Root Mean Square Error

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit malaria merupakan jenis penyakit tropis yang banyak dialami di beberapa negara Asia. *World Health Organization* (WHO) memperkirakan 40% penduduk di kawasan Asia Tenggara masih beresiko tinggi terkena penyakit malaria. Negara yang ada di kawasan Asia Tenggara yang termasuk daerah endemik malaria adalah Bangladesh, Bhutan, India, Indonesia, Maladewa, Myanmar, Nepal, Sri Lanka, Thailand dan Timor Leste (Ayu, 2014).

Penyakit malaria merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang bisa menyebabkan kematian terutama pada bayi, anak balita, ibu hamil. Penyakit malaria secara langsung dapat menyebabkan anemia dan dapat menurunkan produktivitas kerja (Ferdinand dkk., 2011). Jumlah yang terkena penyakit malaria yang mengakibatkan kematian menurut catatan WHO adalah 435 ribu jiwa, belum terdapat perubahan dari tahun sebelumnya (Syafar, 2019).

Kecepatan penyebaran parasit malaria cukup tinggi. Resiko meninggalnya pasien akan menjadi tinggi jika hasil diagnosis diterima terlambat. Dilain pihak terdapat berbagai kendala. Perubahan gambaran morfologi parasit malaria,

serta variasi galur *(strain)* membuat parasit malaria sulit dikenali. Permasalahan lain adalah rendahnya mutu mikroskop di beberapa pusat kesehatan sehingga mempengaruhi proses diagnosa, tetapi untuk metode menggunakan mikroskop sebagai *gold standard* masih mengalami kelemahan karena prosesnya yang lama dan bisa terjadi kesalahan diagnosis (Arco, 2015).

Kelemahan lain dari diagnosis menggunakan metode mikroskop manual adalah bahwa memerlukan campur tangan manusia yang luas selama proses diagnostik dan dapat menyebabkan terlambat. Mikroskopis memerlukan pelatihan yang luas untuk mendapatkan keahlian dalam diagnosis, karena volume tipis dari sampel yang perlu dianalisis, metode ini tidak konsisten dan tergantung pada apusan darah dan kualitas pewarnaan, kualitas mikroskop dan keahlian dari mikroskopis (Chavan and Nagmode, 2014). Untuk pemeriksaan penyakit malaria yang saat ini telah banyak dikembangkan cara baru yang bertujuan untuk melakukan konfirmasi lebih cepat. Pada penyakit malaria pemeriksaan menggunakan *Rapid Diagnostic Test* (RDT). RDT memiliki potensi untuk memperbaiki sistem diagnostik saat ini, metode ini tidak mampu mendeteksi beberapa infeksi parasit dan sampel dengan konsentrasi parasit rendah. Bahkan, akurasi hasil dapat dipengaruhi oleh kelembaban

yang tinggi dan lingkungan suhu tinggi (May dkk., 2013; Natael dkk., 2018).

Perkembangan dalam bidang deteksi penyakit malaria telah mengalami perkembangan yang pesat, (Prasad, 2012) telah mengembangkan deteksi penyakit malaria dengan menggunakan *decision support system*, tetapi masih mengalami kendala karena belum menerapkan deteksi tepi dan filter. Nasir pada tahun 2012 mengemukakan penelitiannya mengenai malaria, dimana Nasir menggunakan segmentasi dengan pendekatan klaster K-Mean, tapi pada penelitian ini masih merupakan langkah dasar dari deteksi parasit malaria pada citra darah. Pentingnya penelitian mengenai penyakit malaria dan pengembangan basis data mengenai malaria juga dikemukakan oleh Ghosh pada tahun 2013, dimana basis data dipergunakan sebagai pengayaan jenis dan bentuk parasit malaria serta dipergunakan sebagai pembanding dalam deteksi malaria. Deteksi parasit plasmodium pada citra sel darah merah dapat membantu mendiagnosa malaria secara cepat dan akurat, terutama di daerah-daerah yang tidak memiliki keahlian medis. Metode deteksi plasmodium parasit di sel darah merah menggunakan *thresholding* ganda untuk meningkatkan akurasi deteksi (Gatc, 2013).

Penelitian identifikasi status otomatis dari gambar mikroskopis diperoleh dari apusan darah tipis untuk penyakit malaria. Dalam studi ini, desain algoritma akan fokus pada identifikasi parasit dari spesies Plasmodium falciparum. Dalam tubuh manusia, parasit malaria yang hadir umumnya dalam dua stadium yang berbeda yaitu tropozoit dan gametosit. Setiap stadium memiliki fitur dikenali sendiri yang spesifik. Tujuan utama dari penelitian dilakukan dengan memecahkan dua masalah utama dengan rata-rata segmentasi citra: pemisahan komponen sel darah dari latar belakang dan identifikasi unsur parasit, dalam hal ini inti dan sitoplasma, di dalam eritrosit terinfeksi. Algoritma yang digunakan pemilihan *threshold* otomatis dan berhasil tersegmentasi komponen sel darah dari latar belakang (Anggraini dkk., 2011)

Berdasarkan pada makalah-makalah yang berkaitan dengan proses identifikasi penyakit malaria, maka masih perlu dilakukan pengembangan sistem berdasarkan pengolahan citra digital, yang dimulai dengan perbandingan metode perbaikan citra, menentukan ROI secara otomatis dan eksplorasi metode segmentasi untuk identifikasi penyakit malaria berdasarkan pengolahan citra digital. Teknik untuk mengidentifikasi penyakit malaria sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti (Kumar dkk., 2012; Wagmare dan Akhter, 2013; Imran, 2015; Hamid dan

Yudaningtyas, 2016; Hamid dkk., 2016; Usman dan Abdullah, 2017).

Proses segmentasi dilakukan dengan cara meningkatkan kualitas citra (Ganesh dan Anjali, 2018) dan thresholding (Corkmack dkk., 2019; Gavina dkk., 2017; Delahunt dkk., 2014; Kumar dkk., 2012; Salamah dkk., 2018) untuk mengisolasi suatu objek secara sempurna, syaratnya kedua objek dan latar belakang bervariasi.

Thresholding menggunakan satu nilai pixel yang ditentukan secara manual untuk menentukan hasil ambang batas (Loddo dkk., 2018). Hasil yang didapat tidak sesuai dengan yang diharapkan, karena tidak semua citra parasit malaria dapat diisolasi dari latar citra. Penelitian identifikasi penyakit malaria sudah banyak dilakukan menggunakan metode thresholding, metode otsu (Kumar dkk., 2012; Ahirwar dan Acharya, 2012; Wein dan Baveja, 2005; Loddo dkk., 2018; Ferdinand dan Suwardi, 2011).

Penelitian identifikasi penyakit malaria yang menggunakan kombinasi metode thresholding dengan metode otsu yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya masih jarang ditemukan. Oleh karena itu, masih perlu memperoleh metode thresholding dan metode otsu sehingga metode thresholding dan metode otsu semakin lengkap.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini membangun model dengan kombinasi metode thresholding dengan metode otsu dan memperoleh hasil identifikasi jenis penyakit malaria beserta stadium berdasarkan citra parasit malaria apusan darah tipis sehingga dapat menentukan falciparum, malariae dan vivax dengan stadium cincin, tropozoit, schizon dan gametosit.

Otsu merupakan global thresholding (May dan Aziz, 2013; Anggraini dkk., 2011; Gonzalez dkk., 2013), melakukan analisis diskriminan untuk menentukan variabel yang membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Analisis diskriminan (Gonzalez dkk., 2013; Wein dan Baveja, 2005; Nina dkk., 2011; Salat dan Achmady, 2018) digunakan untuk memaksimumkan variabel tersebut agar dapat membagi objek latar depan *(foreground)* dan latar belakang *(background)* secara otomatis.

Metode Canny digunakan untuk melokalisasi titik-titik piksel pada tepi (Sindar dan Sinaga, 2017; Mehanian dkk., 2017) untuk menghilangkan derau. Metode ini dilakukan untuk meningkatkan kekuatan tepi (Nugroho dkk., 2018 ; Pandit dan Anand, 2016; Poostchi dkk., 2018). Penghalusan derau dilakukan ke-empat sudut yaitu 0^0, 45^0, 90^0, dan 135^0. Piksel yang tidak dianggap sebagai tepi diubah nilainya menjadi 0.

Penelitian (Rahman dkk., 2019; Afkhami, 2017; Bairagi dan Charpe, 2016; Chiroma dkk., 2011) klasifikasi dilakukan untuk identifikasi citra. Penggunaan jaringan syaraf tiruan dilakukan dalam proses klasifikasi (Zahra dan Isnanto, 2015; Handayani dan Andri, 2015; Seman dkk., 2008; Srivastava dkk., 2019; Sunarya dan Darmawiguna, 2016). Dalam proses backpropagation menyesuaikan tiap bobot dan bias berdasarkan nilai error yang didapat pada saat forward pass. Cara kerja proses backpropagation dikenal dengan jaringan syaraf tiruan multilayer. Pada proses perhitungannya menerapkan metode gradient descent untuk meminimalkan error kuadrat total dari keluaran yang dihitung oleh jaringan.

Kombinasi metode thresholding dengan metode otsu diusulkan untuk mengoptimalkan tingkat akurasi hasil citra. Metode thresholding dan metode otsu akan digabungkan untuk meningkatkan hasil akurasi yang lebih optimal dalam mengidentifikasi jenis parasit malaria beserta stadium pada citra apusan darah tipis.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini dibuat dalam bentuk pertanyaan riset yang digunakan sebagai panduan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Permasalahan dalam penelitian ini adalah Bagaimana mengidentifikasi

penyakit malaria falciparum, vivax dan malariae beserta stadium berdasarkan pengolahan citra digital ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan diatas, tujuan pada penelitian yang dilakukan adalah :

1. Mendapatkan metode perbaikan citra yang terbaik dari empat metode perbaikan yang akan diuji yaitu metode *contrast stretching*, *histogram equalization*, *low pass filter* dan *gaussian filtering.*
2. Mendapatkan hasil cropping secara otomatis citra jenis parasit malaria.
3. Melakukan kombinasi metode segmentasi citra yaitu menggunakan *thresholding* dan *otsu* untuk identifikasi jenis penyakit malaria beserta stadium berdasarkan pengolahan citra digital.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian dari pengembangan sistem Identifikasi jenis penyakit malaria beserta stadium dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Menghasilkan kualitas citra parasit malaria yang lebih baik dengan membandingkan empat metode perbaikan citra.
2. Menghasilkan cropping secara otomatis citra parasit malaria beserta stadium dan akan digunakan pada

tahap selanjutnya, yaitu untuk identifikasi penyakit malaria beserta stadium berdasarkan pengolahan citra digital. Pada penelitian ini melakukan *cropping* secara otomatis. Berbeda dengan penelitian sebelumnya (Nina dkk., 2014; May dkk., 2013; Dave dkk., 2017; Devi dkk., 2017) untuk mendapatkan wilayah/bagian parasit dilakukan pada tahap segmentasi sedangkan pada peneliti yang dilakukan untuk mendapatkan wilayah/bagian parasit dilakukan sebelum tahap segmentasi.

3. Menghasilkan aplikasi untuk mengidentifikasi penyakit malaria beserta stadium menggunakan kombinasi algoritma *thresholding* dan *otsu* berdasarkan pengolahan citra digital.

   Berbeda dengan penelitian sebelumnya (Anggraini dkk., 2011; May dkk., 2013; Nasir dkk., 2013) metode segmentasi menggunakan satu algoritma, sedangkan penelitian dilakukan pada tahap segmentasi menggunakan kombinasi *thresholding* dan *otsu*.
4. Membantu dokter, residen, rumah sakit untuk mengidentifikasi penyakit malaria beserta stadium secara komputerisasi pada pasien.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sistem Pemeriksaan Penyakit Malaria

Pemeriksaan penyakit malaria pada umumnya pada pengolahan citra diawali dengan akuisisi citra, perbaikan citra, segmentasi citra, ekstraksi fitur, seleksi fitur dan pengenalan pola. Citra yang digunakan berasal dari preparat parasit malaria yang diperiksa ulang pada mikroskop digital. Objek yang dianalisis adalah sel darah merah yang terkena parasit malaria terdiri dari malaria falciparum, vivax, malariae dengan stadium cincin, tropozoit, skizon dan gametosit.

Hasil citra selanjutnya diolah untuk mendapatkan citra yang lebih baik dan mudah diolah dikomputer. Pada proses ini disebut dengan perbaikan citra. Metode perbaikan citra terdiri dari operasi titik, operasi spasial, operasi geometri dan operasi aritmatika dimana operasi tersebut dapat dikombinasikan.

Tahap selanjutnya adalah proses segmentasi yang terdiri dari beberapa metode yaitu algoritma zack, fuzzy c-means, k-means, median cut, mean-shift, histogram, thresholding. Selanjutnya adalah ekstraksi fitur. Beberapa metode ekstraksi fitur adalah fitur morfologi, tekstur, warna dan lain-lain. Biasanya tidak semua fitur yang berpengaruh pada

pengenalan pola. Pengenalan pola digunakan untuk melakukan identifikasi maupun untuk klasifikasi data. Metode yang digunakan klasifikasi bayes, support vector machine (SVM), jaringan syaraf tiruan (JST) dan metode klastering.

2.2 Penelitian Pemeriksaan Beberapa Penyakit berdasarkan perbaikan citra

Berikut ini adalah hasil tinjauan beberapa makalah dalam jurnal, prosiding yang membahas mengenai pemeriksaan jenis penyakit malaria berdasarkan perbaikan citra. Banyak penelitian yang menggunakan citra digital untuk mengidentifikasi penyakit malaria. Masing-masing penelitian memiliki karakteristik jenis citra yang berbeda. Hal ini mengakibatkan metode yang dilakukan untuk perbaikan citra juga berbeda-beda.

Beberapa masalah yang dihadapi dalam pengolahan citra adalah masalah kontras dan kecerahan (Lim dkk., 1999). Untuk mengatasi hal ini maka menggunakan metode perbaikan citra untuk meningkatkan kontras citra.

Penelitian Hanif dkk. (2011) melakukan perbaikan citra dan segmentasi menggunakan teknik *dark stretching* untuk plasmodium falciparum pada darah tebal. Hasil penelitian menunjukkan teknik dark stretching mampu meningkatkan

kualitas citra dan dapat membedakan antara objek dan latar belakang.

Penelitian yang dilakukan oleh Naveed dan Zulkifli (2013) melakukan penelitian peningkatan citra warna RGB (Red Green Blue) di ruang warna YCbCr menggunakan K-Means. Peningkatan citra dengan proses konversi warna RGB ke ruang warna YCbCr. Selanjutnya setiap bagian YCbCr diperiksa dengan histogram Luminance (Y), Chrominance Cb dan Cr dan setiap saluran ditingkatkan dengan pencocokan histogram. Setelah dilakukan peningkatan semua saluran maka digabungkan menjadi satu gambar dan menunjukkan hasil terbaik dan kemudian siap untuk dilakukan proses selanjutnya.

Untuk mengukur kualitas hasil perbaikan kualitas kontras citra dengan menggunakan MSE *(Mean Square Error)* yang berguna untuk menghitung seberapa besar pergeseran data antara sinyal sumber dan sinyal hasil keluaran. Sinyal sumber dan sinyal keluaran memiliki ukuran yang sama untuk mengetahui *error* dari citra hasil perbaikan (Acharya, 2005).

Berbeda dengan Hanifah (2016) penelitian perbandingan metode untuk perbaikan kualitas citra mammogram, untuk mengukur kinerja dari setiap metode perbaikan citra dihitung dengan mencari nilai MSE *(Mean Square Error)* dan PSNR *(Peak Signal to Noise Ratio)* citra.

2.3 Penelitian Pemeriksaan Beberapa Penyakit berdasarkan Region of Interest (ROI)

Berikut ini adalah hasil tinjauan beberapa makalah dalam jurnal, prosiding yang membahas mengenai pemeriksaan jenis penyakit malaria berdasarkan *region of interest* (ROI). Banyak penelitian yang menggunakan citra digital untuk mengidentifikasi penyakit malaria. Masing-masing penelitian memiliki karakteristik jenis citra yang berbeda. Hal ini mengakibatkan metode yang dilakukan untuk *region of interest* juga berbeda-beda.

Hampir semua penelitian tentang citra melakukan proses pemotongan pada awal pemrosesan citra. Pemotongan citra dilakukan untuk mendapatkan citra yang diinginkan dalam proses identifikasi. Ketepatan dalam proses pemotongan citra sangat penting untuk menentukan hasil pengolahan selanjutnya. Penentuan batas ROI digunakan agar setiap objek yang akan di deteksi memiliki klasifikasi tertentu sehingga objek yang di teliti sesuai dengan apa yang diharapkan. Dalam beberapa penelitian sebelumnya, identifikasi dilakukan dari citra hasil ROI. Penelitian Gitonga dkk. (2014) citra yang digunakan hasil ROI untuk mengidentifikasi parasit malaria. Penelitian Savkare dan Narote (2015) citra yang digunakan adalah citra hasil ROI

untuk mengidentifikasi parasit malaria. Dalam penelitian keduanya menggunakan citra hasil ROI yang dilakukan secara manual, hal ini memungkinkan adanya beberapa citra parasit hasil apusan darah yang terlewatkan.

Penelitian Nur Ain dkk. (2016) menggunakan cropping manual dalam melakukan penelitian klasifikasi citra plasmodium falciparum penyebab penyakit malaria dalam sel darah merah manusia dengan menggunakan metode multi class Support Vector Machine (SVM).

Inayaturrahman dkk. (2016) menggunakan cropping manual melakukan penelitian pengembangan sistem klasifikasi stadium malaria plasmodium falciparum stadium tropozoit, skizon dan gametosit pada citra mikroskopis sel darah menggunakan Multi Layer Perceptron.

May dkk. (2013) mengenai kuantifikasi otomatis dan klasifikasi parasit malaria pada apusan darah tipis. Penelitian ini menyajikan sebuah pendekatan untuk secara otomatis mengukur dan mengklasifikasikan sel darah merah yang terinfeksi pada plasmodium vivax stadium tropozoit dalam apusan darah tipis. Pada makalah ini mengusulkan sebuah metode untuk membedakan sel darah merah yang terinfeksi dan sel darah merah sehat. Penelitian ini melakukan pada tahapan segmentasi melakukan proses dilasi dan erosi dilakukan untuk menghapus elemen latar belakang. Untuk menghapus gambar yang lebih kecil,

digunakan operasi citra biner morfologi open. Setiap elemen memiliki ukuran lebih kecil dari objek parasit akan dihapus. Pada penelitian ini hanya menggunakan satu sampel jenis parasit malaria yaitu vivax dengan stadium tropozoit dimana ciri dari malaria vivax memiliki ukuran lebih besar dari sel darah merah. Sampel citra yang ditunjukkan juga tidak terdapat objek sel darah putih dimana ukuran sel darah putih lebih besar dari parasit malaria.

Nina dkk. (2014) pada tahapan segmentasi melakukan proses pengambilan bagian parasit malaria menggunakan filtering untuk diagnosa malaria berdasarkan skrining dan visualisasi komputer visi area plasmodium falciparum stadium tropozoit pada apusan darah.

Dalam penelitian Andrea dkk. (2018) mengenai kemajuan terbaru sistem deteksi parasit malaria berdasarkan morfologi matematika, Dave dkk. (2017) menuliskan pada tahap segmentasi menggunakan adaptive thresholding, selanjutnya melakukan proses erosi dan dilasi untuk mendeteksi parasit malaria. Devi dkk. (2017) menuliskan pada tahap segmentasi menggunakan watershed, untuk mendeteksi parasit malaria. Penelitian Rosado, dkk., (2016) tahap segmentasi menggunakan adaptive thresholding beserta closing dan menggunakan morfologi matematika elliptical dengan ukuran

= 3 untuk mengidentifikasi parasit malaria falciparum, vivax, malariae, ovale yang terinfeksi atau tidak terinfeksi.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya juga menyatakan bahwa pada pengolahan citra yang menjadi permasalahan penting adalah bagaimana mengekstrak untuk menemukan fitur dari citra, beberapa penelitian terkait dengan fitur yang digunakan untuk menganalisis jenis dari parasit malaria dengan fitur bentuk adalah (Anggraini dkk, 2011; Makkapati & Rao, 2011 ; Suwalka dkk, 2012 ; Soni, 2011 ; Thung & Suwardi, 2011; Kareem dkk, 2012; Suryawanshi dan Dixit, 2013), warna dan tekstur (Annaldas dan Shirgan, 2015), warna dan bentuk (Komagal dkk., 2013), bentuk, warna dan tekstur (Chavan dan Nagmode, 2014; Gitonga dkk., 2014 ; Savkare dan Narote, 2015). Dari penelitian-penelitian tersebut dapat diketahui bahwa menjadi penting bagaimana mendapatkan citra hasil ROI dalam satu apusan darah sehingga hasil tingkat akurasi yang diperoleh dalam pengolahan selanjutnya menjadi meningkat.

2.4 Penelitian Pemeriksaan Beberapa Penyakit berdasarkan Segmentasi

Segmentasi secara umum adalah proses pemisahan antara objek dan latar belakang *(background).* Secara umum segmentasi dapat dikategorikan dengan lima yaitu berdasarkan piksel (Y.Cheng, 1995), berdasarkan wilayah

(Yong-mei Zhou, dkk., 2008), berdasarkan tepi, hibrid berdasarkan wilayah dan segmentasi berdasarkan pengelompokan (Tuzel dkk., 2009).

Berikut ini adalah hasil tinjauan beberapa makalah dalam jurnal, prosiding yang membahas mengenai pemeriksaan jenis penyakit malaria berdasarkan segmentasi. Banyak penelitian yang menggunakan citra digital untuk mengidentifikasi penyakit malaria. Masing-masing penelitian memiliki karakteristik jenis citra yang berbeda. Hal ini mengakibatkan metode yang dilakukan untuk segmentasi juga berbeda-beda.

Dalam penelitian Andrea dkk. (2018) mengenai kemajuan terbaru sistem deteksi parasit malaria berdasarkan morfologi matematika, Dave dkk. (2017) menuliskan pada tahap segmentasi menggunakan *adaptive thresholding,* selanjutnya melakukan proses erosi dan dilasi untuk mendeteksi parasit malaria. Devi dkk. (2017) menuliskan pada tahap segmentasi menggunakan *watershed,* untuk mendeteksi parasit malaria.

Penelitian Anggraini dkk. (2011) menggunakan otsu thresholding untuk segmentasi dan menggunakan klasifikasi bayes untuk identifikasi malaria dengan apusan darah tipis pada plasmodium falciparum. Model klasifikasi untuk identifikasi sel darah merah yang terinfeksi dengan sensitifitas 92,95%, spesifisitas 99,65%, Positive Predictive

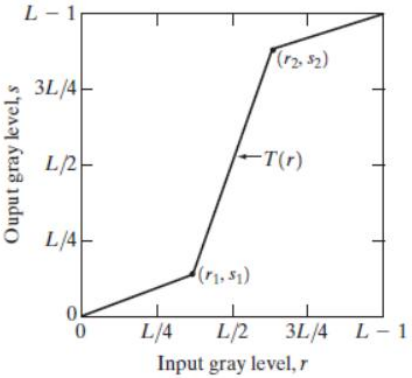
Value 67,56%. Masalah yang dihadapi adalah setelah citra dianalisis ternyata sel darah merah banyak yang mengelompok.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Peregangan Kontras

Kontras merupakan sebaran terang dan gelap di dalam sebuah gambar. Salah satu metode perbaikan citra adalah peregangan kontras *(contrast stretching)*. Peregangan kontras merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik dari pada kontras dari citra asalnya (Gonzalez dan Woods, 2002).

Citra yang memiliki kontras rendah dapat terjadi karena kurangnya pencahayaan, kurangnya jangkauan dinamika dari sensor citra atau kesalahan setting pembuka pada saat pengambilan citra. Ide dari proses peregangan kontras adalah untuk meningkatkan bidang dinamika dari gray level dalam citra yang akan diproses (Gonzalez dan Woods, 2008). Proses contrast stretching termasuk proses perbaikan citra yang bersifat point processing, yang artinya proses ini tergantung dari nilai intensitas (gray level) satu pixel, tidak tergantung dari pixel lain yang ada disekitarnya (wakhidah, 2011). Penjelasan peregangan kontras dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Fungsi Peregangan Kontras (Gonzalez dan Woods, 2008)

Gambar 3.1 dilihat untuk mengubah nilai kontras pixel dari pixel aslinya menggunakan ketentuan:

a. akan terjadi perubahan nilai kontras pixel apabila nilai tingkat keabuan r1<=r2 dan s1<=s2
b. tidak akan terjadi perubahan nilai kontras pixel apabila nilai tingkat keabuan r1=r2 dan s1=s2
c. akan mentransformasikan citra menjadi citra biner *(thresholding)* apabila r1=r2 dan s1=0 dan s2=255

3.2 Histogram Equalization

Histogram equalization adalah suatu sebuah proses yang dapat mengubah distribusi nilai derajat keabuan pada citra sehingga menjadi seragam *(uniform).* Perataan histogram diperoleh dengan cara mengubah derajat keabuan sebuah piksel *(r)* dengan derajat keabuan yang baru *(s)* dengan

sebuah fungsi Transformasi T (Gonzalez dan Woods, 2002). Persamaan untuk histogram equalization dapat dilihat pada persamaan 3.1

$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{MN} \quad k = 0,1,2,\dots,L-1 \qquad (3.1)$$

n_k = nilai pixel pada derajat keabuan rk

MN = jumlah seluruh pixel pada citra

3.3 Low Pass Filter

Low pass filter adalah proses filter dimana pada pengambilan citra dengan gradiasi intensitas yang halus dan perbedaan intensitas yang tinggi akan dikurangi, maka yang dihasilkan adalah peningkatan relatif komponen citra yang berfrekuensi tinggi tanpa peningkatan derau. Citra hasil pengurangan terlihat lebih tajam dari citra awal. Ini dapat digunakan untuk menonjolkan bagian citra yang tidak jelas (Gonzalez dan Woods, 2002). Fungsi dari low pass filter dapat dilihat pada persamaan 3.2.

$$\sum_j \sum_i H(i,j) = 1 \qquad (3.2)$$

Aturan kernel untuk *low pass filter* adalah :

1. Semua koefisien kernel harus positif
2. Jumlah semua koefisien kernel harus sama dengan 1

Contoh menggunakan *low pass filter* untuk n = 3 dengan fungsi filter rata-rata adalah sebagai berikut :

$$H = \begin{bmatrix} \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} \end{bmatrix}$$

3.4 Gaussian Filtering

Gaussian filtering merupakan salah satu jenis dari *spatial filtering*, berdasarkan pada fungsi distribusi peluang Gaussian. Fungsi Gauss pada dua dimensi dapat dilihat pada persamaan 3.3.

$$f(x,y) = e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \qquad (3.3)$$

f (x, y) merupakan fungsi intensitas citra, σ merupakan standar deviasi, x dan y adalah koordinat titik citra.

3.5 Region of Interest (ROI)

Beberapa masalah yang dihadapi dalam pengolahan citra adalah masalah *region of interest*. *Region of Interest* (ROI) merupakan proses pengolahan untuk pengambilan bagian atau wilayah tertentu pada citra. ROI dilakukan dengan pemotongan *(cropping)*. Pada proses *cropping* dapat dilakukan dua cara yaitu *cropping* manual dan otomatis.

Operasi perhitungan *cropping* ditunjukkan pada persamaan 3.4. (Gonzales, 2008) :

$$g(y,x) = \begin{cases} 0, x \leq f_1 \\ f(y,x), f_1 < f(y,x) < f_2 \\ 255, x \geq f_2 \end{cases} \quad (3.4)$$

Pada persamaan 1. menunjukkan bahwa nilai g dinolkan atau dipotong habis untuk intensitas asli dari 0 hingga f_1 karena dipandang tidak mengandung nilai informasi atau objek menarik. Untuk nilai intensitas dari f_2 ke atas, yang mungkin hanya mengandung derau. f(y,x) merupakan fungsi spasial titik koordinat y,x.

3.6 Segmentasi

Segmentasi merupakan tahap memisahkan antara objek dan background. Tahap segmentasi merupakan tahap penting sebelum masuk ke tahap pengenalan, karena hasil segmentasi yang tepat dapat mengeluarkan hasil akurasi yang tinggi (Salamah dkk., 2018). Penelitian ini menggunakan kombinasi thresholding dan otsu. Tahap ini mengeluarkan hasil kombinasi thresholding dan otsu.

Dasar dari otsu adalah berdasarkan pada nilai intensitas dari pixel-pixel pada citra dan untuk menemukan threshold yang optimum. Dikatakan optimum adalah cara kerjanya memaksimalkan varian antar kelas [10]. Dengan pengamatan histogram dari sebuah citra maka didapat jumlah level intensitas disimbolkan dengan n(k) dengan k=0…255. Rumus

otsu thresholding dapat dilihat pada persamaan 3.5 sd 3.10 (Bangare dkk., 2015).

1. Melakukan perhitungan histogram ternormalisasi dari citra, dengan simbol histogram sebagai p_i, i=0,1,2,...L-1

$$P_i = \frac{n_i}{\mathrm{MN}} \tag{3.5}$$

n_i adalah jumlah pixel pada setiap intensitas i dan MN adalah jumlah semua n_i mulai dari $n_0 + n_1 + n_2 + \ldots + n_{L-1}$

2. Melakukan perhitungan jumlah kumulatif *(cumulative sum)* dari $P_1(k)$, untuk k=0,1,2...L-1 dengan rumus :

$$P_1(k) = \sum_{i=0}^{k} p_i \tag{3.6}$$

3. Melakukan perhitungan rerata kumulatif *(cumulative mean)*, m(k), untuk k=0,1,2...L-1 dengan rumus :

$$m(k) = \sum_{i=0}^{k} ip_i \tag{3.7}$$

4. Melakukan perhitungan rerata intensitas global, m_G, menggunakan rumus :

$$m_G = \sum_{i=0}^{L-1} ip_i \tag{3.8}$$

5. Melakukan perhitungan varian antar kelas *(between-class variance)*, $\sigma_B^2(k)$ untuk k=0,1,2...L-1 dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[m_G P_1(k) - m(k)]^2}{P_1(k)[1 - P_1(k)]} \tag{3.9}$$

6. Melakukan pemilihan nilai threshold k* yang merupakan indeks dimana nilai varians antar kelas maksimum, $\sigma_B^2(k) \longrightarrow max$. Jika terdapat lebih dari satu nilai k* maka dilakukan pemerataan untuk mendapatkan nilai threshold.
7. Melakukan perhitungan *separability measurement*, η^* pada k=k* menggunakan rumus :

$$\eta(\mathrm{k}) = \frac{\sigma_B^2(k)}{\sigma_G^2} \tag{3.10}$$

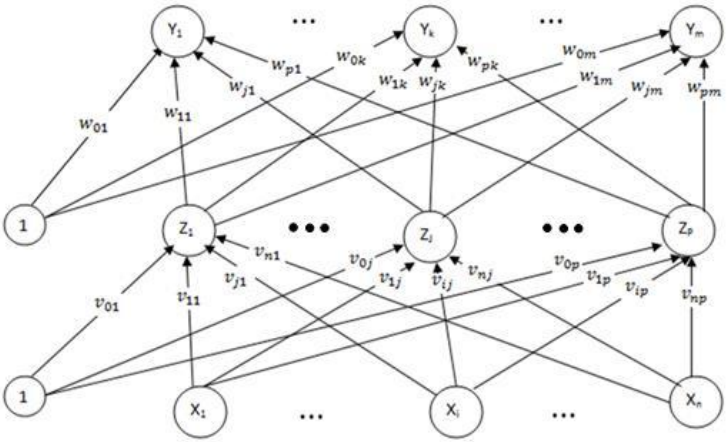
Penggunaan nilai thresholding pada satu nilai titik pixel dapat ditunjukkan persamaan 3.11 0

$$f_0(x,y) \begin{bmatrix} 0, & f_1(x,y)<128 \\ 255, & f_1(x,y)\geq 128 \end{bmatrix} \tag{3.11}$$

3.7 Model Pengenalan Pola

Jaringan syaraf tiruan banyak digunakan dalam aplikasi medis. Pada proses pembelajaran pengenalan pola supervisi, metode yang direkomendasikan adalah jaringan syaraf tiruan karena proses pelatihan yang relatif cepat. Penelitian ini menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation merupakan metode klasifikasi dimana setiap unit output mewakili kelas tertentu. Algoritma backpropagation merupakan algoritma pelatihan untuk memperkecil tingkat error dengan menyesuaikan bobot berdasarkan perbedaan

output dan target yang diinginkan. Rancangan arsitektur model pengembangan backpropagation dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Arsitektur Model Pengembangan Backpropagation

Gambar 3.2 menunjukkan arsitektur model pengembangan menggunakan backpropagation. Backpropagation memiliki tiga layer terdiri dari input layer, hidden layer dan output layer. X_1 sampai dengan X_n adalah lapisan input. Lapisan tersembunyi dengan lambang yaitu Z dan lapisan output yaitu Y. Bobot yang menghubungkan dengan neuron pada lapisan tersembunyi adalah variabel v dan variabel $v0_1$, $v0_j$, $v0_p$ adalah bobot bias yang menuju ke neuron pada lapisan tersembunyi. Bobot yang menghubungkan Z dengan neuron

pada lapisan output adalah w_{11} sampai dengan w_{pm}. Bobot bias $w0_1$, $w0_{k,}w0_m$ menghubungkan lapisan tersembunyi dengan lapisan output.

3.8 Evaluasi

Hasil evaluasi dari empat metode perbaikan citra yang digunakan, yaitu menghitung nilai PNSR *(Peak Signal to Noise Ratio)* dan MSE *(Mean Square Error).* Pada mulanya diawali dengan empat metode perbaikan citra yang digunakan. Selanjutnya melakukan perhitungan nilai PNSR dan MSE pada setiap hasil perbaikan citra dengan citra asal yang sudah dikonversi ke *grayscale*.

3.9 MSE (Mean Square Error)

MSE digunakan untuk melakukan perbandingan antara citra awal dengan hasil metode perbaikan citra. Semakin kecil nilai MSE maka semakin mirip kedua citra tersebut. Adapun rumus *Mean Square Error* dapat didefinisikan pada persamaan 3.12 (Poobathy & Chezian, 2014) :

$$MSE = \frac{1}{kl}\sum_{i=0}^{k-1}\sum_{j=0}^{l-1}[P(i,j) - Q(i,j)]^2 \qquad (3.12)$$

Nilai k adalah untuk panjang dan l untuk lebar, P(i,j) adalah citra asal dan Q(i,j) adalah citra hasil.

3.10 PSNR *(Peak Signal to Noise Ratio)*

Pada perbaikan citra dibutuhkan perbandingan antar citra asal dengan citra perbaikan citra. Ukuran yang digunakan adalah *Peak Signal to Noise Ratio.* Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin baik hasil kualitas perbaikan citra. Adapun rumus PSNR yang digunakan terdapat pada persamaan 3.13 :

$$PSNR = 10\log_{10}\left(\frac{255^2}{MSE}\right) \tag{3.13}$$

3.11 Akurasi

Akurasi adalah banyaknya data yang berhasil diprediksi benar oleh model baik negatif maupun positif. Perhitungan nilai akurasi dapat dilihat pada persamaan 3.14 [13]:

$$akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}\ \% \tag{3.14}$$

TP (True Positive) adalah data positif dengan terindikasi secara benar pada model.

TN (True Negative) adalah data negatif dengan terindikasi benar pada model.

FP (False Positive) adalah data positif dengan terindikasi salah pada model.

FN (False Negative) adalah data negatif dengan terindikasi salah pada model.

3.12 Penyakit Malaria

Malaria adalah penyakit infeksi disebabkan oleh parasit plasmodium yang hidup dan berkembang biak dalam sel darah merah. Penyakit ini secara alami ditularkan melalui gigitan nyamuk anopheles betina. Species plasmodium pada manusia adalah, plasmodium falciparum, Plasmodium vivax, Plasmodium malariae dan Plasmodium ovale. Pada penderita malaria dapat ditemukan satu atau lebih gejala-gejala klinis berupa demam tinggi, sakit kepala, menggigil, nyeri di seluruh tubuh. Pada beberapa kasus dapat disertai gejala lainnya yaitu mual muntah dan diare.

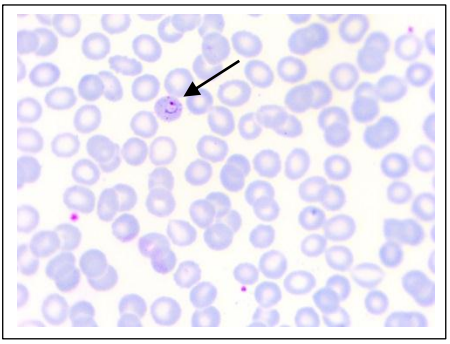
Di Indonesia, P. falciparum dan P. vivax, yang banyak ditemukan. P. malariae dapat ditemukan antara lain di Provinsi Lampung, Kepulauan Riau, NTT dan Papua, sedangkan P. ovale pernah ditemukan di NTT dan Papua. Parasit malaria memerlukan 2 (dua) hospes untuk siklus hidupnya, yaitu manusia dan nyamuk anopheles betina (Lab. Kes.Sumut, 2011). Dalam penelitian ini tidak membahas mengenai identifikasi Plasmodium ovale dikarenakan keterbatasan data.

Penyakit malaria terdiri dari empat stadium yaitu:

1. Stadium cincin

   Stadium ini paling umum terlihat, bentuk seperti cincin. Sel darah merah yang terinfeksi bervariasi ukuran

besarnya, dari normal sampai besar, tergantung dari spesies plasmodiumnya. Pigmen terlihat sebagai hasil metabolisme parasit, warnanya terdapat kuning pucat sampai dengan coklat kehitaman. Adapun contoh stadium cincin dapat dilihat pada Gambar 3.3

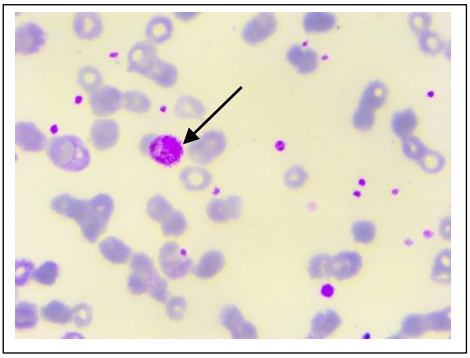


Gambar 3.3 Contoh stadium cincin

Sumber : Lab. Kes Sumut

2. Stadium tropozoit

   Pada stadium ini sangat bervariasi bentuknya, terdapat bentuk pita dan tidak beraturan (amuboid). Sel darah merah yang terkena infeksi dari ukuran sangat bervariasi mulai dari normal sampai ukuran besar, tergantung dari spesies plasmodium. Pigmen terlihat sebagai hasil metabolisme parasit, warnanya bervariasi dari kuning pucat sampai coklat kehitaman. Contoh stadium tropozoit dapat dilihat pada Gambar 3.4

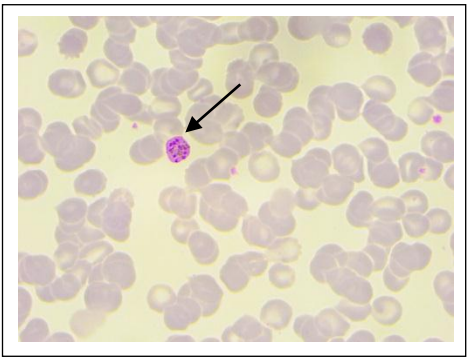


Gambar 3.4 Contoh stadium tropozoit

Sumber : Lab. Kes Sumut

3. Stadium Skizon

   Pada stadium skizon sudah terlihat inti membelah menjadi 2, 4, 8 dan seterusnya secara aseksual tanpa melibatkan sel kelamin jantan dan betina. Contoh stadium skizon dapat dilihat pada Gambar 3.5

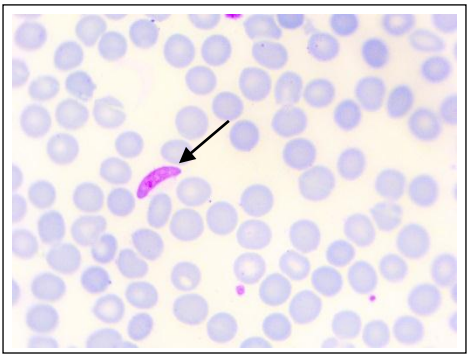


Gambar 3.5 Contoh stadium skizon

Sumber : Lab. Kes Sumut

4. Stadium Gametosit

   Stadium gametosit merupakan stadium seksual yang akan menjadi sel kelamin jantan dan betina, berkembang lebih lanjut di dalam tubuh nyamuk Anopheles betina. Stadium gametosit dapat berbentuk bulat atau seperti pisang tergantung spesies. Contoh stadium gametosit dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Contoh stadium gametosit

Sumber : Lab. Kes Sumut

Malaria adalah salah satu menjadi masalah kesehatan pada masyarakat di semua kelompok baik pada bayi, anak balita, ibu hamil, selain itu penyakit malaria juga dapat menyebabkan anemia sehingga dapat menurunkan produktivitas kerja. Penyakit malaria merupakan penyakit endemis terdapat di wilayah Indonesia dan kebanyakan terdapat di daerah pedesaan (Kementrian Kesehatan RI, 2011).

3.13 Pemeriksaan Laboratorium Malaria

Diagnosis malaria harus dilakukan pemeriksaan sediaan darah. Pemeriksaan tersebut dapat dilakukan melalui cara berikut.

1. Pemeriksaan dengan mikroskop
2. Pemeriksaan dengan tes diagnostik cepat (Rapid Diagnostic Test/RDT)
3. Pemeriksaan dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dan *sequensing* DNA

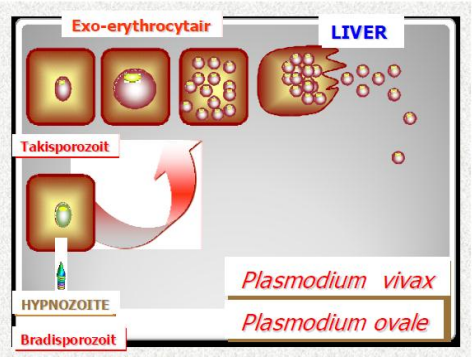
Pemeriksaan dengan mikroskop merupakan *gold standard* (standar baku) untuk diagnosis penyakit malaria. Pemeriksaan mikroskop dilakukan dengan membuat sediaan darah tebal dan tipis (WHO, 2014).

Siklus hidup dan perkembangan malaria dimulai dari :

a. Fase Hati

   Bila nyamuk Anopheles betina yang infektif menghisap darah manusia, maka parasit malaria akan ditularkan ke orang tersebut. Parasit mengikuti sirkulasi darah dan masuk ke dalam sel hati. Dalam waktu 7-21 hari (tergantung jenisnya) parasit akan tumbuh dan berkembang biak mengalami proses sizogoni exoeritrositer, sehingga memenuhi seluruh sel hati. Selanjutnya sel hati pecah dan parasit masuk ke aliran

darah, menginfeksi sel darah merah. Hal ini berlaku untuk infeksi P. falciparum dan P.malariae. Pada infeksi P. vivax dan P. ovale, sejumlah parasit tetap berada dalam hati dan tidak berkembang biak. Parasit yang dorman ini dapat menyebabkan kekambuhan pada pasien dengan infeksi P. vivax dan P. ovale. Adapun siklus hidup parasit malaria pada manusia untuk fase hati dapat dilihat pada Gambar 3.7



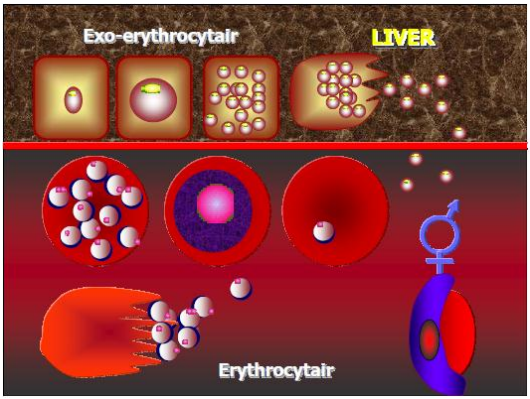
Gambar 3.7 Siklus hidup parasit malaria pada manusia untuk fase hati

Sumber : Lab.Kes. Prov. Sumatera Utara, 2011

b. Fase sel darah merah

Merozoit hati yang keluar dan menginfeksi sel darah merah perifer, berkembang dan secara terus menerus mengalami proses sizogoni eritrositer. Setelah minimum 2 sampai 3 kali proses sizogoni eritrositer berlangsung, sebagian parasit membentuk stadium

seksual gametosit jantan dan betina untuk melangsungkan siklus hidup selanjutnya nanti di nyamuk anopheles betina. Adapun siklus hidup parasit malaria pada manusia untuk fase sel darah merah dapat dilihat pada Gambar 3.8



Gambar 3.8 Siklus hidup parasit malaria pada manusia untuk fase sel darah merah
Sumber : Lab.Kes. Prov. Sumatera Utara, 2011

3.13.1 Pemeriksaan penyakit malaria secara mikroskopis

1. Bahan untuk pemeriksaan Sediaan Darah (SD)
   a. Minyak emersi, biasanya terdapat di kemasan botol berwarna coklat dengan tidak tembus sinar matahari ukuran 100 ml dan 500 ml. Untuk kebutuhan sehari-hari, dipisahkan pada botol kecil tersendiri dan diberi

label agar tidak keliru dengan reagensia lainnya. Contoh minyak emersi dapat dilihat pada Gambar 3.9

Gambar 3.9 Minyak emersi

b. SD malaria sebagai preparat merupakan bahan jadi yang akan diperiksa. SD malaria sudah diwarnai dengan baik dan siap untuk diperiksa.

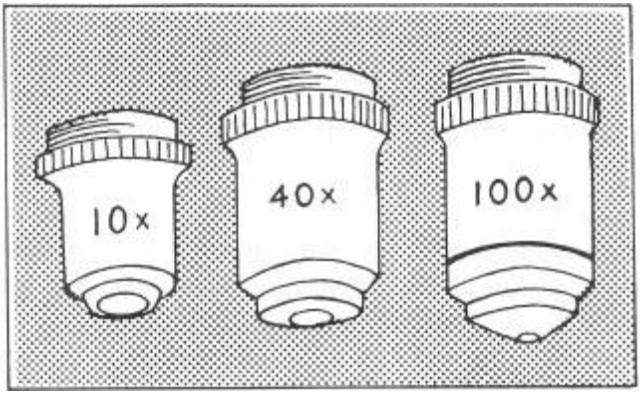
2. Alat untuk pemeriksaan SD malaria yaitu :
   a. Counter, single & multiple
   b. Mikroskop binokuler

      Mikroskop terdiri dari :

      (1) Tabung okuler berfungsi sebagai tabung tempat lensa okuler
      (2) Prisma sebagai tempat prisma
      (3) Pemutar lensa objektif sebagai mengatur/memutar pembesaran lensa obyektif yang diinginkan untuk pemeriksaan SD

(4) Lensa objektif sebagai lensa obyektif dengan pembesaran 4x, 10x, 40x dan 100x, untuk pemeriksaaan malaria harus ada lensa dengan pembesaran 10x dan 100x.

Gambar lensa obyektif dapat dilihat pada Gambar 3.10



Gambar 3.10 Lensa Obyektif

(5) Meja mikroskop/sediaan berfungsi untuk meletakkan bahan/spesimen untuk diperiksa.

(6) Alat penggeser sediaan berfungsi menggeser SD ke kiri atau kanan, kedepan atau belakang pada waktu melakukan pemeriksaan.

(7) Kondensor dan diafragma memaksimalkan cahaya yang jatuh ke lapang pandang SD yang diperiksa. Bila menggunakan sumber cahaya listrik, dapat digunakan filter biru yang membuat lapang

pandang mikroskop lebih putih. Gambar kondensor dapat dilihat pada Gambar 3.11

Gambar 3.11 Kondensor

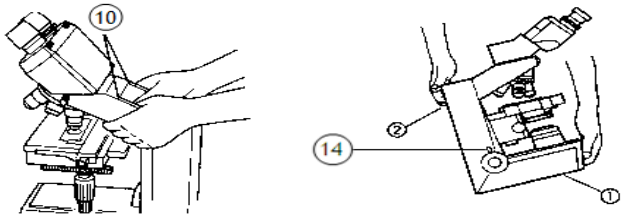
(8) Cermin digunakan untuk memantulkan cahaya dari sumber cahaya listrik (lampu) atau cahaya matahari ke kondensor. Apabila sumber cahaya dari lampu, digunakan permukaan cermin yang datar. Sedangkan untuk sumber cahaya matahari (bukan sumber cahaya matahari langsung), digunakan cermin cekung.

(9) Kaki mikroskop atau landasan diletakkan pada permukaan yang rata dan kuat, misalnya diatas meja. Landasan ini berfungsi untuk menahan agar mikroskop tidak mudah goyah pada waktu melakukan pemeriksaan.

(10) Lensa okuler berfungsi untuk pemeriksaan SD malaria lensa okuler yang digunakan dengan pembesaran 5-7x. Lensa okuler dengan pembesaran 7x adalah ukuran yang paling ideal. Walaupun demikian lensa okuler dengan

pembesaran 5-6x masih dapat digunakan. Dengan mengikuti perkembangan teknologi, maka pembesaran okuler 10x dapat dipakai untuk pemeriksaan SD malaria, dapat memberikan gambaran parasit lebih besar dan mudah diidentifikasi.

(11) Pegangan mikroskop digunakan untuk memegang mikroskop bila akan dipindahkan ke tempat lain (dengan tangan kanan) dan dianjurkan untuk mengangkat beserta landasannya (dengan tangan kiri). Gambar 3.12 menunjukkan pegangan mikroskop.



Gambar 3.12 Pegangan mikroskop

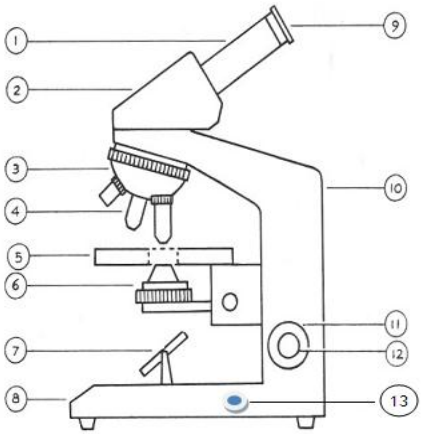
(12) Makrometer digunakan untuk menaik turunkan meja mikroskop dan berfungsi mencari secara cepat lapangan pandang besar (LPB), dengan bantuan lensa obyektif 10x.

(13) Mikrometer digunakan untuk mendapatkan gambaran fokus lebih jelas (dengan lensa obyektif

yang lebih besar). Pada mikrometer, diusahakan tidak memutar lebih dari 360 derajat, agar gigi geligi tetap pada posisi yang baik.

(14) Lampu dan sistem elektrik berfungsi untuk memberikan cahaya penerangan pada lapang pandang dan dapat disesuaikan dengan terang redupnya sinar sesuai dengan kebutuhan.

Gambar mikroskop dapat dilihat pada Gambar 3.13



Gambar 3.13 Mikroskop

Penjelasan Gambar 3.13 :

(1) Tabung tempat lensa okuler

(2) Tempat prisma

(3) Revolver

(4) Lensa obyektif.

(5) Meja mikroskop dan *mechanical* stage/alat penggeser sediaan.
(6) Kondensor dan diafragma berfungsi memaksimalkan cahaya yang jatuh ke lapang pandang SD yang diperiksa.
(7) Cermin.
(8) Landasan mikroskop.
(9) Lensa okuler.
(10) Pegangan mikroskop.
(11) Makrometer.
(12) Mikrometer.
(13) Pengatur untuk meredup dan menerangkan lampu mikroskop.
(14) *Lock*/kunci mikroskop

3.13.2 Langkah-langkah dan Teknik Pemeriksaan secara mikroskopis

1. Pembuatan Sediaan Darah
   a. Pengambilan sediaan darah tebal

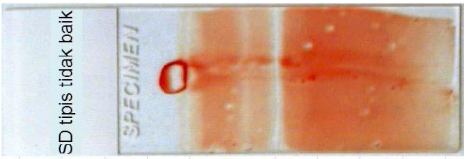
      Darah diteteskan sejumlah 2-3 tetes dengan volume 6 (enam) μl yang diratakan dibentuk buatan di slide dengan diameter 1-1$\frac{1}{2}$ cm. SD diwarnai dengan zat warna giemsa dengan konsentrasi dan waktu pewarnaan tertentu, sehingga sel darah merah terhemolisis. Bila terdapat parasit pada SD tersebut,

akan terkonsentrasi di area yang terbatas, sehingga parasit akan lebih cepat ditemukan dengan pemeriksaan mikroskop.

b. Sediaan darah tipis

Darah diteteskan sejumlah 1 tetes dengan volume 2 (dua) *µl* yang dibuat sedemikian rupa sehingga merupakan satu lapisan sel darah merah yang tersebar di *slide*. SD tipis ini difiksasi dengan *methanol* sebelum diwarnai dengan larutan giemsa. Bila pada SD tebal terdapat parasit dengan jumlah cukup banyak, maka SD tipis tersebut dapat digunakan untuk membantu identifikasi parasit malaria. Morfologi parasit akan tampak bagus karena sel darah merah tampak utuh tidak rusak. Contoh SD tipis yang baik dan tidak baik dapat dilihat pada Gambar 3.14 dan 3.15

Gambar 3.14 Contoh sediaan darah tipis yang baik



Gambar 3.15 Contoh sediaan darah tipis yang tidak baik

2. Pewarnaan Sediaan Darah

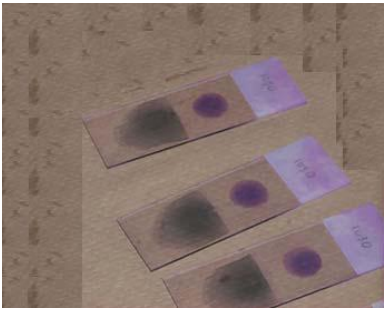
Pewarnaan SD malaria adalah meresapkan zat warna, sehingga dapat memberikan warna pada komponen-komponen darah dan benda lainnya yang ada pada SD malaria. Dengan proses pewarnaan, maka komponen-komponen darah yang terdapat di SD malaria dapat dibedakan warnanya, sehingga dapat dilihat memakai alat mikroskop dengan pembesaran tertentu untuk membedakan morfologi darah dan parasit. Jenis-jenis leukosit, parasit, trombosit dan benda-benda lain dapat diamati pada lapang pandang mikroskop.

Cara pewarnaan sediaan darah adalah :

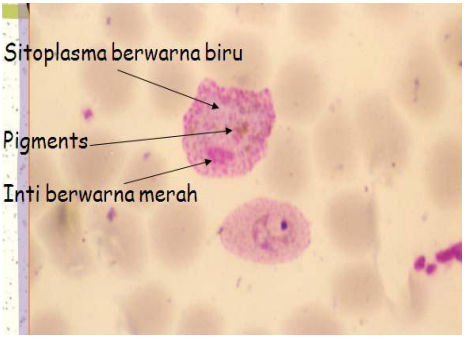
a. SD tipis yang sudah kering difiksasi dengan metanol, jangan sampai terkena SD tebal.
b. Letakkan pada rak berwarna dengan posisi darah berada diatas.
c. Pewarnaan standar :
   - Siapkan 3% larutan giemsa dengan mencampur 3cc giemsa stock dan 97cc larutan buffer/aquades dengan pH 7,2
   - Tuangkan larutan giemsa 3% hingga menutupi seluruh permukaan *object glass*. Biarkan selama 30-45 menit.

d. Tuangkan air bersih secara perlahan-lahan dari tepi *object glass* sampai larutan giemsa yang terbuang menjadi jernih. Angkat dan keringkan SD. Setelah kering, SD siap diperiksa.

3.16 dan 3.17 menunjukkan contoh hasil pewarnaan dengan zat warna giemsa yang baik pada sediaan darah malaria secara makroskopis dan mikroskopis.



Gambar 3.16 Contoh hasil pewarnaan dengan zat warna giemsa yang baik secara makroskopis.



Gambar 3.17 Contoh hasil pewarnaan dengan zat warna giemsa yang baik secara mikroskopis

Gambar 3.16 dari contoh hasil pewarnaan SD malaria terlihat sudah terpisah antara sediaan darah tipis dan tebal dengan hasil pewarnaan menggunakan zat warna giemsa yang baik secara makroskopis.

Gambar 3.17 contoh hasil pewarnaan SD malaria dengan hasil pewarnaan menggunakan zat warna giemsa yang baik secara mikroskopis dimana sudah dapat membedakan antara sitoplasma, pigmen dan inti.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Model yang diusulkan

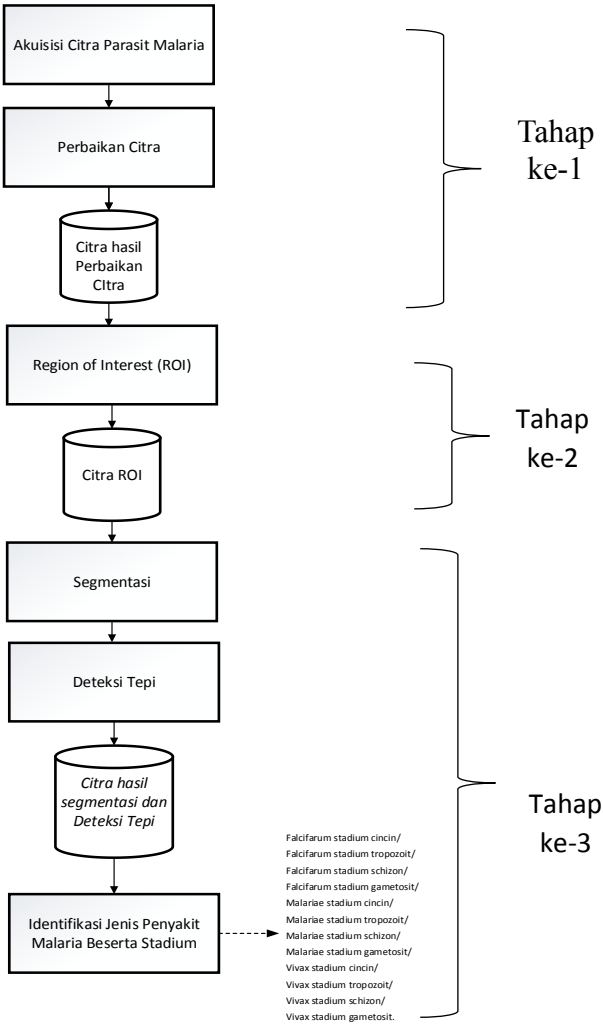
Secara umum model yang dikembangkan pada sistem Identifikasi penyakit malaria beserta stadium berdasarkan pengolahan citra digital dapat dilihat pada Gambar 4.1. Model pengembangan ini dibagi menjadi 3 yaitu yang pertama adalah melakukan perbandingan 4 metode perbaikan citra, kedua adalah melakukan Region of Interest secara otomatis dan yang ketiga adalah kombinasi metode segmentasi untuk idenfikasi penyakit malaria beserta stadium.

Model pengembangan sistem Identifikasi penyakit malaria beserta stadium berdasarkan pengolahan citra digital yang dilakukan pada tahap pertama adalah perbandingan metode perbaikan citra dapat dilihat pada Gambar 4.2

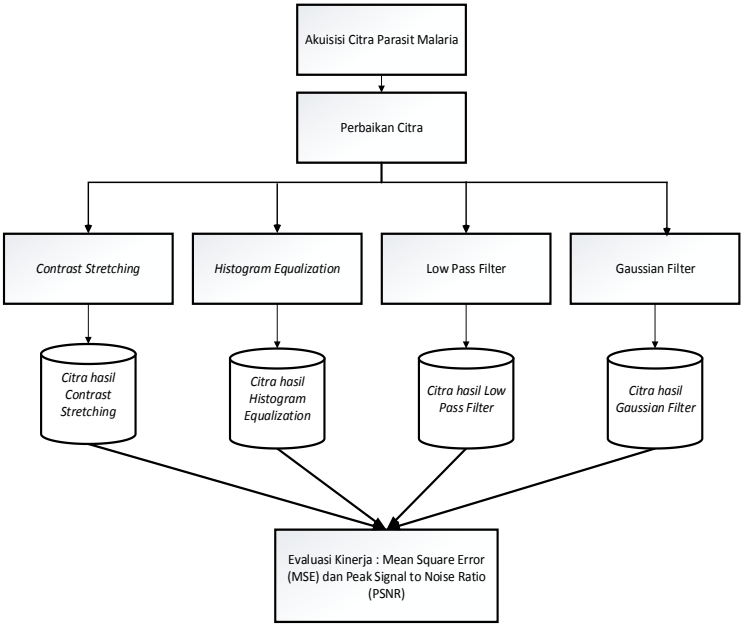
Model pengembangan sistem Identifikasi penyakit malaria beserta stadium berdasarkan pengolahan citra digital yang dilakukan pada tahap kedua adalah mendapatkan hasil cropping secara otomatis citra jenis parasit malaria dapat dilihat pada Gambar 4.4

Tahap ketiga, kombinasi metode segmentasi untuk identifikasi jenis penyakit malaria beserta stadium. Metode

yang dikembangkan memiliki dua dua tahap yaitu tahap pelatihan dan pengujian. Gambar 4.6 menunjukkan model identifikasi penyakit malaria beserta stadium. Data input adalah citra hasil Region of Interest. Tahap selanjutnya melakukan segmentasi, dimana pada tahap ini menggunakan kombinasi thresholding dan otsu. Citra hasil segmentasi digunakan untuk pelatihan. Setelah proses pelatihan dilakukan pengujian. Pada tahap ini dilakukan pengujian data yang menggunakan parameter hasil pelatihan.



Gambar 4.1 Model Pengembangan Sistem Identifikasi Penyakit Malaria



Gambar 4.2 Model Pengembangan Sistem Identifikasi Penyakit Malaria : Perbandingan Metode Perbaikan Citra

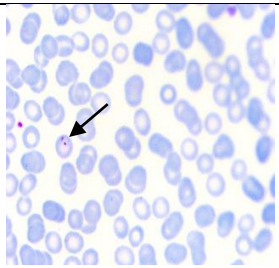
4.2 Akuisisi Citra Parasit Malaria

Pada tahapan akuisisi, sampel citra parasit malaria dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Sumatera Utara bagian parasitologi. Sampel preparat jenis malaria diperiksa ulang selanjutnya dilakukan pelabelan dan diverifikasi oleh petugas Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Sumatera Utara. Data yang digunakan berjumlah 120 data citra parasit malaria. Terdapat tiga jenis parasit malaria yang ada pada Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Sumatera Utara terdiri dari falciparum, vivax dan

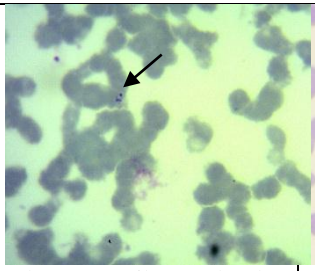
malariae dengan empat stadium yaitu cincin, tropozoit, skizon dan gametosit.

Pada Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Sumatera Utara sudah terdapat preparat yang sudah diberi pewarnaan *giemsa.* Sebelum pemeriksaan, preparat ditetesi minyak emersi, selanjutnya dilakukan pengambilan citra. Proses pengambilan citra parasit malaria menggunakan mikroskop digital dengan pembesaran 1000 kali. Data citra jenis parasit malaria selanjutnya disimpan untuk digunakan pada proses berikutnya.

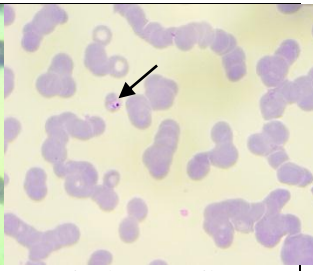
Pada proses pemeriksaan ulang didampingi oleh petugas laboratorium untuk mengetahui jenis parasit malaria beserta. Citra dapat dilihat di layar monitor. Adapun jenis parasit malaria beserta stadium dapat dilihat pada Gambar 4.3



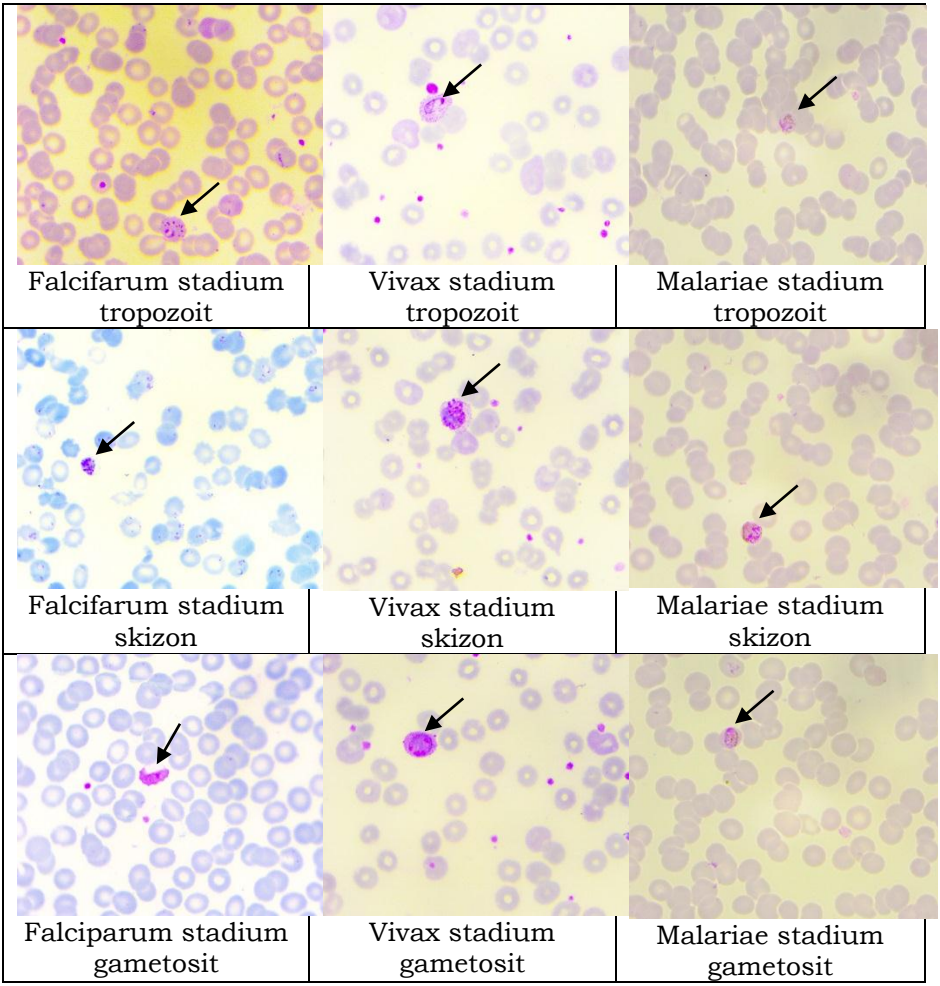
Falcifarum stadium cincin



Vivax stadium cincin



Malariae stadium cincin



Gambar 4.3 Citra parasit malaria falciparum, malariae, vivax dengan empat stadium

Sumber : Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Sumatera Utara

Gambar 4.3 menunjukkan citra parasit malaria falciparum, vivax, malariae dengan stadium cincin, tropozoit, skizon dan gametosit. Pada bentuk stadium cincin terlihat tipis dan halus. Cincin biasanya memiliki satu atau dua titik kromatin. Biasanya tidak ada pembesaran sel darah merah yang terinfeksi. Pada malaria vivax stadium cincin sel darah merah yang terinfeksi seringkali lebih besar dari sel darah merah yang tidak terinfeksi.

Pada stadium tropozoit untuk malaria falciparum cenderung tetap dalam bentuk cincin, tetapi dapat menjadi lebih tebal dan lebih padat. Jumlah pigmen dan kromatin juga dapat meningkat serta memiliki bentuk yang padat dan amuboid. Pada malaria vivax sitoplasma pada stadium ini semakin amuboid. Titik *Schüffner* dapat terlihat, pigmen cenderung halus dan coklat. Sel darah merah yang terinfeksi biasanya terasa lebih besar dari sel darah merah yang tidak terinfeksi. Pada malaria malariae berbentuk pita, kromatin bulat atau bergaris-garis dan sitoplasma biasanya padat tanpa vakuola. Pigmen biasanya kasar. Butiran pigmen menjadi lebih besar dan cenderung memiliki pengaturan yang lebih tepi.

Pada stadium skizon untuk falciparum, skizon jarang terlihat dalam darah tepi dari infeksi plasmodium falciparum, kecuali dalam kasus yang parah. Bila dilihat, skizon

mengandung merozoit. Sebuah skizon matang biasanya mengisi sekitar 2/3 dari sel darah merah yang terinfeksi. Pada malaria vivax, skizon mengandung merozoit, masing-masing berisi titik kromatin dan massa sitoplasma. Seperti tahap lainnya, sel darah merah yang terinfeksi biasanya lebih besar dari sel darah merah yang tidak terinfeksi. Pada malariae stadium ini memiliki merozoit, sering diatur dalam roset atau klaster tidak teratur. Skizon berumur hampir mengisi berukuran normal.

Pada stadium gametosit pada falciparum berbentuk bulan sabit atau sosis. Sitoplasma dari macrogametosit (betina) biasanya lebih gelap, lebih biru, sitoplasma dari microgametosit (jantan) biasanya lebih pucat. Kromatin merah dan pigmen lebih kasar. Pada vivax berbentuk bulat dan biasanya mengisi sel inang. Sel darah merah yang terinfeksi biasanya lebih besar dari sel darah merah yang tidak terinfeksi. Sitoplasma berwarna biru gelap dan mengandung pigmen coklat. Titik Schüffner dilihat dengan pewarnaan yang tepat. Pada malariae tidak ada pembesaran sel darah merah terinfeksi dan kadang-kadang ada pengurangan ukuran. Sitoplasma berwarna biru dan kromatin merah muda menjadi merah. Pigmen agak gelap dapat tersebar di seluruh sitoplasma.

4.3 Perbaikan Citra

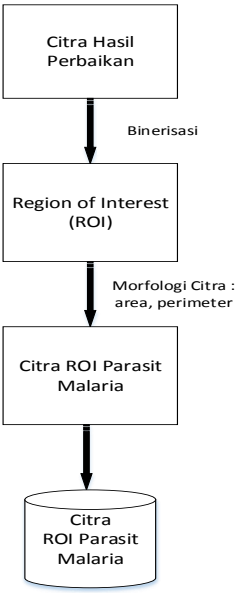
Citra parasit malaria ternyata masih ada citra yang memiliki kualitas citra yang kurang baik. Masalah tersebut dapat dilakukan perbaikan kualitas citra. Pada tahap ini metode perbaikan citra menggunakan empat metode perbaikan citra sebagai perbandingan untuk mendapatkan hasil kualitas citra yang lebih baik. Metode yang digunakan adalah peregangan kontras *(Contrast stretching), Histogram equalization, Low pass filter, Gaussian filter.* Pada tahap selanjutnya dilakukan proses penyimpanan untuk citra hasil *contrast stretching, histogram equalization, low pass filter dan Gaussian filter.*

4.4 Evaluasi Kinerja menggunakan *Mean Square Error (MSE)* dan *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*

Teknik evaluasi kinerja pada penelitian ini menggunakan *Mean Square Error (MSE)* dan *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)* untuk mengetahui metode mana yang lebih baik untuk digunakan dalam perbaikan citra. Metode perbaikan citra dapat diukur dengan teknik visual yaitu dengan cara membandingkan citra asli dengan citra hasil. Permasalahan yang dialami adalah pada citra parasit malaria sulit untuk melihat perbedaannya tanpa memiliki dasar pengetahuan yang baik.

PSNR adalah suatu perhitungan yang berguna untuk menentukan nilai dari sebuah citra yang dihasilkan. MSE

berfungsi untuk mengetahui error dari citra hasil perbaikan. Nilai PSNR ditentukan berdasarkan besar atau kecilnya nilai MSE pada citra. Semakin besar nilai PSNR maka hasil semakin baik pada tampilan citra hasil. Sebaliknya, semakin kecil nilai PSNR maka semakin tidak baik hasil yang diperoleh pada citra hasil. Satuan nilai PSNR dan MSE adalah *decibel* (dB). Hubungan antara nilai PSNR dan MSE adalah semakin besar nilai PSNR maka nilai MSE semakin kecil. Nilai MSE semakin besar maka tampilan pada citra hasil akan semakin tidak baik. Sebaliknya, nilai MSE semakin kecil maka pada citra hasil akan semakin baik.



Gambar 4.4 Model Pengembangan Sistem Identifikasi Penyakit Malaria : ROI Parasit Malaria

4.5 Citra Hasil Perbaikan

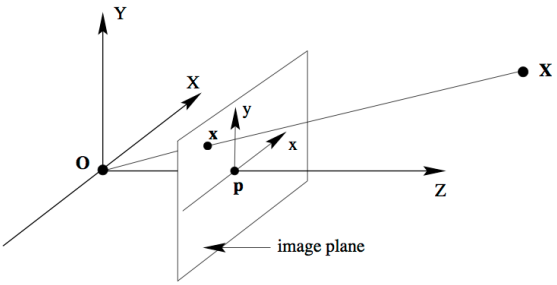
Citra hasil perbaikan dengan menggunakan PSNR dan MSE untuk evaluasi hasil perbaikan citra, di dapat nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Mean Square Error* (MSE) yang lebih baik yaitu menggunakan *contrast stretching* dengan nilai 33,3833 dB dan 43,9667 apabila dibandingkan dengan tiga metode yang digunakan yaitu *histogram equalization, low pass filter* dan *gaussian filtering*.

4.6 Binerisasi

Sebelum masuk ke tahap ROI maka dilakukan dilakukan binerisasi. Objek yang dihasilkan dari mikroskop digital merupakan objek 3D, diasumsikan dengan variable X, dapat dilihat pada persamaan 4.1

$$X = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \tag{4.1}$$

Objek yang dihasilkan 3D disimpan kedalam bentuk file menjadi 2D, ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Objek 3D ke 2D

Hasil perumusannya ditunjukkan pada persamaan 4.2

$$\lambda \begin{bmatrix} x \\ y \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} x \\ y \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

Up to a scale

4.7 Region of Interest (ROI)

Setelah mendapatkan citra jenis parasit malaria beserta stadium, ternyata pada citra parasit malaria memiliki beberapa objek yang terdiri dari sel darah merah normal, sel darah merah terkena parasit malaria, trombosit, sel darah putih dan artefak. Maka untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan proses ROI. Pada tahap ini menggunakan ROI yaitu dengan cara *cropping* otomatis. Tantangan pada penelitian ini dimana citra parasit malaria ternyata posisi atau letak dari parasit malaria pada citra bersifat tidak tetap *(random)*. Selanjutnya untuk melakukan ROI secara otomatis berdasarkan warna ternyata pada citra parasit malaria terdapat objek lain yang memiliki warna yang sama dengan objek parasit malaria, contohnya trombosit dan sel darah putih.

May dkk. (2013) untuk mengikis daerah artefak yang lebih kecil dari sel darah merah yang terinfeksi menggunakan struktur elemen berbentuk *disk*. Tahap berikutnya

melakukan rekonstruksi morfologi untuk menghapus elemen disekitar perbatasan citra. Kemudian menggunakan operasi citra biner morfologi *open* untuk menghapus objek yang lebih kecil dari objek parasit malaria. Pada penelitian May dkk. (2013) hanya menggunakan satu sampel jenis parasit malaria yaitu vivax dengan stadium tropozoit dimana fitur dari malaria vivax memiliki ukuran lebih besar dari sel darah merah. Sampel citra yang ditunjukkan juga tidak terdapat objek sel darah putih dimana ukuran sel darah putih lebih besar dari parasit malaria.

Berdasarkan masalah tersebut di atas maka penelitian ini melakukan proses ROI yaitu dengan cara *cropping* otomatis dimana objek parasit malaria berada.

4.8 Citra ROI Parasit Malaria

Tahap ini menentukan ROI Parasit malaria yaitu melakukan proses pemotongan aras keabuan, proses pemotongan menggunakan operasi perhitungan ditunjukkan pada persamaan 4.3 (Gonzales, 2008)

$$g(y,x) = \begin{cases} 0, x \leq f_1 \\ f(y,x), f_1 < f(y,x) < f_2 \\ 255, x \geq f_2 \end{cases} \quad (4.3)$$

Nilai g dinolkan atau dipotong habis untuk intensitas asli dari 0 hingga f_1 karena dipandang tidak mengandung nilai informasi atau objek menarik. Untuk nilai intensitas dari f_2

ke atas, yang mungkin hanya mengandung derau. Hasil pemotongan dengan nilai f_1=50 dan f_2= 150.

Tahap selanjutnya untuk membedakan antara parasit malaria atau bukan parasit malaria dilakukan analisis morfologi yaitu dengan perhtungan area dan perimeter. Adapun rumus area dan perimeter yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 4.4 dan 4.5

a. Area adalah jumlah pixel dari objek yang menunjukkan ukuran dari objek parasit malaria.

$$Area = \sum_x \sum_y f\ (x, y) \tag{4.4}$$

Dimana f(x,y) adalah citra parasit malaria hasil *closing*

f(x,y) = 1, jika f(x,y) ϵ objek parasit,

f(x,y) = 0, bukan objek parasit

b. Perimeter merupakan ukuran panjang dari kerangka yang di hasilkan. Rumus perimeter adalah :

$$Perimeter = \sum_x \sum_y f\ (x, y) \tag{4.5}$$

x, y ϵ batas citra parasit malaria.

Pengambilan ROI dilakukan untuk memastikan bahwa ROI yang diambil adalah area parasit malaria, tidak mempunyai objek lain seperti trombosit, leukosit, atau

artefak. Hasil ROI selanjutnya disimpan dalam file citra dalam format jpg.

Setelah mendapatkan hasil ROI Parasit malaria, tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi. Metode evaluasi yang digunakan adalah RMSE *(Root Mean Square Error)*. Adapun persamaan RMSE adalah sebagai berikut :

$$RMSE \cong \sqrt{\frac{\sigma_Y^2\left[1-\rho_{X,Y}\right]}{N}\left\{2+\left[1+\rho_{X,Y}\right]\left[\frac{X_i-\mu_X}{\sigma_X}\right]^2\right\}} \qquad (4.6)$$

RMSE = *Root Mean Square Error*

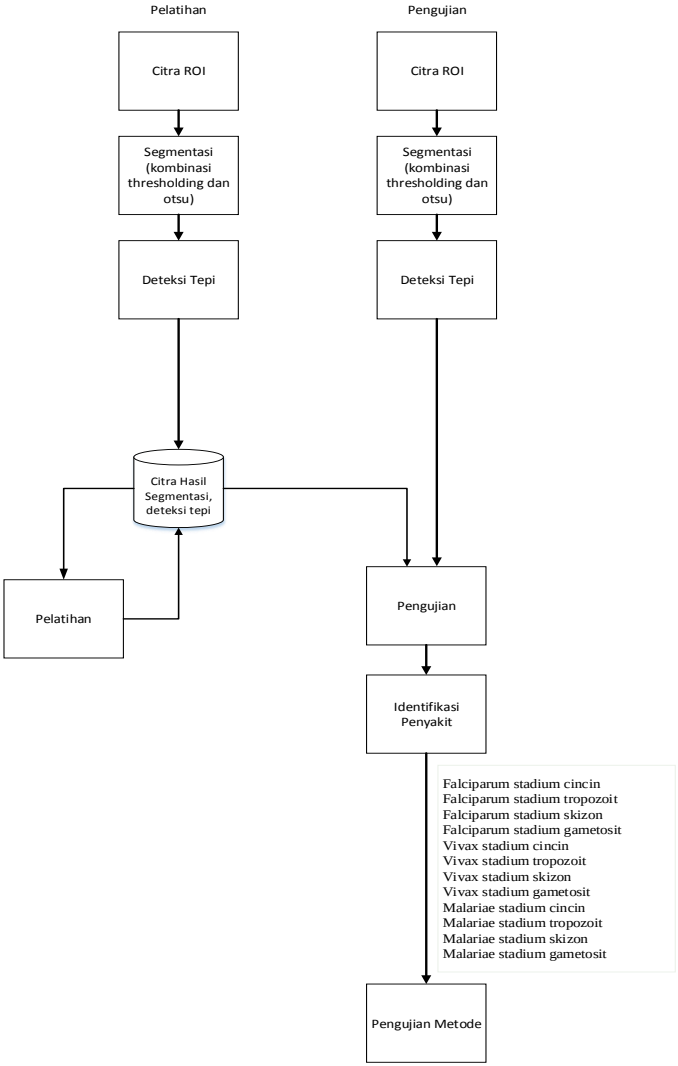
σ_Y^2 = Varians skor Y

$\rho_{X,Y}$ = korelasi antara X dan Y

N = banyaknya data

μ_X = Rata-rata skor X

σ_X = Simpangan baku skor X



Gambar 4.6 Model Pengembangan Sistem Identifikasi Penyakit Malaria Beserta Stadium

4.9 Citra ROI (Region of Interest)

Tahap ini diawali dengan memilih citra secara otomatis yang mempunyai objek parasit malaria yaitu dengan proses pemotongan menggunakan operasi perhitungan matematika.

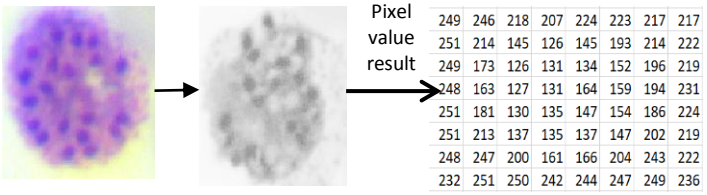
4.10 Segmentasi

Segmentasi merupakan tahap memisahkan antara objek dan background. Tahap segmentasi merupakan tahap penting sebelum masuk ke tahap pengenalan, karena hasil segmentasi yang tepat dapat mengeluarkan hasil akurasi yang tinggi (Salamah dkk., 2018).

Penggunaan nilai thresholding pada satu nilai titik pixel membuat hasil tidak optimal seperti ditunjukkan persamaan 4.7

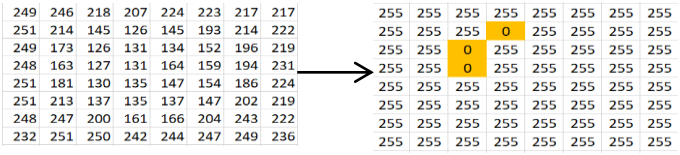
$$f_0(x,y) \begin{bmatrix} 0, & f_1(x,y)<128 \\ 255, & f_1(x,y)\geq 128 \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

Ditunjukkan pada Gambar 4.7 citra parasit malaria pixel berukuran 8x8,



Gambar 4.7 Sampel dari citra parasit malaria dengan ukuran 8x8

dengan mengacu pada persamaan 4.7, hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Hasil perhitungan nilai satu pixel 128

Hasil perhitungan thresholding pada Gambar 4.8 dapat dilihat hasil citra kurang optimal, dimana untuk 120 data latih dihasilkan tingkat akurasi 64% dengan Mean Square Error (MSE) 9,66667.

Metode Otsu mencari nilai ambang batas (T) dengan analisis diskriminan pada suatu variabel yang dapat membedakan antara dua atau lebih kelompok yang muncul secara alami. Nilai ambang otsu dinyatakan dengan k, nilai k antara 1-L, dengan L = 255. Penghitungan dimulai dari persamaan 4.8

$$p(i) = \frac{n_i}{N},\ p(i) \geq 0,\ \sum_1^{256} p(i) = 1 \qquad (4.8)$$

$p(i)$ = nilai histogram, N = jumlah semua n_i mulai dari n_0 sampai n_{L-1}, n_i= adalah jumlah piksel pada tiap intensitas. Jadi dapat disimpulkan, $0 \leq p(i) < 1$. Dalam penelitian ini otsu dibagi menjadi background (wB) dan objek citra (wO), perhitungan ditunjukkan persamaan 4.9 dan persamaan 4.10

$$wB(k) = \sum_{i=1}^{k} p(i) \quad (4.9)$$

Persamaan 4.10, $wB(k)$ merupakan bobot background untuk mencari jumlah kumulatif dari nilai histogram ke-k, dengan k= 0, 1, 2 …L-1

$$wO(k) = N - \omega B(k) \quad (4.10)$$

Persamaan 4.11, $wO(k)$ merupakan hasil dari jumlah semua matrik dikurangi dengan hasil jumlah kumulatif dari nilai histogram ke-k.

$$jum_B(k) = \sum_{i=1}^{k} i * p(i) \quad (4.11)$$

Persamaan 4.12, jumlah total pixel ke-i, $jum_B(k)$, untuk k= 0, 1, 2…L-1

$$mB(k) = {jum_B(k)}/{wB(k)} \quad (4.12)$$

Persamaan 4.13 hasil rata-rata background, $mB(k)$ adalah jumlah total pixel ke-i dibagi bobot background untuk k = 0, 1, 2, … L-1

$$mF(k) = \frac{jum_Tot(k) - jum_B(k)}{wO(k)} \quad (4.13)$$

Persamaan 4.14, hasil rata-rata foreground, $mF(k)$ adalah jumlah total pixel untuk k= 0, 1, 2,.. L-1 dikurangi jumlah total pixel ke-i dibagi jumlah bobot foreground, untuk nilai varians (k) dapat dilihat persamaan 4.14,

$$Var(k) = wB(k) * wO(k) * (mB(k) - mF(k))^2 \quad (4.14)$$

Hasil nilai threshold digunakan untuk segmentasi citra. Nilai threshold yang paling optimum digunakan oleh otsu. Persamaan segmentasi ditunjukkan persamaan 4.15,

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & if\ f(x,y) > k^* \\ 0 & if\ f(x,y) \leq k* \end{cases} \quad (4.15)$$

Hasil segmentasi berupa citra biner dengan nilai intensitas 0 dan 1. Nilai 0 untuk hitam dan 1 untuk putih (sebagai objek).

Untuk mengoptimalkan hasil pengukuran pada citra, hasil otsu diproses menggunakan deteksi tepi canny, proses ini menggunakan gaussian derivative kernel. Dikarenakan otsu sudah dalam proses thresholding maka dalam proses canny tahap selanjutnya menentukan tepian final dengan menekan semua sisi yang tidak terhubung dengan tepian yang sangat kuat. Gx dan Gy hasil dari otsu digunakan sebagai gradient pada masing-masing arah x dan y.

Gradien yang besar menunjukkan hasil tepian yang cukup jelas. Namun, tepian biasanya luas, tidak dapat menunjukkan dimana tepian yang sebenarnya. Untuk menentukan tepian yang sebenarnya, sudut tepian harus ditentukan dan disimpan seperti ditunjukkan pada persamaan 4.16,

$$\theta = arctan\left(\frac{|G_y|}{|G_x|}\right) \quad (4.16)$$

G_x dan G_y adalah gradient arah x dan y, langkah selanjutnya mengkorversikan tepian yang masih blurred pada gambar hasil magnitude gradien hingga menghasilkan tepian yang tajam. Ini dilakukan dengan mempertahankan semua maxima lokal dalam gambar gradien dan menghapus segala sesuatu yang lain.

Algoritme untuk setiap piksel pada gambar gradien ditunjukkan pada Gambar 4.9 :

- Putar arah gradien θ ke arah 45° terdekat, kemudian hubungkan dengan 8 titik tetangga yang terhubung dengannya.
- Membandingkan nilai piksel tepian saat ini dengan nilai piksel tepian dalam arah positif dan negative gradien. Jika arah gradien adalah utara (θ = 90°), bandingkan dengan piksel ke utara dan selatan.
- Jika nilai piksel tepian saat ini adalah yang terbesar, maka simpan nilai tepian tersebut, namun jika bukan, hapus nilai tersebut.

Gambar 4.9 Algoritme deteksi tepi canny

Piksel tepian yang tersisa setelah dilakukan penghapusan non maksimum ditandai dengan nilai piksel per piksel yang kuat. Cara paling sederhana untuk membedakannya adalah

menggunakan nilai threshold (ambang batas) sehingga hanya tepian dengan nilai yang kuat yang akan dipertahankan. Disini pada algoritma Canny menggunakan sistem thresholding ganda dimana tepian dengan nilai yang lebih besar dari threshold atas ditandai sebagai titik kuat, tepian dengan nilai yang lebih kecil dari threshold bawah akan dihapus, dan tepian dengan nilai piksel antara threshold atas dengan threshold bawah akan ditandai sebagai tepian yang lemah.

Untuk mendapatkan variabel area, perimeter, eccentricity, dan metric yang digunakan sebagai nilai input, ditunjukkan persamaan 4.17- 4.20.

$$Area = \sum_x \sum_y f(x,y) \tag{4.17}$$

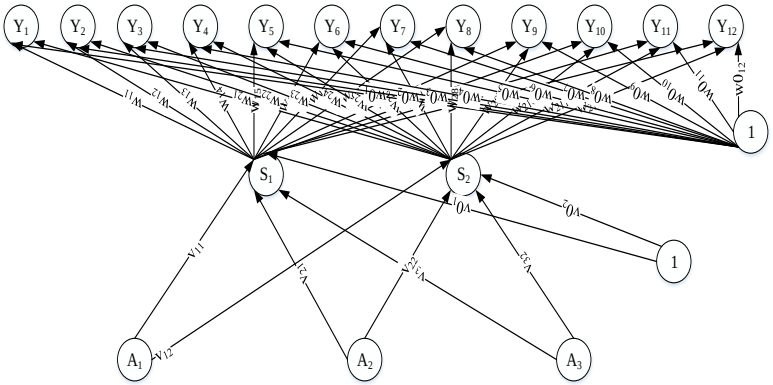
$$Perimeter = \sum_x \sum_y f(x,y), x, y \in Boundary\ region \tag{4.18}$$

$$eccentricity = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \tag{4.19}$$

$$metric = \frac{4\pi * A}{C^2} \tag{4.20}$$

4.11 Model Pengenalan Pola

Rancangan arsitektur model pengembangan backpropagation dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Arsitektur Model Pengembangan Backpropagation

Gambar 4.10 menunjukkan arsitektur model pengembangan menggunakan backpropagation. Backpropagation memiliki tiga layer terdiri dari input layer, hidden layer dan output layer. A_1 sampai dengan A_3 adalah lapisan input merupakan fitur 1 sampai dengan fitur 3. Lapisan tersembunyi dengan 2 neuron yaitu S_1 dan S_2 dan lapisan output yaitu Y_1 sampai dengan Y_{12}. Pada hidden layer terdapat bobot yang menghubungkan A_1, A_2, A_3 dengan neuron pertama pada lapisan tersembunyi adalah variabel V_{11} sampai dengan V_{32} dan variabel $v0_1$ dan $v0_2$ adalah bobot bias yang menuju ke neuron pertama dan kedua pada lapisan tersembunyi. Bobot yang menghubungkan S_1 dan S_2 dengan neuron pada lapisan output adalah w_{11} sampai

dengan w_{212}. Bobot bias $w0_1$ sampai dengan $w0_{12}$ menghubungkan lapisan tersembunyi dengan lapisan output.

Algoritme ditunjukkan pada Gambar 4.11

Step 0. Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil

Step 1. Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, kerjakan step 2-9

Step 2. Untuk setiap pasangan data pelatihan, kerjakan step 3-8
Fase I Untuk Menghitung Propagasi Maju (Step 3 – Step 5)

Step 3. Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskan ke unit tersembunyi di atasnya

Step 4. Hitung semua keluaran di unit tersembunyi Zi (j = 1…p), persamaan 4.21 – 4.22

Step 5. Hitung semua keluaran jaringan di unit Yk(k = 1 … m), dengan persamaan 4.23 – 4.24
Fase II Propagasi Mundur

Step 6. Hitung factor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran, dengan persamaan 4.25 – 4.27, δk merupakan kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layer dibawahnya (langkah 7)
Hitung suku perubahan bobot w_{jk}(yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot w_{jk}) dengan laju

Lanjutan

Step 7. Hitung factor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi Z_j (j=1…p), dengan persamaan 4.28 – 4.30, Faktor δ unit tersembunyi
Hitung suku perubahan bobot v_{ij} (yang akan dipakai untuk merubah v_{ij})
Fase III Modifikasi Bobot

Step 8. Hitung semua perubahan bobot, dengan persamaan 4.31 – 4.32,
Perubahan bobot garis yang menuju ke unit luaran :
Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi :

Step 9. Stop

Gambar 4.11. Algoritme menghitung propagasi maju

$$Z_{_net\ j} = V_{0j} + \sum_{j=1}^{p} X_i V_{ij} \quad (4.21)$$

$$Z_j = f(Z_{_net\ j}) = \frac{1}{1+e^{-z_net_j}} \quad (4.22)$$

$$Y_{_net\ k} = w_{0j} + \sum_{k=1}^{m} Z_j W_{jk} \quad (4.23)$$

$$y_k = f(Y_{net\ k}) = \frac{1}{1+e^{-y net_k}} \quad (4.24)$$

$$Y_k (k = 1, 2, \dots, m) \quad (4.25)$$

$$\delta_k = (t_k - y_k) f(y_{_net\ k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (4.26)$$

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z_j \ (k = 1,2, \dots, m; j = 0,1,2, \dots, p) \quad (4.27)$$

$$\delta_{-net\ j} = \sum_{k=1}^{m} \delta_k W_{jk} \quad (4.28)$$

$$\delta_j = \delta_{-net\ j} f(Z_{-net\ j}) = \delta_{net\ j} Z_j (1 - Z_j) \quad (4.29)$$

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j X_j \ (j = 1,2, \dots, p; i = 0, 1,2, \dots, n \quad (4.30)$$

$$w_{jk}(baru) = w_{jk}(lama) + \Delta w_{jk} \ (k = 1,2, \dots, m; j = 0, 1, 2, \dots, p) \quad (4.31)$$

$$v_{ij}(baru) = v_{ij}(lama) + \Delta v_{ij} \ (j = 1, 2, \dots, p; \ i = 0, 1, 2, \dots, n) \quad (4.32)$$

Saat proses propagasi maju, sinyal masukan (x_i) dipropagasikan ke layer tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Output dari setiap unit layer tersembunyi (zj) hingga menghasilkan keluaran jaringan (y_k). Selanjutnya, keluaran jaringan (Y_k) dibandingkan dengan target yang harus dicapai (t_k). Selisih $t_k - y_k$ adalah kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan < dari batas toleransinya, maka bobot setiap garis dalam jaringan dimodifikasi untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.

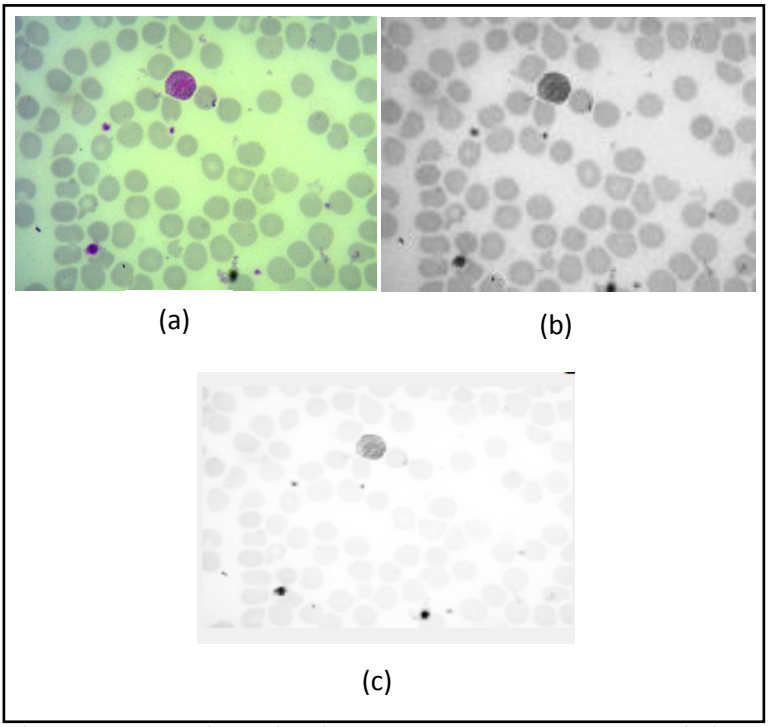
BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Perbaikan Citra

Setelah dilakukan proses pengambilan citra parasit malaria, berikutnya dilakukan proses perbaikan citra untuk mendapat kualitas citra yang lebih baik sehingga citra dapat diolah dengan mudah oleh komputer. Metode perbaikan citra menggunakan peregangan kontras *(contrast stretching)*, *histogram equalization, low pass filter* dan *Gaussian filter*.

5.1.1 Hasil Perbaikan Citra menggunakan *Contrast Stretching*

Metode perbaikan citra pada penelitian ini menggunakan peregangan kontras *(contrast stretching)*, *histogram equalization, low pass filter* dan *Gaussian filter.* Gambar 5.1 menunjukkan contoh hasil citra *grayscale* dan hasil perbaikan citra menggunakan metode peregangan kontras *(contrast stretching)*.

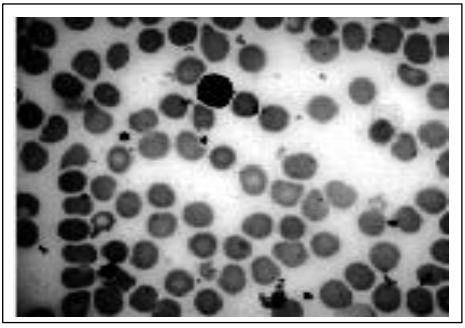


Gambar 5.1 Hasil Perbaikan Citra : (a) Citra awal (b) Citra hasil *grayscale* dari gambar 5.1 (a), (c) Contrast stretching citra dari gambar 5.1 (b)

Gambar 5.1 (a) Citra awal atau citra asli. Gambar 5.1 (b) citra hasil *grayscale*. Gambar 5.1 (c) hasil proses perbaikan citra menggunakan *contrast stretching.* Dapat dilihat hasil citra menggunakan *contrast stretching* lebih kontras dari citra awal.

5.1.2 Hasil Perbaikan Citra menggunakan *Histogram Equalization*

Metode perbaikan citra yang digunakan selanjutnya adalah metode *histogram equalization.* Gambar 5.2 menunjukkan contoh hasil perbaikan citra menggunakan metode *histogram equalization*.

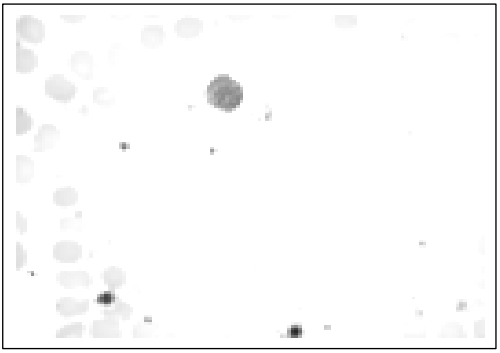


Gambar 5.2 Hasil Perbaikan Citra dengan Histogram Equalization

Cara pengambilan citra hasil perbaikan citra *histogram equalization* dimulai dengan *load* citra asli selanjutnya dilakukan proses *grayscale.* Selanjutnya dilakukan proses *histogram equalization.* Hasil pada Gambar 5.2 dapat dilihat derajat keabuan hasil perbaikan citra menggunakan *histogram equalization* lebih merata dimana *histogram equalization* adalah mengubah distribusi derajat keabuan pada citra menjadi seragam.

5.1.3 Hasil Perbaikan Citra menggunakan Lowpass filter

Metode perbaikan citra yang digunakan selanjutnya adalah metode *lowpass filter.* Gambar 5.3 menunjukkan contoh hasil perbaikan citra menggunakan metode *lowpass filter*.



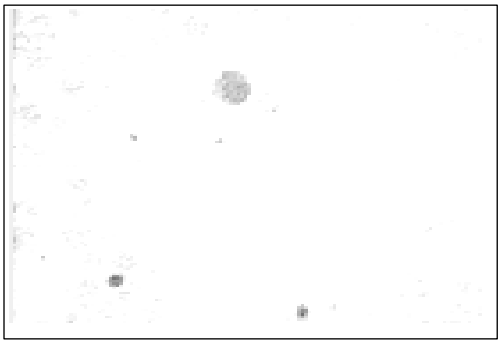
Gambar 5.3 Hasil Perbaikan Citra dengan Lowpass filter

Cara pengambilan citra hasil perbaikan citra *lowpass filter* dimulai dengan *load* citra asli selanjutnya dilakukan proses *lowpass filter.* Dapat dilihat pada Gambar 5.3 hasil perbaikan citra menggunakan *lowpass filter* lebih halus dan lebih blur.

5.1.4 Hasil Perbaikan Citra menggunakan Gaussian Filtering

Metode perbaikan citra yang digunakan selanjutnya adalah metode *gaussian filtering.* Gambar 5.4 menunjukkan

contoh hasil perbaikan citra menggunakan metode *gaussian filtering*.



Gambar 5.4 Hasil Perbaikan Citra dengan Gaussian filtering

Cara pengambilan citra hasil perbaikan citra *gaussian filtering* dimulai dengan *load* citra asli selanjutnya dilakukan proses *gaussian filtering.* Hasil Gambar 5.4 menunjukkan perbaikan citra menggunakan *gaussian filtering* citra dilihat agak blur.

5.2 Hasil Evaluasi

Hasil evaluasi pada ke empat metode perbaikan citra menggunakan PSNR dan MSE dapat dilihat pada Tabel 5.1

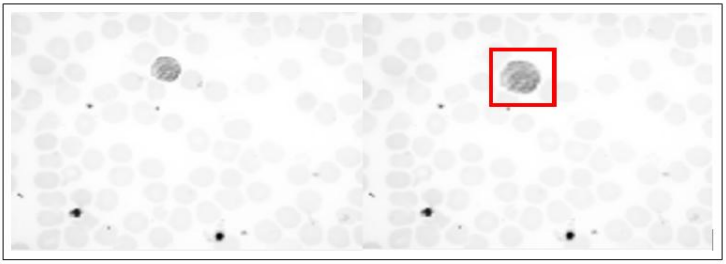
Tabel 5.1 Nilai Rata-rata PSNR dan MSE citra

Contrast Stretching		Histogram Equalization		Low Pass Filter		Gaussian Filtering	
PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE
33,3833	**43,9667**	2,6203	4272,4050	13,4348	3424,1501	29,4237	3676,8424

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa nilai PSNR dan MSE yang baik adalah menggunakan metode *contrast stretching* apabila dibandingkan dengan metode lain, yaitu sebesar 33,3833 dB dan 43,9667.

5.3 Hasil Citra Region of Interest (ROI)

Setelah dilakukan proses perbaikan citra untuk mendapat kualitas citra yang lebih baik, berikutnya dilakukan proses Region of Interest (ROI). Gambar 5.5 menunjukkan bagian citra yang dilakukan Region of Interest (ROI).



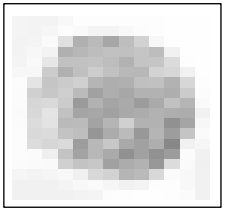
(a) (b)

Gambar 5.5 Area Citra ROI : (a) Hasil Perbaikan Citra menggunakan Contrast stretching (b) Area Citra ROI

Gambar 5.5 (a) Citra hasil proses perbaikan citra menggunakan *contrast stretching* dan gambar 5.5 (b) merupakan bagian citra yang dilakukan hasil citra ROI.

5.4 Hasil Citra Region of Interest (ROI) Parasit Malaria

Dapat dilihat hasil citra ROI yang dihasilkan dengan *cropping* otomatis adalah ROI parasit malaria, dimana objek yang bukan parasit malaria sudah tidak terlihat lagi. Adapun hasil citra ROI Parasit Malaria dapat dilihat pada Gambar 5.6



Gambar 5.6 Hasil Citra ROI Parasit Malaria

Gambar 5.6 menunjukkan hasil citra ROI yang dihasilkan dengan *cropping* otomatis adalah ROI parasit malaria, dimana objek yang bukan parasit malaria sudah tidak terlihat lagi. Setelah diperoleh hasil ROI parasit, langkah selanjutnya dilakukan pengujian dengan indikator RMSE (*Root Mean Square Error*). Pengujian ini dilakukan untuk melihat tingkat kemiripan citra parasit malaria. Keakuratan dari kemiripan citra parasit malaria diindikasikan dengan adanya nilai RMSE yang lebih kecil. Dari hasil pengujian dengan 150 data citra menggunakan RMSE diperoleh nilai rata-rata hasil RMSE adalah 0.075. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kemiripan citra ROI parasit mendekati citra parasit aslinya.

5.5 Hasil Segmentasi

Pada tahap awal dilakukan proses preprocessing dari citra hasil cropping, dilakukan proses yang sama pada ketiga pengujian yang sama, ditunjukkan pada Gambar 5.7

Citra Awal	Metode			
	Grayscale	*Thresholding*	*Otsu*	*Thresholding+ Otsu*
183 159 163 191 167 144 159 178 197 166 181 197 232 216 197 192				
151 105 116 169 117 88 103 142 173 114 142 184 245 216 190 188	169 133 140 180 142 116 129 157 183 138 158 188 237 214 192 190	1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1	1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1
222 208 199 210 206 191 186 183 199 185 184 188 211 198 192 196				

Gambar 5.7 Hasil perhitungan pada masing-masing metode

Perhitungan hasil ditunjukkan pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9 :

((183*0,299)+(151+0,587)+(222*0,144))	((159*0,299)+(105+0,587)+(208*0,144))	((163*0,299)+(116+0,587)+(199*0,144))	((191*0,299)+(169+0,587)+(210*0,144))
((167*0,299)+(117+0,587)+(206*0,144))	((144*0,299)+(88+0,587)+(191*0,144))	((159*0,299)+(103+0,587)+(1186*0,144))	((178*0,299)+(142+0,587)+(183*0,144))
((197*0,299)+(173+0,587)+(199*0,144))	((166*0,299)+(114+0,587)+(185*0,144))	((181*0,299)+(142+0,587)+(184*0,144))	((197*0,299)+(184+0,587)+(188*0,144))
((232*0,299)+(245+0,587)+(211*0,144))	((216*0,299)+(216+0,587)+(198*0,144))	((197*0,299)+(190+0,587)+(192*0,144))	((192*0,299)+(188+0,587)+(196*0,144))

Gambar 5.8 Perhitungan RGB ke grayscale

Hasilnya :

169	133	140	180
142	116	129	157
183	138	158	188
237	214	192	190

Gambar 5.9 Hasil Grayscale

Nilai keseluruhan f(x,y) yang lebih besar dari 128 maka nilai menjadi 1, dan untuk semua nilai f(x,y) yang lebih kecil dari 128 maka nilai menjadi 0, hasil thresholding ditunjukkan pada Gambar 5.10

169>128 133>128 140>128 180>128
142>128 116<128 129>128 157>128
183>128 138>128 158>128 188>128
237>128 214>128 192>128 190>128

=

1	1	1	1
1	0	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1

Gambar 5.10 Hasil dari grayscale ke thresholding

Hasil perhitungan untuk otsu, ditunjukkan pada Gambar 5.11

169	133	140	180
142	116	129	157
183	138	158	188
237	214	192	190

→

0	0	0	1
0	0	0	0
1	0	0	1
1	1	1	1

Gambar 5.11 Hasil dari grayscale ke otsu

Hasil perhitungan untuk thresholding + otsu, ditunjukkan pada Gambar 5.12

169	133	140	180
142	116	129	157
183	138	158	188
237	214	192	190

→

1	0	0	1
0	0	0	0
1	0	0	1
1	1	1	1

Gambar 5.12 Hasil dari grayscale ke thresholding+otsu

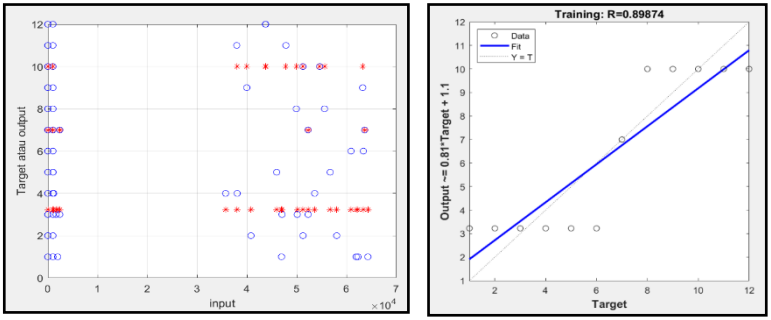
Hasil perhitungan dari ketiga metode diperoleh nilai dari thresholding dengan thresholding+otsu banyak perbedaan, sedangkan hasil otsu dengan thresholding+otsu diperoleh hasil yang tidak jauh berbeda. Hasil perhitungan masing-masing diproses untuk mendapatkan nilai ciri berdasarkan area, metric, perimeter dan eccentricity. Perbedaan hasil ketiganya ditunjukkan pada 0

Tabel 5.2 Tabel perbandingan hasil perhitungan ciri untuk data latih

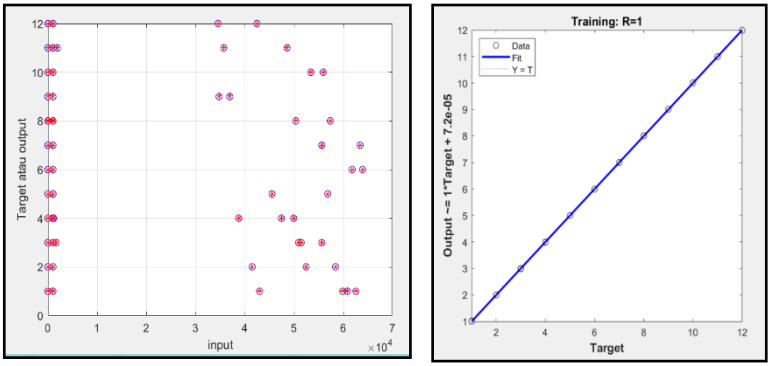
Area			Metric			Perimeter			Eccentricity		
Threshol ding	Otsu	Gabung	Threshol ding	Otsu	Threshol ding + Otsu	Threshol ding	Otsu	Gabung	Threshol ding	Otsu	Gabung
58669	42999	42999	0,70863	0,5194	0,519359	1.020	1.020	1.020	0,03143	0,192	0,1921
48405	60842	60842	0,10997	0,7349	0,734874	2.352	1.020	1.020	0,54425	0,159	0,1592
61635	62548	62548	0,74445	0,7555	0,75548	1.020	1.020	1.020	0,11169	0,105	0,1053
60953	59871	59871	0,73621	0,7231	0,723146	1.020	1.020	1.020	0,21157	0,24	0,2405
41197	41498	41498	0,49759	0,5012	0,50123	1.020	1.020	1.020	0,19078	0,186	0,186
46300	52462	52462	0,55923	0,6337	0,633657	1.020	1.020	1.020	0,21498	0,177	0,1775
57245	58427	58427	0,69143	0,7057	0,705705	1.020	1.020	1.020	0,2037	0,191	0,1908
49812	51437	51437	0,10187	0,2213	0,221282	2.479	1.709	1.709	0,42631	0,403	0,4031
49013	50900	50900	0,592	0,6148	0,614791	1.020	1.020	1.020	0,24346	0,217	0,2171
53676	55633	55633	0,64832	0,672	0,671958	1.020	1.020	1.020	0,36956	0,339	0,3386
34692	38724	38724	0,41902	0,4677	0,467724	1.020	1.020	1.020	0,25858	0,247	0,2472
32961	47449	47449	0,13401	0,5731	0,573108	1.758	1.020	1.020	0,64314	0,372	0,3717
49279	49926	49926	0,32451	0,4326	0,432647	1.381	1.204	1.204	0,28114	0,269	0,2686
46530	56851	56851	0,1305	0,6588	0,658847	2.117	1.041	1.041	0,3643	0,305	0,3047
37572	45513	45513	0,45381	0,5497	0,549724	1.020	1.020	1.020	0,33974	0,299	0,2987
37572	45513	45513	0,45381	0,5497	0,549724	1.020	1.020	1.020	0,33974	0,299	0,2987
61154	61784	61784	0,73864	0,7463	0,746252	1.020	1.020	1.020	0,16488	0,155	0,155
63541	63372	63921	0,76747	0,7654	0,772064	1.020	1.020	1.020	0,08697	0,09	0,0788
53676	55633	55633	0,64832	0,672	0,671958	1.020	1.020	1.020	0,36956	0,339	0,3386
63351	63405	63405	0,76518	0,7658	0,765831	1.020	1.020	1.020	0,16604	0,163	0,1633
49928	50340	50340	0,60305	0,608	0,608027	1.020	1.020	1.020	0,27041	0,267	0,2669
55767	57352	57352	0,67358	0,6927	0,692721	1.020	1.020	1.020	0,22763	0,203	0,2027
32779	34760	34760	0,39592	0,4198	0,419845	1.020	1.020	1.020	0,44022	0,404	0,4043
62861	36935	36935	0,75926	0,4461	0,446116	1.020	1.020	1.020	0,18562	0,314	0,3135
50948	55925	55925	0,40599	0,6755	0,675485	1.256	1.020	1.020	0,28705	0,31	0,3104
52014	53396	53396	0,62825	0,6449	0,644938	1.020	1.020	1.020	0,37045	0,351	0,3512
30700	35721	35721	0,17781	0,1212	0,1212	1.473	1.924	1.924	0,7185	0,411	0,4113
44325	48584	48584	0,53538	0,5868	0,586817	1.020	1.020	1.020	0,21976	0,164	0,164
33489	34568	34568	0,40449	0,4175	0,417526	1.020	1.020	1.020	0,41169	0,414	0,414
38988	42447	42447	0,47091	0,5127	0,512692	1.020	1.020	1.020	0,37089	0,349	0,3492

Tabel 5.2 merupakan beberapa sampel dari hasil perhitungan ciri dari data latih. Jumlah data latih adalah 120 data citra jenis parasit malaria yang terdiri dari parasit malaria falciparum, malariae dan vivax beserta stadium yaitu cincin, tropozoit, schizon dan gametosit. Hasil pelatihan menggunakan metode thresholding diperoleh nilai akurasi sebesar 75%, menggunakan metode otsu diperoleh hasil 91%, sedangkan untuk hasil pelatihan dengan menggunakan kombinasi thresholding+otsu memperoleh nilai akurasi sebesar 100%.

Hasil pelatihan dengan menggunakan metode thresholding dan metode thresholding+otsu ditunjukkan pada Gambar 5.13 dan 5.14



Gambar 5.13 Hasil klasifikasi backpropagation data latih menggunakan metode thresholding



Gambar 5.14 Hasil klasifikasi backpropagation data latih dari metode thresholding+otsu

Hasil pengujian untuk identifikasi menggunakan 30 data uji, menggunakan metode thresholding, otsu, thresholding + otsu ditunjukkan pada Gambar 5.15

	Thresholding						Otsu						Thresholding+Otsu					
	Area	Metric	Perimeter	Eccentricity	T	H	Area	Metric	Perimeter	Eccentricity	T	H	Area	Metric	Perimeter	Eccentricity	T	H
	63935	0,77223	1020	0,081377	FR	MR	62548	0,75548	1020	0,10526	FR	FR	62548	0,75548	1020	0,10526	FR	FR
	61853	0,74709	1020	0,17861	FR	FR	59871	0,72315	1020	0,24046	FR	FR	59871	0,72315	1020	0,24046	FR	FR
	45013	0,54369	1020	0,11811	FZ	FT	41498	0,50123	1020	0,18597	FS	FS	41498	0,50123	1020	0,18597	FS	FS
	51058	0,6167	1020	0,18806	FZ	FZ	52462	0,63366	1020	0,1775	FS	FS	52462	0,63366	1020	0,1775	FS	FS
	10843	0,13097	1020	0,54791	FT	FS	51437	0,22128	1709	0,40308	FT	FT	51437	0,22128	1709	0,40308	FT	FT
	16263	0,19463	1020	0,74747	FT	GF	50900	0,61479	1020	0,21708	FT	FT	50900	0,61479	1020	0,21708	FT	FT
	5654	0,068291	1020	0,6634	FT	GF	55633	0,67196	1020	0,33863	FT	FT	55633	0,67196	1020	0,33863	FT	FT
	35661	0,43073	1020	0,25507	GF	GF	38724	0,46772	1020	0,24724	GF	GF	38514	0,46519	1020	0,2471	GF	GF
	39000	0,47106	1020	0,37445	GF	GF	47449	0,57311	1020	0,37175	GF	GF	47449	0,57311	1020	0,37175	GF	GF
	57897	0,6993	1020	0,15563	GF	GF	49926	0,43265	1204	0,26863	GF	GF	49926	0,43265	1204	0,26863	GF	GF
	56403	0,68126	1020	0,31137	MG	MG	56851	0,65885	1041	0,30471	MG	FR	56851	0,65885	1041	0,30471	GF	VS
	51280	0,61938	1020	0,27227	MG	MG	45513	0,54972	1020	0,29874	MG	MG	45513	0,54972	1020	0,29874	MG	MG
	51282	0,6194	1020	0,27221	MG	MG	45513	0,54972	1020	0,29874	MG	GF	45513	0,54972	1020	0,29874	MG	VS
	5738	0,069306	1020	0,85512	MR	MG	61784	0,74625	1020	0,15496	MR	MR	61764	0,74625	1020	0,15496	MR	FR
	14509	0,17525	1020	0,79956	MR	MG	60390	0,72622	1022	0,10318	MR	FR	63921	0,77206	1020	0,07875	MR	FR
	53908	0,65112	1020	0,22902	MS	MT	54107	0,65353	1020	0,22762	MS	GF	54107	0,65353	1020	0,22762	MS	MS
	62124	0,75036	1020	0,084965	MS	MT	61363	0,74117	1020	0,087545	MS	MT	61363	0,74117	1020	0,087545	MS	MS
	5654	0,068291	1020	0,6634	MS	GF	55633	0,67196	1020	0,33863	MS	FT	55633	0,67196	1020	0,33863	MS	FT
	62837	0,75897	1020	0,25992	MT	FR	53024	0,64045	1020	0,38706	MT	MT	53024	0,64045	1020	0,38706	MT	MT
	58227	0,70329	1020	0,2154	MT	MG	54567	0,65908	1020	0,27506	MT	MT	54567	0,65908	1020	0,27506	MT	MT
	41951	0,5067	1020	0,25535	MT	MG	41163	0,49718	1020	0,26208	MT	MG	41163	0,49718	1020	0,26208	MT	VR
	61524	0,74311	1020	0,23465	VR	FR	55925	0,67548	1020	0,31042	VR	VR	55925	0,67548	1020	0,31042	VR	VR

Lanjutan

	Thresholding						Otsu						Thresholding+Otsu					
	Area	Metric	Perimeter	Eccentricity	T	H	Area	Metric	Perimeter	Eccentricity	T	H	Area	Metric	Perimeter	Eccentricity	T	H
	55003	0,66435	1020	0,26696	VR	MS	58165	0,52048	1185	0,082186	VR	MS	58165	0,52048	1185	0,082186	VR	MS
	58356	0,70485	1020	0,22918	VR	FR	59981	0,72447	1020	0,18869	VR	FR	59981	0,72447	1020	0,18869	VR	VR
	40620	0,49062	1020	0,3076	VS	GF	44020	0,53169	1020	0,25652	VS	MG	44020	0,53169	1020	0,25652	VS	VS
	53223	0,64285	1020	0,23265	VS	FR	35721	0,1212	1924	0,41127	VS	MG	35721	0,1212	1924	0,41127	VS	MG
	24726	0,29865	1020	0,61244	VS	FR	43072	0,52024	1020	0,2918	VS	MG	43072	0,52024	1020	0,2918	VS	VS
	46046	0,55616	1020	0,30515	VT	FR	42447	0,51269	1020	0,34921	VT	MG	42447	0,51269	1020	0,34921	VT	VS
	62170	0,75091	1020	0,17668	VT	FR	46441	0,41811	1181	0,33369	VT	VS	46441	0,41811	1181	0,33369	VT	VT
	3	2,3562	4	0,94281	VT	FR	2	6,2832	2	0,86603	VT	GF	2	6,2832	2	0,86603	VT	VT

Gambar 5.15 Hasil identifikasi dengan 30 data uji menggunakan thresholding, otsu, thresholding + otsu

Hasil akurasi pengujian menggunakan thresholding, otsu, thresholding + otsu dapat ditunjukkan pada 0

Tabel 5.3 Hasil akurasi pengujian menggunakan thresholding, otsu, thresholding + otsu

Jumlah Data	Thresholding		Otsu		Thresholding + Otsu	
	T	***F***	***T***	***F***	***T***	***F***
30	8	22	15	15	21	9
Akurasi:	27%		50%		70%	

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Hasil kesimpulan dari penelitian ini pemilihan penggunaan metode segmentasi setelah pemrosesan citra sangat berpengaruh pada hasil akurasi pengujian. Telah dilakukan pembuktian dalam penelitian ini penggunaan kombinasi thresholding + otsu dapat meningkatkan hasil akurasi. Selisih nilai akurasi antara menggunakan metode kombinasi thresholding + otsu dengan thresholding mencapai 43% dan 20% apabila menggunakan metode kombinasi thresholding + otsu dengan metode otsu.

6.2 Saran

Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut untuk ke pemilihan metode ekstraksi ciri dimana penggunaan metode ekstraksi ciri dapat dikombinasikan dengan metode yang lain dengan tujuan dapat lebih meningkatkan hasil akurasi untuk identifikasi jenis parasit malaria beserta stadium pada citra apusan darah tipis.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas, N. dan Mohamad, Z., 2013, Microscopic RGB Color Images Enhancement for Blood Cells Segmentation in YCbCr Color Space for K-Means Clustering, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, page 117-125

Acharya, 2005, Image Processing: Principles and Applications, *Wiley-Interscience*, ISBN 0-471-71998-6

A. Kumar, A. Choudhary, P. U. Tembhare, and C. R. Pote, "Enhanced Identification of Malarial Infected Objects using Otsu Algorithm from Thin Smear Digital Images," *Int. J. Latest Res. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 159–163, 2012

A. Loddo, C. Di Ruberto, and M. Kocher, "Recent advances of malaria parasites detection systems based on mathematical morphology," Sensors (Switzerland), vol. 18, no. 2, pp. 1–21, 2018.

Anggraini, D., Nugroho, A.S., Pratama, C., Rozi, I.E., Iskandar, A.A. dan Hartono, R.N., 2011, Automated Status Identification of Microscopic Images Obtained from Malaria Thin Blood Smears, *International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, Bandung, 17-19 July 2011

Annaldas, S. dan Shirgan S.S., 2015, Automatic Diagnosis of Malaria Parasites Using Neural Network and Support Vector Machine, *International Journal of Advance Foundation and Research in Computer (IJAFRC),* Volume 2, Januari 2015

Arco, J. E., Górriz, J. M., Ramírez, J., Álvarez, I., & Puntonet, C. G. (2015).Digital image analysis for automatic enumeration of malaria parasites using morphological operations. Expert Systems with Applications, 42(6), 3041-3047.

A. Rahman et al., "Improving Malaria Parasite Detection from Red Blood Cell using Deep Convolutional Neural Networks," https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1907/1907.10418.pdf, pp. 1–33, 2019

A. Sindar and R. M. Sinaga, "Implementasi Teknik Thresholding Pada Segmentasi Citra Digital," J. Mantik Penusa, vol. 1, no. 2, pp. 48–51, 2017

Balai Laboratorium Kesehatan Propinsi Sumatera Utara, 2011, Buku Pedoman Kesehatan Sumatera Utara

Banyal, N.A, Surianti, 2016, Dayat A.R, Klasifikasi Citra Plasmodium Penyebab Penyakit Malaria Dalam Sel Darah Merah Manusia Dengan Menggunakan Metode Multi Class Support Vector Machine (SVM), Jurnal Ilmiah Ilkom Volume 8 No. 2 ISSN : 2087-1716

B. R. Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & Masters, “Digital Image Processing Using Matlab - Gonzalez Woods & Eddins.” 2013.

Chavan, S., dan Nagmode, M. (2014). Malaria Disease Identification and Analysis Using Image Processing. International Journal of Computing and Technology (IJCAT). Volume 1, Issue 6, July 2014

C. Delahunt, M. P. Horning, B. K. Wilson, J. L. Proctor, and M. C. Hegg, “Limitations of haemozoin-based diagnosis of Plasmodium falciparum using dark-field microscopy,” Malar. J., vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2014

C. Mehanian, M. Jaiswal, C. Delahunt, and C. THOMPson, “Computer-Automated Malaria Diagnosis and Quantitation Using Convolutional Neural Networks,” Proc. ICCVW, Venice, Italy, pp. 116–125, 2017.

C. P. McCormack, A. C. Ghani, and N. M. Ferguson, “Fine-scale modelling finds that breeding site fragmentation can reduce mosquito population persistence,” Commun. Biol., vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2019.

Dave, I.; Upla, K., 2017, Computer Aided Diagnosis of Malaria Disease for Thin and Thick Blood Smear Microscopic Images. In Proceedings of the 2017 4th International Conference on Signal Processing and Integrated

Networks (SPIN), Noida, India, 2–3 February 2017; p. 561.

Devi, S.; Singha, J.; Sharma, M.; Laskar, R., 2017, Erythrocyte segmentation for quantification in microscopic images of thin blood smears. J. Intell. Fuzzy Syst., 32, 2847–2856.

Fajrin, H.R., 2016, Perbandingan metode untuk perbaikan kualitas citra mammogram, *Jurnal Simetris,* Vol 7 No 2 November 2016, ISSN: 2252-4983.

Fausett, L., 1994, Fundamentals Of Neural Networks, Prentice Hall, Inc

F. T. dan I.S.Suwardi, "Blood Parasite Identification using Feature Based Recognition, International Conference on Electrical Engineering and Informatics," *Int. Conf. Electr. Eng. Informatics, Bandung*, 2011.

Gatc, J., Maspiyanti, F., Sarwinda, D., & Arymurthy, A. M., 2013, Plasmodium parasite detection on Red Blood Cell image for the diagnosis of malaria using double thresholding. *In Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, International Conference on (pp. 381-385). *IEEE*

Gitonga, L., Memeu, D.M., Kaduki, K.A., Mjomba, A.C.K. dan Muriuki, N.S., 2014, Determination of Plasmodium Parasite Life Stages and Species in Images of Thin Blood Smears Using Artificial Neural Network, *Open*

Journal of Clinic Diagnostics, Scientific Research Publishing Inc

Gonzalez, R.C. dan Woods, R.E., 2002, Digital Image Processing, Edisi ke-2, Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey 07458

Gonzalez, R.C. dan Woods, R.E., 2008, Digital Image Processing, Edisi ke-3, Prentice-Hall, Inc., USA

Ghosh, S., dan Ghosh, A., 2013, Content based retrival of malaria positive images from a clinical database. In Image Information Processing (ICIIP), *IEEE* Second International Conference on (pp. 313-318)

Hanif, N.S.M.M., Mashor, M.Y., Mohamed, Z., 2011, Image Enhancement and Segmentation using dark stretching technique for plasmodium falciparum for thick blood smear, IEEE, 7th *International Colloquium on Signal Processing and its Applications*

H. A. Nugroho, A. Darojatun, I. Ardiyanto, and R. L. B. Buana, "Classification of Plasmodium Malaria and Plasmodium Ovale in Microscopic Thin Blood Smear Digital Images," vol. 8, no. 6, pp. 2301–2307, 2018.

Hartley, R. and Zisserman, A., 2003, Multiple View Geometry in Computer Vision, Secon Edition, UK: Cambridge University Press.

H. Chiroma et al., “Malaria severity classification through Jordan-elman neural network based on features extracted from thick blood smear,” Neural Netw. World, vol. 25, no. 5, pp. 565–584, 2015.

I. M. G. Sunarya and I. G. M. Darmawiguna, “Pengembangan Sistem Klasifikasi Stadium Malaria Plasmodium falciparum pada Citra Mikroskopis Sel Darah Menggunakan Multi Layer Perceptron,” Karmapati, vol. 5 No 1, pp. 1–10, 2016.

Inayaturrahman, Sunarya, I.M.G., Darmawiguna, I.G.M., 2016, Pengembangan Sistem Klasifikasi Stadium Malaria Plasmodium falciparum pada Citra Mikroskopis Sel, Kumpulan artikel Mahasiswa pendidikan teknik informatika, ISSN : 2252-9063

J. Kittler, 1986, Feature Selection and Extraction, in Handbook of Pattern Recognition and Image Processing, Tza Y. Young, King Sun Fu Ed. Academic Press

J. Salat and S. Achmady, “Minimalisasi Distorsi Dari Segmentasi Citra Metode Otsu Menggunakan Fuzzy Clustering,” Ilk. J. Ilm., vol. 10, no. 1, p. 80, 2018.

Kareem, S., Kale, I., Morling, R.C.S., 2012, Automated Malaria Parasite Detection in Thin Blood Films: A Hybrid Illumination and Color Constancy Insensitive,

Morphological Approach, *IEEE Asia Pasific Conference On,* Kaohsiung, 2-5 Desember 2012

K. Gavina, E. Arango, C. A. Larrotta, A. Maestre, and S. K. Yanow, "A sensitive species-specific reverse transcription real-time PCR method for detection of Plasmodium falciparum and Plasmodium vivax," Parasite Epidemiol. Control, vol. 2, no. 2, pp. 70–76, 2017.

Komagal, E., Kumar, K.S., Vigneswaran, A., 2013, Recognition And Classification Of Malaria Plasmodium Diagnosis, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT),* Vol. 2 Issue 1.

Laihad, F. J., Harijanto, P., Poespoprodjo, J. R., 2011, Epidemiologi Malaria di Indonesia, Kementerian Kesehatan RI

Linder, N., Turkki, R., Walliander, M., Martensson, A., Diwan, V., Pietikainen., M., Lundin, M., Lundin, J., Rahtu, E., 2014, A Malaria Diagnostic Tool Based on Computer Vision Screening and Visualization of Plasmodium falciparum Candidate Areas in Digitized Blood Smears, Plos One

L. Handayani and M. Adri, "Penerapan JST (Backpropagation) untuk Prediksi Curah Hujan (Studi Kasus : Kota

Pekanbaru)," Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind. 7, no. November, pp. 238–247, 2015.

L. M. Wein and M. Baveja, "Using fingerprint image quality to improve the identification performance of the U.S. Visitor and Immigrant Status Indicator Technology Program," Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A., vol. 102, no. 21, pp. 7772–7775, 2005.

Makkapati, V.V. dan Rao, R.M., 2011, Ontology-based Malaria Parasite Stage and Species Identification from Peripheral Blood Smear Images, *International Conference of the IEEE,* Boston, 30 Agustus – 3 September 2011

May, Z., Aziz, S.S.A.M., & Salamat, R., 2013, Automated Quantification and Classification of Malaria Parasites in Thin Blood Smears, IEEE, International Conference on Signal and Irnage Processing Applications (ICSIPA).

M. Imran Razzak and H. Informatics, "Automatic Detection and Classification of Malarial Parasite," *Int. J. Biometrics Bioinforma.*, no. 9, p. 1, 2015.

M. Hamid, P. Mudjirahardjo, and E. Yudaningtyas, "Penerapan Fitur Warna Untuk Identifikasi Plasmodium Falciparum pada Sediaan Apus," *MATICS J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 2, pp. 73–77, 2016

N. Ahirwar and B. Acharya, “Advanced Image Analysis Based System for Automatic Detection and Classification of Malarial,” Int. J. Inf. Technol. Knowl. Manag., vol. 5, no. 1, pp. 59–64, 2012.

N. A. Seman, N. Ashidi, M. Isa, L. C. Li, and Z. Mohamed, “Classification Of Malaria Parasite Species Based On Thin Blood Smears Using Multilayer Perceptron Network,” Sch. Electr. Electron. Eng. Univ. Sains Malaysia, Eng. Campus, 14300, Nibong Tebal, Pulau Pinang, Malaysia, pp. 46–52, 2008.

O. Nina, B. Morse, and W. Barrett, “A recursive otsu thresholding method for scanned document binarization,” 2011 IEEE Work. Appl. Comput. Vision, WACV 2011, pp. 307–314, 2011.

P. Pandit and A. Anand, “Artificial Neural Networks for Detection of Malaria in RBCs,” https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1608/1608.06627.pdf, 2016.

Poobathy, D., & Chezian, R. M., 2014, Edge detection operators: Peak signal to noise ratio based comparison. International Journal of Image, Graphics and Signal Processing, *6*(10), 55–61. doi:10.5815/ijigsp.2014.10.07

M. Poostchi, K. Silamut, R. J. Maude, S. Jaeger, and G. Thoma, “Image analysis and machine learning for detecting malaria,” Transl. Res., vol. 194, pp. 36–55, 2018.

Prasad, K., Winter, J., Bhat, U. M., Acharya, R. V., & Prabhu, G. K., 2012, Image analysis approach for development of a decision support system for detection of malaria parasites in thin blood smear images. Journal of digital imaging, 25(4), 542-549

Rachmaningtyas, A., 2014, Malaria masih jadi ancaman Negara di ASEAN, https://nasional.sindonews.com/read/851623/15/malaria-masih-jadi-ancaman-negara-di-asean-1396877174, tanggal akses : 9 Juni 2017

R. G. A. N. P. H, A. A. Zahra, and R. R. Isnanto, “Pengembangan Sistem Pendeteksi Kelainan Hati Menggunakan Iridologi Metode Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik,” Jur. Tek. Elektro, Univ. Diponegoro Semarang, 2015.

Rosado, L.; da Costa, J.M.C.; Elias, D.; Cardoso, J.S., 2016, A review of automatic malaria parasites detection and segmentation in microscopic images. Anti-Infect. Agents 2016, 14, 11–22.

R. S. Z. May, Aziz, SSAM., "Automated Quantification and Classification of Malaria Parasites in Thin Blood Smears," *Int. Conf. Signal Image Process. Appl.*, 2013.

Savkare, S.S. dan Narote, S.P., 2015, Automated System for Malaria Parasite Identification, *International Conference on Communication, Information & Computing Technology (ICCICT), India*

S. A. Ganesh and S. Anjali, "Detection of Malarial Parasite from Blood Smear Image," Int. Biannually J. Biomed. Lett. 2018, vol. 4, no. 1, pp. 24–33, 2018.

S. Afkhami, "Detection of Malarial Parasite in Blood Images by two classification Methods : Support Vector Machine (SVM) and Artificial Neural Network (ANN)," IJOCIT, vol. 5, no. 2, pp. 81–92, 2017.

S. Srivastava, L. Sharma, V. Sharma, A. Kumar, and H. Darbari, "Prediction of diabetes using artificial neural network approach," Lect. Notes Electr. Eng., vol. 478, no. 12, pp. 679–687, 2019.

Soni, J., 2011, Advanced Image Analysis based system for automatic detection of malarial Parasite in Blood Images Using Susan Approach, *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST),* Volume 3 No. 6, Juni 2011

Suryawanshi, S. dan Dixit V.V., 2013, Comparative Study of Malaria Parasite Detection using Euclidean Distance Classifier & SVM, *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET),* Volume 2 Issue 11, November 2013

Suwalka, I., Sanadhya, A., Mathur, A. dan Chouhan, M.S., 2012, Identify Malaria Parasite Using Pattern Recognition Technique, *ICCCA*, Dindigul, 22-24 Februari 2012

U. Usman and A. Abdullah, "Sistem Cerdas Diagnosa Penyakit Dalam Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Perceptron," *J. Ipteks Terap.*, vol. 11, no. 4, p. 312, 2017.

Thung, F. dan Suwardi, I. S., 2011, Blood Parasite Identification using Feature Based Recognition, International Conference on Electrical *Engineering and Informatics*, Bandung

U. Salamah et al., "Segmentation of malaria parasite candidate from thickblood smear microscopic images using watershed and adaptive thresholding," J. Telecommun. Electron. Comput. Eng., vol. 10, no. 2–4, pp. 113–117, 2018

V. Waghmare and S. Akhter, "Image Analysis Based System for Automatic Detection of Malarial Parasite in Blood Images," *Int. J. Sci. Res. ISSN (Online Index Copernicus*

Value Impact Factor, vol. 14, no. 7, pp. 2319–7064, 2013.

V. K. Bairagi and K. C. Charpe, "Comparison of Texture Features Used for Classification of Life Stages of Malaria Parasite," vol. 2016, 2016.

Wakhidah, N., 2011, Perbaikan Kualitas Citra Menggunakan Metode Contrast Stretching, Jurnal Transformatika, Volume 8, No. 2, 78-83

WHO, 2014, World Malaria Report, World Health Organization Library Cataloguing in Publication Data.

PUBLIKASI PENULIS

Hartati, S., Harjoko, A., Rosnelly, R., Candradewi, I., Faizah, 2019, Performance of SVM and ANFIS for Classification of Malaria Parasite and Its Life – Cycle-Stages in Blood Smear, 4th International Conference, SCDS 2018, Bangkok, Thailand, Springer, Januari 2019

Rosnelly, R., Wahyuni, L., 2018, Tropical Diseases Identification Using Neural Network Adaptive Resonance Theory 2, 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), Agustus 2018.

Rosnelly, R., 2018, Pengenalan Pola Angka Tulisan Tangan Pada Cek Menggunakan Necognitron, CSRID Journal, Vol. 10, No.1, DOI : 10.22303/csrid.10.1.2018.58-67, LPPM Universitas Potensi Utama

Rosnelly, R., Wahyuni, L., Kusanti, J., 2018, Optimization Of Region Of Interest (ROI) Image of Malaria Parasites, Journal OF Applied Intelligent System (JAIS), Vol. 2, page 87-95, ISSN: 2503-0493

Rosnelly, R., Wahyuni, L., 2017, Comparison Of Image Improvement Method On Parasite Image Of Malaria, Journal OF Applied Intelligent System (JAIS), Vol. 2, page 101-110, ISSN: 2503-0493

Rosnelly, R., Hartati, S., Winarko, E., Mulatsih, S., 2017, Identification of Malaria Disease and its Stadium Based on Digital Image Processing, Journal of Theoritical and Applied Information Technology (JATIT), Vo. 95, page 700-710, ISSN: 1992-8645

Saleh, A., Fujiati, Rosnelly, R., Puspita, K., Sanjaya, A., 2017, A Comparison of Mamdani and Sugeno method for Optimization Prediction of Traffic Noise Levels, 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), 8 sd 10 Agustus 2017.

Setiawan, A., Rosnelly, R., Soeheri, Hayati, R.S., Sari, R.N, 2017, Embryos Sorting Efficiency Identification Of Eggs With Algorithms Using Gabor Wavelet, 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), : 8 sd 10 Agustus 2017

Rosnelly, R., Wahyuni, L., 2017, Metode Perbaikan Citra Parasit Malaria Menggunakan Histogram Equalization dan Contrast Stretching, Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu, November 2017, ISBN/ISSN: pISSN : 2598-4969

Hartati, S., Harjoko, A., Rosnelly, R., Candradewi, I., 2016, Classfication Of Malarial Parasite and Its Life-Cycle-Stages In Blood Smear, Proceeding of The IRES International Conference, IRAJ, 30-31 Oktober 2016, ISBN/ISSN: 978-93-86083-34-0

Wahyuni, L., Rosnelly, R., Darma, S., 2016, Perancangan Aplikasi Unsur Hara Pada Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Certainty Factor, Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (SENSITIF), 17 Desember 2016, ISBN/ISSN: 978-979-9155-08-5

Rosnelly, R., Wardoyo, R., 2013, Sistem Pakar Menggunakan Teorema Bayes Untuk Prediksi Penyakit Tropis,

Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI), 14 s.d 16 Pebruari 2013, ISBN/ISSN: 978-602-17488-0-0.

Rosnelly, R, Winarko, E., 2012, Survey Metode Prediksi Penyakit, Seminar Nasional Embedded Systems, LIPI Bandung, 20 September 2012, ISBN/ISSN: 978-979-15035-1-8.

Rosnelly, R., Hardjoko, A., 2011, Pengembangan Sistem Informasi Diagnosis Penyakit Tropis Menggunakan Algoritma Naive Bayesian, KNS&I, Stikom Bali, ISSN:1979-9845.

Rosnelly, R., Wardoyo, R., 2011, Penerapan Fuzzy Multi Criteria Decision Making (FMCDM) Untuk Diagnosis Penyakit Tropis, Seminar Nasional Informatika UPN Veteran Yogyakarta, ISSN: 1979-2328.

Rosnelly, R., Wardoyo, R., 2011, Java Virtual Machine Pada Sistem Operasi Windows XP Untuk Mengeksekusi Sistem Penjualan, Seminar Nasional Informatika UPN Veteran Yogyakarta, ISSN: 1979-2328.

Rosnelly, R., Pulungan, R., 2011, Membandingkan Analisa Trafik Data Pada Jaringan Komputer Antara Wireshark dan NMap, Konferensi Nasional Sistem Informasi, ISBN: 978-602-98768-0-2

Rosnelly, R., Hartati, S.,2010, Penggunaan Teorema Bayes Dalam Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Manusia, Infosys Journal,Volume I No.1.

Rosnelly, R., Hartati, S.,2010, Penalaran Berbasis Kasus *(Case Based Reasoning)* Untuk Diagnosis Penyakit

Menggunakan Algoritma C4.5, Infosys Journal,Volume I No.1.

Rosnelly, R., Wardoyo, R., 2010, Penerapan Teorema Bayes untuk Mendiagnosa Penyakit Pada Manusia, Snikom Universitas Sumatera Utara, Volume I.