

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Analisis yang dilakukan Wahab IHA, (2008) dalam penelitiannya yang berjudul “Identifikasi Parasit Malaria dalam Darah Menggunakan Metode Segmentasi Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan” melakukan identifikasi dan mengklasifikasi parasit *plasmodium falciparum* berdasarkan preparat darah yang mengandung parasit tersebut. Langkah – langkah yang dilakukan diantaranya ialah proses pra – pengolahan citra digital preparat dengan menggunakan tapis bilateral untuk mengurangi efek derau dan cahaya. Kemudian dilakukan pemisahan objek dengan metode segmentasi *k – mean clustering*, dan terakhir melakukan ekstraksi ciri terhadap data dari citra yang akan diuji.

Pengujian yang dilakukan adalah dengan memasukkan ekstraksi ciri pada sistem, dimana terdapat dua kelompok ciri diantaranya yaitu, ciri histogram dan ciri warna. Setelah itu dilakukan klasifikasi dan identifikasi parasit *plasmodium falciparum* kedalam empat kelas menggunakan metode jaringan saraf tiruan (selanjutnya di sebut JST) *Learning Vector Quantization* (LVQ). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa ciri dapat memberikan tingkat keberhasilan lebih tinggi dibanding ciri histogram dari arsitektur JST LVQ dengan empat *hidden neuron*, serta mampu mengidentifikasi 91,67% data citra dengan benar dan 81,24% berhasil teridentifikasi dengan benar JST LVQ dengan ciri statistik histogram sebagai ciri masukkannya. (Wahab IHA, 2008)

Gunawan dkk, (2011) melakukan penelitian tentang perangkat lunak segmentasi citra menggunakan metode *Watershed* yang membagi citra menjadi *region* yang berbeda dengan menggambarkan citra topografi. Metode ini menghasilkan banyak *region* yang menyebabkan bagian penting objek terpisah atau oversegmentasi. Tujuan dari penelitian yang dilakukan ialah mengembangkan suatu perangkat lunak untuk proses kombinasi segmentasi citra dengan menggunakan metode *Watershed* beserta perbedaan dengan menggunakan *Watershed* Morfologi, Multiresolusi *Watershed*, dan *Marker Watershed*. Penelitian menghasilkan tampilan berupa segmen dari citra awal dan lama waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil segmen.

Listia R, dan Harjoko A, (2014) melakukan penelitian tentang klasifikasi massa pada citra mammogram berdasarkan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (selanjutnya disebut GLCM) yang bertujuan untuk mengklasifikasikan mammogram tumor dengan 3 kelas diantaranya adalah kelas normal, tumor jinak, dan tumor ganas. Penelitian ini memiliki 4 langkah diantaranya adalah *pre – processing*, segmentasi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi. Penggunaan GLCM terletak pada langkah ekstraksi ciri yang menghitung ciri statistik pada 4 arah ($d=1$ dan $d=2$), GLCM 8 arah ($d=1$) dan GLCM 16 arah ($d=2$) serta penggunaan fitur seperti kontras, energi, entropi, korelasi, dan homogenitas. Langkah terakhir menggunakan *backpropagation*, hasil penelitian menunjukkan bahwa fitur ekstraksi GLCM 4 arah (0° , 45° , 90° , 135°) dengan jarak $d=1$ memiliki akurasi terbaik dalam mengklasifikasi mammogram yakni sebesar 81,1% dan khusus pada arah 0° akurasi pada klasifikasi yang diperoleh sebesar 100%. (Listia, *et al*, 2014)

Akbar S.A, (2015) melakukan analisis identifikasi parasit malaria dalam sel darah manusia berbasis citra digital yang bertujuan untuk menemukan solusi terbaik dalam memberi rujukan paramedis pada saat mendiagnosis dan mendeteksi gejala malaria berbasis komputer. Proses identifikasi melalui komputer adalah dengan mengolah data citra digital preparat darah yang terinfeksi parasit. Adapun citra preparat yang terinfeksi parasit terdiri dari 60 citra, terbagi atas 20 fase *throphozoite*, 20 fase *schizont*, dan 20 fase *gametocyte*. Metode yang diterapkan pada analisis ini adalah metode segmentasi *K – means* untuk mengekstraksi citra, dengan memproses peningkatan kontras dan penapisan derau citra pada tahap pra – pengolahan. Penggunaan CFS digunakan untuk seleksi fitur dan, MLP digunakan pada tahap pengklasifikasian. Hasil dari penelitian berupa metode yang diterapkan telah mencapai rata – rata akurasi klasifikasi sebesar 96,7%, sensitivitas sebesar 95%, spesifisitas sebesar 97,5% dengan lama waktu pengujian selama 2,27 detik. (Akbar S.A, 2015)

Penelitian yang dilakukan oleh Somasekar J, dan Reddy B. Eswara (2015) mensegmentasi eritrosit yang terinfeksi parasit malaria untuk mendiagnosis citra mikroskopis menerapkan metode *Fuzzy C – means clustering* untuk mengekstrak eritrosit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan menghasilkan sensitivitas sebesar

98%, spesifisitas 93,3%, nilai prediksi positif 98,65%, dan nilai prediksi negatif sebesar 90,33%. (Somasekar & Eswara Reddy, 2015)

Rulaningtyas dkk, (2015) melakukan segmentasi citra berwarna menggunakan metode *clustering* berbasis *patch* untuk mengidentifikasi *mycobacterium tuberculosis* (selanjutnya disebut TBC). Penelitian dilakukan dengan segmentasi citra berwarna citra mikroskopis bakteri TBC yang berasal dari dahak pasien untuk kemudian dilakukan pewarnaan dengan metode *Ziel – Neelsen* yang pada umumnya dilakukan di puskesmas. Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki performansi hasil segmentasi citra dilakukan penggunaan metode segmentasi *fast k – means clustering* dan *k-nearest neighbors* memberikan akurasi palik baik yakni 97, 90%, akan tetapi masih terdapat hasil yang kurang bagus pada citra utuh serta komputasi proses pembelajaran yang lama. Metode segmentasi citra berwarna *clustering* berbasis *patch* menghasilkan citra yang tersegmentasi dengan tingkat akurasi sebesar 100%, hal ini menunjukkan bahwa metode *clustering patch* lebih unggul dibanding metode *k- nearest neighbors*. (Rulaningtyas, *et al*, 2015)

Arifin. T (2016) melakukan analisis perbandingan metode segmentasi citra pada citra mammogram untuk mendeteksi keberadaan kanker payudara dengan menggunakan sinar – X dosis rendah. Pengamatan hasil mamografi berupa gambar mammogram yang dilakukan dengan pengolahan citra. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbandingan dua metode segmentasi gambar dari gambar mammogram yaitu menggunakan metode *Watershed* dan metode *Otsu* dengan melihat gambar dan menghitung rasio sinyal terhadap *noise* dan pengaturan waktu pada masing – masing metode. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa rasio sinyal terhadap *noise* pada metode *Watershed* adalah 7.475 dB dan metode *Otsu* sebesar 6.197 dB dengan *trimming run watershed* 0,016 detik lebih cepat daripada metode *Otsu*. Penelitian mengatakan bahwa metode *Watershed* lebih baik dari pada *Otsu*.(Arifin, 2016)

Pada penelitian Astini N.K.S (2018) melakukan segmentasi citra parasit malaria plasmodium *vivax* dengan menggunakan metode *Haar Cascade*. Berdasarkan hasil dari penelitian, metode *Haar Cascade* mampu mendeteksi dan menghitung

jumlah parasit malaria plasmodium *vivax* pada sediaan darah tipis yang dibuktikan pada tingkat keberhasilan sistem dengan akurasi sebesar 95%. (Astini, 2018)

Resume penelitian yang telah dilakukan terkait tugas akhir ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 Resume Penelitian Terkait.

Tabel 2.1 Resume Penelitian Terkait

NO	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Metode yang Digunakan	Hasil Penelitian
1	Iis Hamsir Ayub Wahab (2008)	Identifikasi Parasit Malaria dalam Darah Menggunakan metode Segmentasi Citra Digital dan Jaringan Syaraf Tiruan	Segmentasi dan Jaringan Syaraf Tiruan <i>Learning Vector Quantization</i> (LVQ).	Identifikasi dengan citra sebesar 91,67% Identifikasi dengan JST sebesar 81,24%
2	Gunawan, Fandi Halim, dan Erni Wijaya (2011)	Perangkat Lunak Segmentasi Citra dengan Metode <i>Watershed</i>	Segmentasi Citra dengan Metode <i>Watershed</i>	Metode <i>watershed</i> klasik menghasilkan lama waktu eksekusi selama 2,932 detik, metode segmentasi terbaik di dapatkan dengan metode multiresolusi <i>watershed</i> .
3	Refta Listia dan Agus Harjoko (2014)	Klasifikasi Massa pada Citra Mammogram Berdasarkan <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i> (GLCM)	<i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i> (GLCM)	GLCM 4 arah menghasilkan Akurasi klasifikasi mammogram sebesar 81,1% Khusus Arah 0° menghasilkan akurasi sebesar 100%
4	Son Ali Akbar (2015)	Analisis Identifikasi Parasit Malaria dalam Sel Darah Manusia Berbasis Citra Digital	Segmentasi <i>K-means</i>	Klasifikasi sebesar 96,7%, sensitivitas 95%, spesifisitas 97,5%, dalam lama proses eksekusi selama 2,27 detik.

Tabel 2. 1 Resume Penelitian Terkait (Lanjutan)

NO	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Metode yang Digunakan	Hasil Penelitian
5	J. Somasekar dan B. Eswara Reddy (2015)	Segmentation Of Erythrocytes Infected With Malaria Parasites For The Diagnosis Using Microscopy Imaging	<i>Fuzzy C – means Clustering</i>	Tingkat sensitivitas sebesar 98%, Spesifisitas 93,3%, Nilai prediksi positif 98,65%, nilai prediksi negatif 90.33
6	Riries Rulaningtyas, Andriyan B.Suksmon, Tati L. R. Mengko, G. A. Putra Saptawati (2015)	Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode <i>Clustering</i> Berbasis <i>Patch</i> untuk Identifikasi <i>Mycobacterium Tuberculosis</i>	<i>Clustering</i> berbasis <i>patch</i>	Segmentasi citra dengan tingkat akurasi sebesar 100%
7	Toni Arifin (2016)	Analisa Perbandingan Metode Segmentasi Citra pada Citra Mammogram	<i>Thresholding (otsu)</i> dan <i>Watershed</i>	Menghasilkan rasio sinyal terhadap <i>noise</i> oleh metode <i>Otsu</i> sebesar 7.745 dB, sedangkan metode <i>watershed</i> sebesar 6.179
8	N. K. S Astini (2018)	Segmentasi Citra Parasit Malaria Plasmodium Vivax dengan Menggunakan Metode Haar Cascade	<i>Haar Cascade</i>	Akurasi sebesar 95%

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Malaria

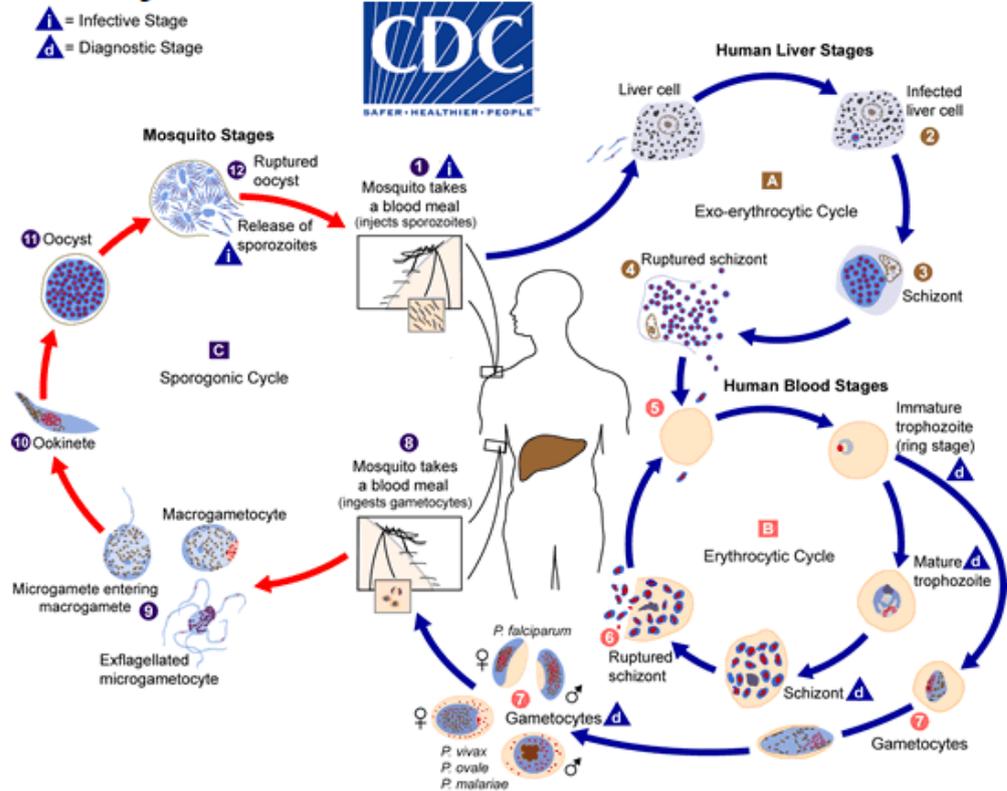
Malaria adalah penyakit yang dapat bersifat cepat maupun lama prosesnya, malaria disebabkan oleh parasit malaria/protozoa genus *plasmodium* bentuk aseksual yang masuk ke dalam tubuh manusia ditularkan oleh nyamuk *anopheles* betina yang ditandai dengan demam, pembesaran organ tubuh, dan muka pucat. (Wahab IHA, 2008)

Tahapan gejala malaria timbul mengikuti siklus tertentu, gejala ini timbul saat 10 – 15 hari setelah penderita digigit nyamuk. Gejala yang timbul dibagi lagi dalam 3 tahapan selama 6 – 12 jam dimana penderita akan merasa badan mengigil, demam, mengeluarkan banyak keringat, sakit kepala, serta badan terasa lemas sebelum kondisi suhu tubuh normal.

Penyakit malaria disebabkan oleh parasit malaria yang berada pada tubuh nyamuk yang menggigit manusia kemudian masuk ke dalam tubuh dan menetap di organ hati sebelum menyerang sel darah merah. Parasit malaria ini disebut *plasmodium*, dimana *plasmodium* memiliki jenis yang bermacam – macam yang akan berpengaruh terhadap gejala yang ditimbulkan serta cara penanganannya. Seperti telah disinggung terkait parasit yang menyebabkan malaria diantaranya adalah *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, dan *Plasmodium ovale*. Di Indonesia sendiri banyak ditemukan spesies *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax*, sedangkan untuk *Plasmodium ovale* dan *malariae* jarang ditemukan, akan tetapi pernah ditemukan spesies ini di beberapa wilayah Indonesia timur seperti, Sulawesi, Timor Leste, dan Irian Jaya. Siklus hidup parasit malaria ditunjukkan pada Gambar 2.1

Siklus Hidup Parasit Malaria

Life Cycle



Gambar 2. 1 Siklus Hidup Parasit Malaria (Wahab, I.H.A, 2008)

Siklus parasit malaria berawal dari nyamuk betina *Anopheles* terinfeksi parasit menggigit manusia yang mengeluarkan sporozoit dari kelenjar ludah nyamuk kemudian masuk kedalam darah dan jaringan hati manusia. Siklus hidup parasit malaria membentuk stadium *sizon* (ekso-eritrositer) yang setelah pecah akan mengeluarkan merozoit/kriptozoit yang masuk ke dalam eritrosit membentuk stadium *sizon* dalam eritrosit, setelah itu terbentuklah trophozoit muda sampai matang sehingga eritrosit pecah dan mengeluarkan merozoit. Sebagian besar merozoit masuk kembali ke eritrosit dan sebagian kecil membentuk gametosit jantan dan betina yang siap untuk dihisap oleh nyamuk malaria betina dan melanjutkan siklus hidup di tubuh nyamuk (stadium sporogoni). Terjadi perkawinan antara sel gamet jantan dan sel gamet betina pada lambung nyamuk yang disebut zigot. Zigot akan berubah menjadi ookinet yang setelah matang akan pecah keluar dari sporozoit yang masuk ke kelenjar liur nyamuk yang siap untuk ditularkan ke dalam tubuh manusia. (Wahab, 2008)

Ketika seseorang terdiagnosis penyakit malaria maka dokter akan melakukan pemeriksaan fisik dan pemeriksaan darah. Pemeriksaan yang dilakukan untuk mendiagnosa seseorang biasanya dilakukan tes diagnostik cepat malaria atau dalam bidang medis disebut *Rapid Diagnostic Test* (selanjutnya disebut RDT) malaria dan pemeriksaan darah penderita malaria dilakukan di bawah mikroskop. Pemeriksaan menggunakan mikroskop dilakukan pengambilan sampel darah yang lebih dari sekali dan menunggu saat demam timbul serta untuk mengetahui jenis parasit penyebab malaria serta dapat dilakukan pengobatan yang tepat.

2.2.2 Pengolah Citra

Image processing dapat diartikan pengolah citra merupakan suatu proses mengolah dan menganalisis citra atau gambar visual. Proses ini memiliki fitur data dan informasi dalam bentuk citra yang dilakukan dengan menggunakan komputer. Pengolahan citra ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas dari citra digital itu sendiri (*image enhancement*). Teknik pengolahan citra dilakukan dengan mentransformasikan citra menjadi citra lain dimana operasi didalamnya memiliki ragam dan secara umum operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis diantaranya adalah:

1. Analisis citra (*image analysis*)
2. Segmentasi citra (*image segmentation*)
3. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*)
4. Pemugaran citra (*image restoration*)
5. Rekonstruksi citra (*image reconstruction*)

2.2.3 Jenis Citra

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa jenis citra yang digunakan dalam pemrosesan citra diantaranya ialah citra berwarna, citra dengan skala keabuan, dan citra biner.

A. Citra Berwarna

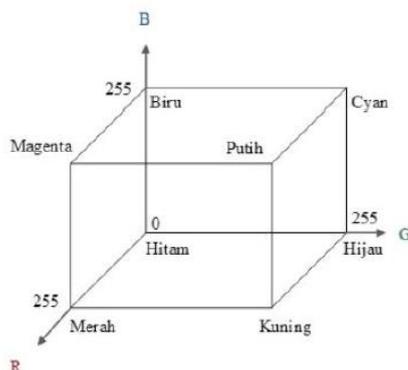
Citra berwarna biasanya disebut juga citra RGB yang merupakan jenis citra yang menyajikan warna dalam bentuk komponen warna Merah (R), Hijau (G), Biru (B). Setiap komonen menggunakan 8bit (nilai yang berkisar antara 0 – 255) sehingga kemungkinan warna yang dapat disajikan mencapai $255 \times 255 \times 255$ atau 16.581.375 warna. Diberikan tabel warna beserta nilai penyusun warna R, G, B yang disajikan pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Warna dan Nilai Penyusun Warna (Putri. E.I, 2015)

Warna	R	G	B
Merah	255	0	0
Hijau	0	255	0
Biru	0	0	255
Hitam	0	0	0
Putih	255	255	255
Kuning	0	255	255

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat nilai yang paling dominan disetiap warnanya, seperti pada baris merah memiliki nilai R sebesar 255 yang dapat diartikan bahwa nilai tersebut merupakan dominan dari warna, sedangkan pada kolom G dan B bernilai 0. Begitu pula pada baris warna yang lain. Perbedaan terlihat pada baris warna putih dimana putih diibaratkan bernilai 1 maka semua nilai RGB terpenuhi sebesar 255, sebaliknya dengan baris pada warna hitam yang bernilai 0 menghasikan warna gelap.

Perbedaan warna dalam model ini adalah titik – titik yang berada dalam kubus yang di definisikan oleh penyebaran vektor dari origin. Sebagai kemudahannya, diasumsikan bahwa seluruh nilai warna dinormalisasi sehingga kubus yang ditampilkan dapat dilihat pada Gambar 2.2. (Prasetyo eko, 2011)

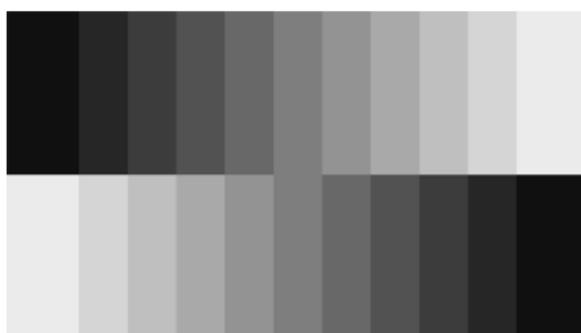


Gambar 2. 2 Skema Warna RGB dalam Kubus (Prasetyo Eko, 2011)

Citra yang direpresentasikan dalam model warna RGB terdiri dari 3 komponen citra, masing – masing untuk setiap warna primer (R, G, B). pada tampilan layar monitor RGB, ketiga kombinasi citra ini berada di layar fosfor untuk menghasilkan warna citra yang komposit. (Prasetyo. Eko, 2011)

B. Citra Berskala Keabuan (*Greyscale*)

Citra dengan skala keabuan didefinisikan sebagai tingkat keabu – abuan dari suatu citra. Jika digambarkan pada sebuah matriks bilangannya memiliki entri antara 0 dan 1. Dengan asumsi 0 mewakili hitam dan 1 mewakili putih. Angka – angka tersebut menunjukkan kecerahan piksel yang dinyatakan dengan angka 0 hingga 255, 0 adalah hitam dan 255 adalah putih (Putri E.I, 2015). Level warna *grayscale* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



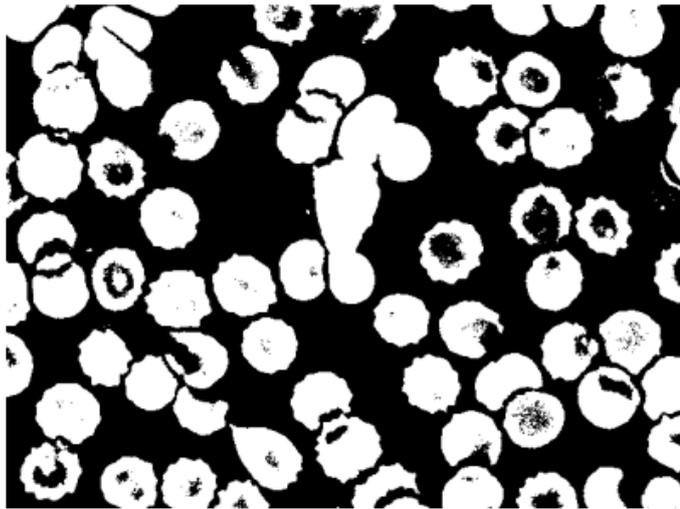
Gambar 2. 3 Level Warna Grayscale (Putri E.I, 2015).

Pengolahan citra menggunakan *software* Matlab memiliki bentuk RGB yang dapat dikonversi menjadi *grayscale*, persamaan konversinya ialah $\text{gray} = \text{rgb2gray}$ (RGB. (Putri E.I, 2015)

C. Citra Biner

Citra biner biasanya disebut juga dengan citra hitam dan putih, yang mana pada setiap piksel hanya dinyatakan dengan sebuah nilai kemungkinan yakni bernilai 0 dan 1. Warna hitam dinyatakan dengan nilai 0 sedangkan warna putih dinyatakan dengan nilai 1. Penggunaan citra ini biasanya digunakan untuk kepentingan memperoleh tepi bentuk suatu objek.

Pengolahan citra menggunakan *software* Matlab, nilai RGB dapat dikonversi ke biner dengan persamaan $BW = \text{im2BW}(RGB)$ serta persamaan $BW = \text{im2Bw}(gray)$. Konversi citra biner ditunjukkan oleh Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Konversi Citra Biner

Gambar diatas merupakan hasil dari penggunaan persamaan citra biner pada *software* Matlab, yang mana citra merupakan citra plasmodium dalam darah.

2.2.4 Segmentasi Citra

Teknik segmentasi merupakan langkah proses pengolahan citra yang bertujuan untuk mengambil informasi tertentu suatu objek yang dikehendaki. Proses dimana suatu objek citra yang dipisahkan dari objek latar lainnya disebut pula proses segmentasi. Segmentasi citra dilakukan pada tahap setelah proses pemulihan citra dan hasilnya berguna untuk menganalisis suatu objek segmentasi ketahap berikutnya seperti ekstraksi fitur maupun klasifikas. Segmentasi citra memiliki tingkat keakurasian yang bergantung pada tingkat keberhasilan prosedur analisis. Dasar

algoritma segmentasi secara umum adalah dua sifat dasar nilai intensitas (seperti sisi), dan similaritas (kriteria yang telah didefinisikan). Metode umum yang digunakan dalam segmentasi diantaranya adalah:

a. *Thresholding*

Merupakan metode yang didasarkan pada pemisahan *pixel* ke dalam kelas yang berbeda tergantung pada tingkat keabuan masing – masing *pixel*. Metode ini tidak dapat diterapkan pada citra dengan tingkat keabuan yang berdekatan sehingga biasanya dikombinasikan dengan metode lain.

b. *Shapebased*

Merupakan metode yang memberikan pendekatan yang cukup sederhana dalam segmentasi citra, akan tetapi lebih sulit dalam menentukan kontur awal. Sehingga penentuan kontur awal tidak tepat yang dapat menyebabkan hasil segmentasi yang kurang sesuai.

c. *Clustering*

Merupakan metode statistik yang didasarkan pada distribusi parameter tertentu dengan melakukan estimasi definisi awal parameter, sehingga bagus tidaknya hasil segmentasi bergantung dari seberapa baik distribusi yang diasumsikan mendekati distribusi dari data. Metode segmentasi ini mengklasifikasi dan mengelompokkan *pixel* citra kedalam wilayah tertentu dan teknik *post – processing* seperti contoh ialah filter morfologi. Algoritma yang paling umum digunakan pada metode statistik ini diantaranya adalah algoritma *C – means*, *fuzzy c- means* (FCM) dan *expectation – maximization* (EM).

d. *Region growing*

Merupakan metode yang menggabungkan *thresholding* dengan kondisi konektivitas atau kriteria dari daerah homogenitas. Keberhasilan dari metode tersebut bergantung oleh presisinya informasi anatomi untuk meletakkan satu atau beberapa *pixel* pada daerah homogen masing – masing. Kelemahan pada daerah homogen ialah membutuhkan operator untuk menentukan daerah yang disegmentasi.

Metode paling umum yang digunakan ialah metode *Watershed* yaitu merubah gradien tingkat keabuan citra menjadi topografi. Daerah minimum dari citra merupakan sumber dimana air meluap dan membentuk “kolam” (*catchment basin*) dan menggambarkan permukaan air. Algoritma ini akan berhenti ketika dua “kolam” dari dua sumber yang berbeda bertemu. Jika pada citra terdapat banyak pola derau, maka selanjutnya akan banyak terbentuk “kolam” sehingga segmentasi berlebih akan terjadi. (Akbar, 2015)

Teknik segmentasi memiliki peran dalam memudahkan pengamat citra dalam melakukan pengamatan dengan cara membedakan bagian – bagian tertentu dari suatu citra yang homogen berdasarkan metode tertentu. Pada bagian ini akan dibahas beberapa teknik segmentasi diantaranya adalah segmentasi dengan menggunakan algoritma *Thresholding* dan *Watershed*.

2.2.5 Segmentasi Algoritma Thresholding

Seperti yang telah dijabarkan di atas, segmentasi ini memiliki beberapa teknik pada prosesnya, beberapa teknik yang akan dibahas dalam penelitian ini diantaranya adalah teknik segmentasi *Adaptive Thresholding* dan teknik segmentasi *Global Thresholding*. Berikut merupakan penjelasan singkat terkait teknik segmentasi *thresholding*.

a. *Adaptive Thresholding*

Citra yang dihasilkan melalui teknik ini berupa pengembangan citra biner yang memiliki dua nilai tingkat keabuan hitam dan putih. *Adaptive Thresholding* merupakan pengembangan yang menggunakan nilai ambang lokal, yang dihitung secara adaptif berdasarkan kumpulan piksel – piksel (Kadir, Abdul dkk, 2013). Terdapat 3 pendekatan pada teknik ini diantaranya adalah pendekatan rerata atau *mean* terhadap intensitas lokal yang dirumuskan sebagai Persamaan 2.1 berikut:

$$T = \frac{\sum_{(y,x) \in W} f(i,j)}{Nw} - C \dots\dots\dots 2.1$$

W menyatakan jendela pada citra, Nw merupakan jumlah piksel dalam jendela, dan C menyatakan konstanta.

Pendekatan selanjutnya merupakan pendekatan median yang secara matematis dirumuskan sebagai Persamaan 2.2 berikut:

$$T = \text{median} (f(y,x), (y,x) \in W) - C \dots\dots\dots 2.2$$

Pendekatan median yang merupakan pendekatan statistic maksimum dan minimum secara matematis, dirumuskan sebagai Persamaan 2.3 berikut:

$$T = \frac{\max(f(y,x), (y,x) \in W + \max(f(y,x), (y,x) \in W)}{2} \dots\dots\dots 2.3$$

Diberikan contoh dari penerapan rumus diatas berupa matrik berukuran 4 x 4 berikut

1	2	3	2
2	3	1	2
3	1	2	2
1	2	3	3

$$\text{Thresholding} (T) = \frac{1+2+3+2+2+3+1+2+3+1+2+2+1+2+3+3}{16} = 2.0625$$

Berdasarkan hasil *Thresholding* tersebut, jika nilai matrik lebih besar dibandingkan nilai *Threshold(T)* maka akan di atur 1 merupakan warna putih dan jika lebih kecil dibandingkan nilai *Threshold(T)* maka akan di atur 0 yang merupakan warna hitam. (Kadir, Abdul dkk, 2013)

b. Global *Thresholding*

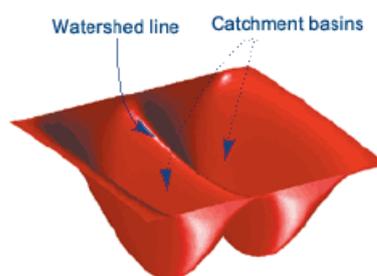
Metode yang diberlakukan jika nilai ambang t bergantung hanya pada satu nilai aras keabuan $f(y, x)$. Global *Thresholding* akan memproses citra yang memiliki nilai dengan intensitas kurang dari nilai ambang (f) di atur menjadi 0 dan yang lebih dari atau sama dengan nilai mbang (f) di atur menjadi 1 metode ini memiliki Persamaan sebagai berikut: (Kadir, Abdul dkk, 2013)

$$f_0(x,y) = \begin{cases} 0, & f_0(x,y) < t \\ 1, & f_0(x,y) \geq t \end{cases} \dots\dots\dots 2.4$$

Metode ini menentukan nilai ambang (t) dengan cara membedakan antara objek dan latar belakang yang memiliki nilai yang saling bertumpukan. (Kadir, Abdul dkk, 2013)

2.2.6 Segmentasi Algoritma *Watershed*

Watershed dalam ilmu geografi didefinisikan dengan pertemuan dua lereng yang membagi daerah yang dikeluarkan oleh sistem sungai yang berbeda. Daerah geografis yang keluar menuju sungai atau reservoir disebut *catchment basin* (lembah penampungan). *Watershed transform* mengaplikasikan ide ini terhadap pengolahan citra *grayscale* dengan cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah segmentasi citra. Pemahaman transformasi *Watershed* membutuhkan pemikiran bahwa citra *greyscale* sebagai topologi permukaan yang nilai intensitas $f(x, y)$ diinterpretasikan sebagai ketinggian. Visualisasi dapat dilihat pada permukaan 3 dimensinya yang ditunjukkan pada Gambar 2.5. ketika citra diberikan hujan di permukaan tersebut maka air akan berkumpul dalam dua daerah yang ditandai oleh *catchment basin*

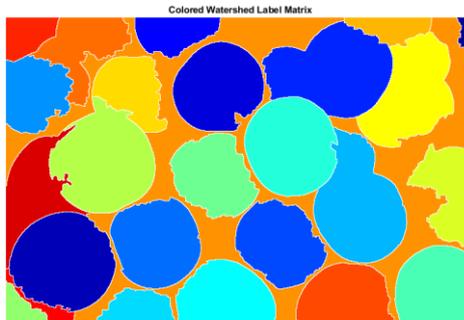


Gambar 2. 5 Konversi Citra Biner

Secara sederhana tetesan air hujan akan jatuh di daerah berbeda yang mengikuti permukaan menurun, sehingga air akan mengalir kedalam. Ketika air yang naik dari 2 *catchment basin* akan bergabung, maka dibangun sebuah dam untuk menegak penggabungan tersebut. Aliran air yang berhenti dalam hal ini telah mencapai tingkat yang diinginkan. Tepi dam yang terlihat inilah yang menjadi Batasan dan hasil dari segmen citra. Berdasarkan anggapan bentuk topografi maka didapatkan tiga titik yang dipaparkan sebagai berikut:

1. Titik daerah terendah
2. Titik yang merupakan tempat dimana setetes air dijatuhkan, sehingga air jatuh pada posisi minimum tertentu.
3. Titik tempat air dijatuhkan, sehingga air mempunyai kemungkinan jatuh pada posisi minimum tertentu atau titik minimum yang lain. (Prasetyo, E, 2011)

Hasil pelebelaan matrik dari citra yang telah tersegmentasi menggunakan algoritma *Watershed* di ilustrasikan dengan Gambar 2.6 Visualisasi Label.



Gambar 2. 6 Konversi Citra Biner

2.2.7 Algoritma Morfologi Watershed

Kumpulan koordinat titik dalam daerah dengan nilai minimum dari sebuah gambar $g(x, y)$ dapat dituliskan dengan $M_1, M_2, M_3, M_4, \dots, M_R$ yang telah mengalami pre-prosesing. Kumpulan koordinat yang dibuat dalam daerah pengisian di simbolkan dengan $C(M_1)$ yang memiliki hubungan dengan daerah minimum M_1 (dianggap sebagai daerah pengisian dan daerah minimum yang membentuk komponen yang saling tersambung). Notasi minimal dan maksimum digunakan sebagai tanda nilai tersebut dari $g(x, y)$. setelah itu membuat suatu fungsi $T[n]$ menjadi kumpulan koordinat (s, t) yang mana $g(s, t) < n$, sehingga dapat didefinisikan dengan Persamaan fungsi 2.5 berikut:

$$T[n] = \{(s, t) | f(x, y) < n\} \dots\dots\dots 2.5$$

Secara geometri. $T[n]$ merupakan kumpulan koordinat dari $g(x, y)$ yang berada di bawah daerah $g(x, y) = n$.

Tofografi tersebut yang kemudian diisikan dengan penambahan integer mulai dari nilai $n = \min$ sampai dengan $n = \max$. Setiap penambahan n , algoritma perlu diketahui jumlah titik yang berada dibawah “kedalaman” n yang merupakan daerah yang berada dibawah $g(x, y) = n$ diberi nilai 0 atau berwarna hitam sedangkan yang berada diatasnya diberi warna putih atau bernilai 1. (Rosmiati, M, 2011)

Operasi morfologi memiliki sebuah citra yang terdapat empat operasi yang digunakan diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Operasi Dilasi

Operasi ini merupakan proses penebalan batasan dari suatu objek dengan cara menambahkan pixel (0) menjadi (1) di sebuah objek berdasarkan struktur elemen dengan Persamaan 2.6 berikut:

$$D(A, B) = A \oplus B \dots\dots\dots 2.6$$

b. Operasi Erosi

Operasi ini merupakan proses pengikisan sebuah objek (1) dengan cara penghapusan titik – titik objek menjadi bagian dari latar (0) berdasarkan struktur elemen yang digunakan. Operasi dinyatakan dalam Persamaan 2.7 berikut:

$$E(A, B) = A \ominus B \dots\dots\dots 2.7$$

c. Operasi *Opening*

Merupakan operasi erosi pada sebuah citra yang diikuti dengan operasi dilasi yang bertujuan untuk memperhalus visual citra, menyambung fitur yang terputus dan mempertinggi puncak pada suatu citra. Persamaan operasi ini ditunjukkan pada Persamaan 2.8 berikut:

$$A \circ B (A \ominus B) \oplus B \dots\dots\dots 2.8$$

d. Operasi *Closing*

Merupakan operasi dilasi pada sebuah citra yang diikuti dengan operasi erosi secara berurutan. Operasi ini bertujuan untuk memperhalus visual sebuah citra, memutus fitur – fitur yang terhubung dan mempertinggi puncak pada sebuah citra. Persamaan operasi ini ditunjukkan pada Persamaan 2.9 berikut: (Mia, dkk, (2011))

$$A \bullet B (A \oplus B) \ominus B \dots\dots\dots 2.9$$

2.2.8 *Gaphical User Interface (GUI)*

Istilah ini digunakan untuk menjelaskan cara pemakaian komputer untuk berkomunikasi dengan komputer lain yang digunakan untuk operasi dan aplikasi media grafis dengan menggunakan simbol, navigasi, dan menu dalam bentuk tampilan. (Nugrahanto,2012)

GUI memudahkan pengguna atau dapat dikatakan *user friendly*, dimana pengguna tidak perlu mendefinisikan *command window* untuk menjalankan suatu program. (Saefuloh, 2017)

2.2.9 Matrix Laboratory (MATLAB)

MATLAB merupakan sebuah bahasa pemrograman yang terintegrasi dengan bahasa komputasi, visualisasi, serta pemrograman teknis. Bahasa pemrograman dapat memecahkan persoalan dengan solusi yang dinyatakan dalam perumusan notasi matematika. Fungsi dasar *built – in* sering digunakan dalam perhitungan dasar sains dan matematika. Sehingga aplikasi ini dapat mempermudah dalam melakukan analisis dan perhitungan. (Irwandhono, 2016)