

**PEMROSESAN IMEJ BERWARNA DAN PENGIRAAN  
TUBERCLE BACILI**

**MOHD HISHAMUDDIN KASSIM**

**Universiti Sains Malaysia**

**2006**

## ABSTRAK

Kaedah yang digunakan di Malaysia bagi mengesan kehadiran bakteria (*Mycobacterium Tuberculosis*) di dalam imej sputum merupakan kaedah tradisional yang memerlukan patologi mengesannya melalui slaid mengandungi air liur yang diperiksa di bawah mikroskop berkuasa 100 x 10. Kaedah ini mendatangkan masalah kerana mengakibatkan mata patologi mudah letih dan lesu dan ini menyebabkan hanya 25 spesimen sahaja yang boleh diperiksa dalam masa satu hari. Masa yang diambil untuk memeriksa setiap slaid pula adalah antara 15 hingga 20 minit dan terdapat ralat dalam bacaannya. Sebagai penyelesaiannya, satu perisian akan dibangunkan menggunakan (*C++ Builder Version 5*). Perisian ini akan mengira jumlah bakteria dalam spesimen dan keputusan kiraan akan menentukan sama ada individu tersebut dijangkiti penyakit (*Tuberculosis*) atau tidak. Kaedah yang digunakan untuk mengira bakteria mengikut kaedah pemprosesan imej berwarna. Model warna merah, hijau dan biru (RGB) akan digunakan bagi memproses imej. Langkah pertama adalah memplot histogram bagi setiap komponen warna. Kemudian, nilai ambang bakteria dicari bagi menghasilkan imej ambang. Kemudian, penapisan imej ambang dilakukan bagi menghilangkan hingar dalam imej tersebut. Akhirnya, jumlah bakteria dalam imej sputum dilakukan.

## ABSTARCT

In Malaysia, the traditional method for the identification of *Mycobacterium tuberculosis* bacteria requires a trained technologist to manually examined sputum specimen under 100 x 10 microscopes. This method is troublesome because it causes strain and eye fatigue and causes limits to only 25 specimens per day. It also takes 15 to 20 minutes to examine each specimen and it will cause error when reading results. As a solution, the development of a software system is proposed to automatically identify *Mycobacterium tuberculosis* cluster from digitized microscopic images of sputum specimens using C++ Builder Version 5 software. This software will count total bacteria in specimen and the result will determine whether the individual has *tuberculosis* disease or not. The technique used for counting bacteria is based on colour image processing. The red, green and blue (RGB) colour model will be used to process the colour image. The first step is to build the histogram for every colour component, and then the bacteria threshold value is identified to produce the threshold image. Next, filter image process will be done to eliminate the noise. Lastly, the bacteria will be count.

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, setinggi-tinggi kesyukuran ke hadrat Illahi kerana saya berjaya menyiapkan projek akhir yang diberikan kepada saya. Saya mengharapkan perisian yang dibina ini sedikit sebanyak dapat membantu orang ramai khususnya ahli perubatan kerana dapat menganalisa penyakit TB dengan lebih cepat dan tepat.

Setinggi-tinggi penghargaan buat Professor Madya Umi Kalthum Ngah, penyelia projek saya yang telah menolong saya sejak dari saya mendapat tajuk projek ini lagi, sehingga terhasilnya perisian ini pada akhirnya. Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Dr. Nor Ashidi Mat Isa yang telah memberi panduan dan tunjuk ajar kepada saya terutama apabila menghadapi masalah.

Tidak lupa juga kepada saudari Shalihatun Azlin Aziz yang telah banyak membantu saya dalam memahami penggunaan *C++ Builder* ini. Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada kawan saya, Ahmad Syakiran yang berada di Universiti Sains Malaysia Kampus Perubatan kerana telah menolong saya mencari seberapa banyak maklumat mengenai penyakit TB ini.

Seterusnya ribuan terima kasih kepada mereka yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan projek ini.

## ISI KANDUNGAN

ABSTRAK .....	ii
ABSTARCT .....	iii
PENGHARGAAN .....	iv
JADUAL ISI KANDUNGAN .....	v
SENARAI RAJAH .....	vii
Bab 1 – PENGENALAN	
1.1 Pengenalan Kepada Projek .....	1
1.2 Objektif Projek .....	2
1.3 Kesimpulan .....	2
Bab 2 – KAJIAN ILMIAH	
2.1 Pengenalan Kepada Penyakit .....	3
2.2 Cara Jangkitan .....	4
2.3 Diagnosis .....	4
2.4 Rawatan .....	5
2.5 Pencegahan .....	6
2.6 Kesimpulan .....	6
Bab 3 – PEMBANGUNAN PERISIAN	
3.1 Pengenalan	
3.1.1 Pengenalan Kepada <i>C++ Builder Version 5</i> .....	7
3.1.2 Pengenalan Kepada Imej Digital .....	8
3.1.2.1 Definisi Imej Digital .....	9
3.1.2.2 Jenis Pemprosesan Imej .....	11
3.1.2.3 Kaedah Segmentasi Imej .....	11

3.1.2.4 Pemrosesan Imej Berwarna .....	15
3.1.2.5 Segmentasi Imej Berwarna .....	16
3.2 Konsep Pemrosesan Imej Yang Digunakan:	
3.2.1 Histogram .....	16
3.2.2 Nilai Ambang .....	19
3.2.3 Penapisan Imej .....	21
3.2.4 Analisa dan Pengiraan Kelompok .....	22
3.2.5 Carta Alir Ringkasan Pemrosesan Imej .....	23
3.3 Kesimpulan .....	24
<b>Bab 4 – KEPUTUSAN</b>	
4.1 Pengenalan .....	25
4.2 Analisa imej yang diproses .....	25
4.2.1 Histogram .....	25
4.2.2 Ambang .....	41
4.2.3 Penapisan Imej Menggunakan Penapis Median .....	44
4.2.4 Pengiraan .....	46
4.3 Keputusan .....	47
4.4 Kesimpulan .....	47
<b>Bab 5 – Masalah, Cadangan Pembaikan, dan Penutup</b>	
5.1 Masalah .....	48
5.2 Cadangan Pembaikan .....	49
5.3 Penutup .....	49
<b>RUJUKAN</b> .....	50
<b>LAMPIRAN A1</b> .....	51
<b>LAMPIRAN A2</b> .....	52

## SENARAI RAJAH

- Rajah 3.1 : Muka Utama Perisian C++ Builder Version 5
- Rajah 3.2 : Susunan Piksel
- Rajah 3.3 : Piksel imej yang disusun secara matriks
- Rajah 3.4 : Piksel Jiran Bagi Titik T
- Rajah 3.5 : Gambarajah skematik Model Warna RGB Berdasarkan Sistem Koordinat Cartesian
- Rajah 3.6 : Histogram Komponen Warna Merah
- Rajah 3.7: Taburan Bakteria, Sel dan Latar Belakang Pada Histogram
- Rajah 3.8 : Carta Alir Pemprosesan Imej yang Dilakukan
- Rajah 4.1 : Imej Sputum Pertama
- Rajah 4.2 : Histogram Bagi Komponen Merah
- Rajah 4.3 : Histogram Bagi Komponen Hijau
- Rajah 4.4 : Histogram Bagi Komponen Biru
- Rajah 4.5 : Rajah Histogram Komponen Merah Apabila Didekatkan
- Rajah 4.6 : Rajah Histogram Komponen Hijau Apabila Didekatkan
- Rajah 4.7 : Rajah Histogram Komponen Biru Apabila Didekatkan
- Rajah 4.8 : Imej Sputum Kedua
- Rajah 4.9: Histogram Bagi Komponen Merah
- Rajah 4.10: Histogram Bagi Komponen Hijau
- Rajah 4.11: Histogram Bagi Komponen Biru
- Rajah 4.12 : Rajah Histogram Komponen Merah Apabila Didekatkan
- Rajah 4.13 : Rajah Histogram Komponen Hijau Apabila Didekatkan
- Rajah 4.14 : Rajah Histogram Komponen Biru Apabila Didekatkan
- Rajah 4.15 : Imej Sputum Ketiga
- Rajah 4.16: Histogram Bagi Komponen Merah
- Rajah 4.17: Histogram Bagi Komponen Hijau
- Rajah 4.18: Histogram Bagi Komponen Biru
- Rajah 4.19 : Rajah Histogram Komponen Merah Apabila Didekatkan
- Rajah 4.20 : Rajah Histogram Komponen Hijau Apabila Didekatkan
- Rajah 4.21 : Rajah Histogram Komponen Biru Apabila Didekatkan

Rajah 4.22 : Imej Sputum Pertama  
Rajah 4.23 : Imej Ambang Pertama  
Rajah 4.24 : Imej Sputum Kedua  
Rajah 4.25 : Imej Ambang Kedua  
Rajah 4.26 : Imej Sputum ketiga  
Rajah 4.27 : Imej Ambang Ketiga  
Rajah 4.28 : Imej Ambang Pertama Yang Ditapiskan  
Rajah 4.29 : Imej Ambang Kedua Yang Ditapiskan  
Rajah 4.30 : Imej Ambang Ketiga Yang Ditapiskan  
Rajah 4.31 : Bakteria Dikira Dalam Imej ini  
Rajah 4.32 : Jumlah bakteria dijumpai adalah 10  
Rajah 4.33 : Bakteria Dikira Dalam Imej ini  
Rajah 4.34 : Jumlah bakteria dijumpai adalah 11  
Rajah 4.35 : Bakteria Dikira Dalam Imej ini  
Rajah 4.36 : Jumlah bakteria dijumpai adalah 7  
Rajah A1.1 : Tetingkap Utama  
Rajah A1.2 : Butang Fungsi Perisian  
Rajah A2.1 : Maklumat yang Terdapat Pada Tetingkap Anak  
Rajah A2.2 : Tetingkap Histogram Berwarna



# BAB 1

## PENGENALAN

### 1.1 Pengenalan Kepada Projek

Pada masa kini, penyakit TB merupakan salah satu penyakit yang mengakibatkan jumlah kematian yang agak tinggi dan disebabkan oleh sejenis bakteria yang dikenali dengan (*Mycobacterium Tuberculosis*). Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) menyatakan sejumlah 1.772 bilion manusia adalah pembawa bakteria ini dan daripada jumlah tersebut, sebanyak 10 juta adalah pembawa aktif. Secara puratanya, sebanyak 3 juta kes kematian berlaku setiap tahun. Daripada statistik tersebut, dapat diketahui bahawa penyakit ini merupakan ancaman yang besar jika tidak dicegah dan dirawat dengan sistematik.

Kaedah tradisional yang digunakan bagi mengetahui seseorang itu dijangkiti penyakit ini ialah dengan mengambil sampel spesimen sputum dan mengira jumlah kehadiran bakteria TB di dalamnya di bawah mikroskop. Melalui teknik ini, ia akan memberi masalah kelesuan mata kepada ahli perubatan dan ini menyebabkan ralat bacaan berlaku. Disebabkan kelesuan ini, maka ahli perubatan hanya dapat memeriksa jumlah spesimen yang sedikit dalam masa sehari.

Projek ini berorientasikan sepenuhnya kepada pemprosesan imej berwarna sputum menggunakan perisian (*C++ Builder Version 5*). Daripada imej sputum yang berwarna, pemprosesan imej perlu dilakukan bagi mengira jumlah bakteria TB di dalamnya. Pemprosesan imej dilakukan menggunakan model berwarna merah, hijau dan biru (RGB) dan bukan di dalam paras kelabu. Antara proses yang akan digunakan dalam pemprosesan imej ini ialah, histogram berwarna yang bertujuan untuk mengetahui taburan komponen warna merah, hijau dan biru daripada imej. Kemudian imej sputum berwarna akan diproses menjadi imej ambang. Di dalam imej ambang, bakteria berwarna putih manakala latar belakangnya berwarna hitam. Seterusnya, proses penapisan imej ambang dilakukan bagi membuang hingar yang wujud. Akhirnya, pengiraan kelompok bakteria dilakukan.

## **1.2 Objektif Projek**

Perisian ini dibangunkan supaya dapat memenuhi objektif berikut:

1. Satu perisian yang dapat mengira bakteria TB daripada imej sputum yang berwarna.
2. Imej sputum yang berwarna dapat diproses mengikut komponen warna masing-masing tanpa perlu menukarkan kepada paras kelabu.
3. Nilai ambang bagi bakteria dapat dicari dan seterusnya imej ambang berjaya dihasilkan.
4. Proses peningkatan imej dapat dilakukan iaitu penapisan imej supaya hingar dapat dibuang daripada imej ambang.
5. Pengiraan bakteria dapat dilakukan dengan tepat.

## **1.3 Kesimpulan**

Bab 2 mengandungi kajian ilimiah mengenai penyakit TB. Antaranya adalah pengenalan kepada penyakit ini, cara penyakit ini tersebar, diagnosis yang dilakukan, rawatan serta pencegahan yang boleh dilakukan bagi membendung penyakit ini daripada semakin menular. Bab 3 pula mengandungi penjelasan secara terperinci tentang pembangunan perisian dan konsep-konsep yang digunakan dalam pemprosesan imej digital. Kandungan dalam bab 4 pula, mengandungi keputusan daripada pengujian perisian. Dalam bab terakhir pula, mengandungi cadangan kepada perisian ini, pembaikan kepada kelemahan dan kekurangan yang ada serta kesimpulannya.

## BAB 2

### KAJIAN ILMIAH

#### 2.1 Pengenalan Kepada Penyakit

Penyakit (*Tuberculosis*) atau dikenali juga dengan nama batuk kering merupakan salah satu penyakit pembunuh utama manusia pada masa sekarang. Penyakit ini adalah penyakit jangkitan bakteria yang kronik. Penyakit ini banyak berlaku di negara yang membangun. Ia disebabkan oleh bakteria (*Mycobacterium Tuberculosis*) yang akan menyerang paru-paru dan akan menyebabkan luka pada mana-mana tisu atau organ pada badan. Bakteria ini selalunya merebak melalui udara yang membawa bakteria ini dan kemudian disedut oleh orang lain. Bakteria ini juga mampu hidup dalam air liur selama beberapa bulan dan dalam keadaan kering selama beberapa minggu. Walaupun penyakit ini mampu dicegah dan dirawat, namun ia tetap menjadi salah satu pembunuh manusia terbesar yang disebabkan oleh sejenis bakteria sahaja selain daripada virus HIV. Kira-kira sebanyak 2 juta kes kematian berlaku pada tahun 1990.

#### Faktor Peningkatan Kes penyakit TB

Antara faktor peningkatan kes penyakit TB pada masa ini kerana:

- Program pengawalan penyakit yang tidak mencukupi.
- Epidemik daripada HIV/AIDS. Mereka yang positif HIV akan lebih mudah terkena jangkitan bakteria penyakit TB.
- Peningkatan kadar kemiskinan, penggunaan dadah dan ketiadaan tempat tinggal. Jangkitan TB lebih mudah menular di kawasan tempat tinggal yang penuh sesak dengan manusia di mana mereka hidup dalam serba kekurangan.
- Kegagalan pesakit yang dijangkiti penyakit TB untuk mengambil ubat seperti yang diarahkan mengikut jadual.
- Peningkatan jumlah migran yang datang dari negara yang mana program pencegahan penyakit kurang berkesan.

## **2.2 Cara Jangkitan**

TB adalah penyakit yang disebarkan melalui udara. Penyakit ini tersebar apabila pesakit TB tersebut bersin, batuk, bercakap, menyanyi ataupun ketawa. Hanya seseorang yang mendapat TB aktif akan mengakibatkan penyakit ini semakin menular. Kebiasaannya, ia mengambil masa yang agak lama bagi seseorang untuk dijangkiti penyakit ini daripada pengidap TB aktif. Secara puratanya, jika seseorang itu bekerja bersama atau tinggal serumah dengan pesakit TB, mereka mempunyai peratusan sebanyak 50% mendapat TB sekiranya mereka menghabiskan masa selama 8 jam sehari untuk 6 bulan atau selama 24 jam sehari untuk 2 bulan. Walaubagaimanapun, pesakit TB yang telah diberi rawatan selama 2 minggu tidak akan menyebarkan bakteria tersebut dan juga penyakit tersebut tidak akan menular dalam dirinya.

Jangkitan pertama bakteria ini dikenali sebagai TB primer. Dalam masa beberapa jam setelah bakteria tersebut sampai ke paru-paru, bakteria ini akan sampai pada nodus limfa sebelum merebak ke saluran darah. Kemudian, tindak balas awal ini akan mengakibatkan penyusupan granulosit. Ia akan diganti dengan makrofaj yang menelan bakteria TB.

Penyakit TB primer adalah penyakit tanpa simptom kerana kadang kala penyakit ini hanya menunjukkan petanda batuk sahaja.

## **2.3 Diagnosis**

Doktor boleh mengesan penyakit TB pada seseorang melalui ujian kulit. Doktor akan menyuntik bahan kimia ke dalam kulit. Sekiranya warna merah timbul disekeliling tempat yang disuntik, maka individu tersebut dijangkiti penyakit TB. Ini tidak bermakna seseorang itu adalah pembawa penyakit TB aktif. Sekiranya individu tersebut ragu-ragu dengan keputusan yang diperolehi, maka kaedah lain boleh digunakan untuk mengesan kehadiran bakteria TB.

Diagnosis dijalankan berdasarkan penyiasatan berikut:

- Pengimejan : X-ray bahagian dada dan CT Scan jika perlu.
- Pewarnaan : Air liur diwarnakan menggunakan pewarna Ziehl-Nielsen (ZN).
- Biopsi : Menjalankan biopsi terhadap nodus limfa dan luka di dalam paru-paru jika perlu.

Pertumbuhan bakteria ini yang perlahan menyebabkan diagnosis yang berkesan terhalang. Selalunya ia mengambil masa selama 4 minggu untuk dibuktikan. Kemudian 2 hingga 3 minggu pula diperlukan bagi mengetahui antibiotik yang sesuai untuk digunakan.

## **2.4 Rawatan**

Sesetengah pesakit yang dijangkiti penyakit TB akan di tempatkan di hospital bagi jangka masa yang pendek. Mereka terdiri daripada pesakit yang positif mengidap penyakit ini dan juga mereka yang telah melakukan ujian diagnosis, dan keputusannya tidak pasti. Selain itu, mereka juga individu yang memerlukan rawatan lebih lanjut di hospital. Faktor utama bagi memastikan rawatan penyakit TB adalah rawatan ubat selama 6 bulan di mana sebahagian besar pesakit tidak dapat mengikutinya.

Sesetengah orang juga akan mendapat kesan sampingan akibat pengambilan ubatan. Ini termasuklah:

- Pening
- Loya
- Demam
- Penyakit Kuning

Individu yang mendapat kesan sampingan ini tidak perlu berhenti mengambil ubat, tetapi perlu memberitahu kepada doktor secepat mungkin. Rawatan alternatif akan diberikan.

## **2.5 Pencegahan**

### **Vaksin BCG**

Suntikan vaksin BCG (*Bacille Calmette-Guerin*) mampu mencegah penyakit TB daripada merebak. Suntikan ini diberikan pada bayi kerana pada usia mereka, bakteria TB boleh membiak dengan cepat dan pantas. Penyakit TB mudah merebak kepada seseorang yang lain dan sangat berguna bagi mengesan penyakit ini daripada terus merebak hanya dengan mengesan seseorang yang berkemungkinan dijangkiti. Caranya adalah dengan mengesan teman rapat atau ahli keluarga yang berkongsi dapur dan bilik air dengan pesakit. Lazimnya, seseorang yang rapat di tempat kerja atau sekolah juga turut diperiksa. Selain itu juga, taraf kehidupan dan pemakanan perlu ditingkatkan bagi mengelakkan jangkitan bakteria ini.

## **2.6 Kesimpulan**

Secara kesimpulannya, penyakit TB merupakan penyakit yang boleh dicegah dan dirawat walaupun ia merupakan ancaman yang besar kepada kehidupan manusia. Langkah-langkah pencegahan perlulah sistematik dan berkesan bagi tempoh yang lama.

## BAB 3

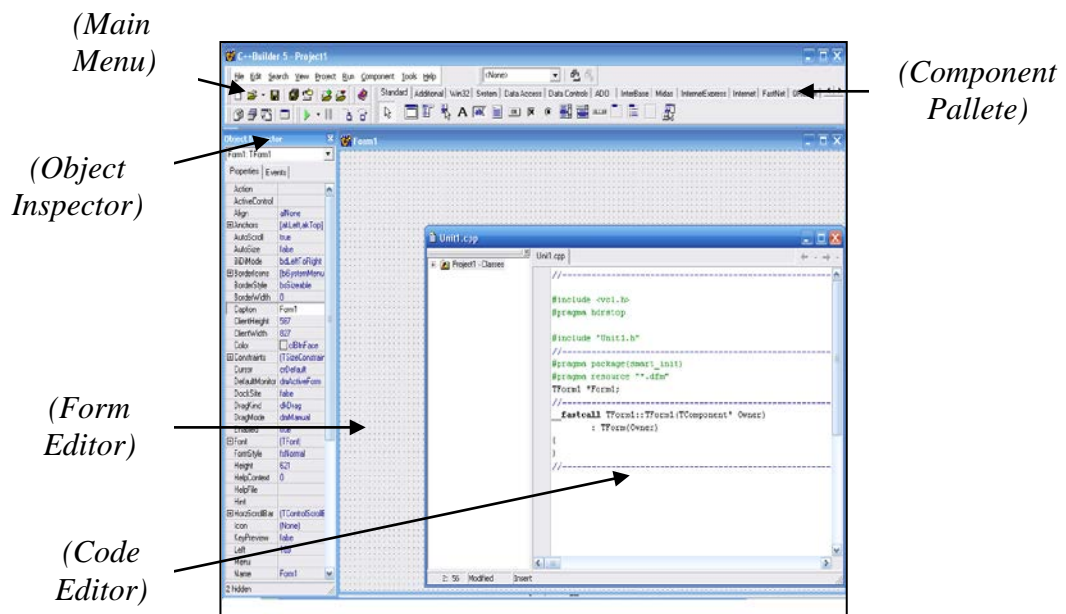
### PEMBANGUNAN PERISIAN

#### 3.1 Pengenalan

Perisian yang dibangunkan adalah berorientasikan imej. Maka, kaedah dan teknik yang digunakan adalah mengikut pemprosesan imej berwarna.

##### 3.1.1 Pengenalan Kepada (C++ Builder version 5)

Perisian (C++ Builder Version 5) adalah pakej pembangunan aplikasi yang cepat (RAD) diperkenalkan oleh Inprise Corporation untuk jurutera perisian bagi menghasilkan perisian yang mesra pengguna. Melalui perisian (C++ Builder), (*program C++ Windows*) dapat ditulis dengan lebih cepat dan senang. Rajah 3.1 menunjukkan komponen-komponen yang terdapat pada muka utama perisian (C++ Builder Version 5).



Rajah 3.1 : Muka Utama Perisian (C++ Builder Version 5)

Terdapat beberapa antarmuka asas dalam (*Borland C++ Builder*). Antaranya adalah:

- (*Main Menu*)
- (*Component Palette*)
- (*Object Inspector*)
- (*Project Manager*)
- (*Code Editor*)
- (*Toolbar*)
- (*Form Editor*)

(*Object Inspector*) berfungsi sebagai tempat untuk mengubahsui sifat-sifat dan acara bagi komponen. (*Object Inspector*) akan kerap digunakan sepanjang penggunaan (*C++ Builder*) ini. Object inspector mempunyai 2 tettingkap iaitu (*properties*) dan (*events*).

Di bahagian (*properties*), ia digunakan untuk mengawal bagaimana komponen beroperasi. (*Events*) pula beroperasi hanya apabila pengguna berinteraksi dengan komponen. Sebagai contoh, sekiranya pengguna klik, maka (*events*) akan menghantar kepada (*Windows*) bahawa komponen telah diklik.

(*Form Editor*) pula berfungsi sebagai tempat menghasilkan (*Form*) yang baru. Dalam (*C++ Builder*), (*form*) mewakili tettingkap utama dalam program. Di belakang (*Form Editor*) terdapat (*Code Editor*). (*Code Editor*) adalah tempat di mana kod ditulis untuk program.

### **3.1.2 Pengenalan Kepada Imej Digital**

Pemprosesan imej digital adalah disiplin ilmu yang berkaitan dengan imej dan data secara digital. Ia juga boleh didefinisikan sebagai teknik memproses imej digital dalam bentuk-2D bagi mendapatkan maklumat daripada imej yang dimanipulasi. Menurut Lindley (1991), pemprosesan imej boleh dilakukan sekiranya keadaan berikut dipenuhi:

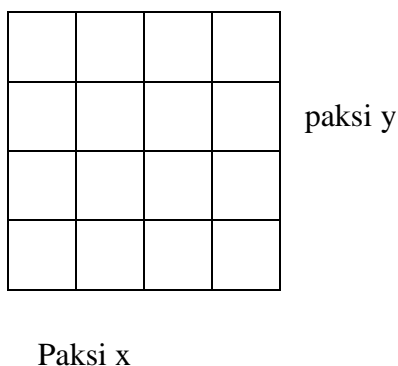


- i. Imej tersebut perlu ditingkatkan dan diubah suai bagi meningkatkan kualitinya atau dapat menerbitkan aspek tertentu daripada maklumat yang terdapat pada imej tersebut.
- ii. Imej tersebut mempunyai elemen yang boleh diklasifikasikan, dikategorikan, dipadankan, atau dikira.
- iii. Terdapat bahagian dalam imej tersebut atau elemen dalamnya yang perlu disusun semula.

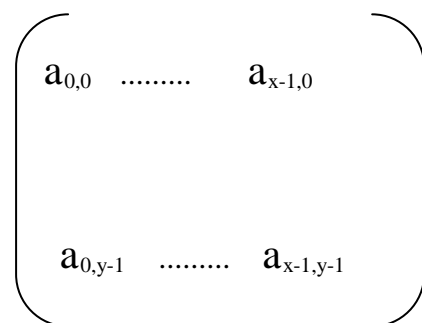
Dalam bab ini, diceritakan teknik-teknik yang digunakan bagi memproses imej berwarna sputum. Antara teknik yang digunakan adalah histogram berwarna, menghasilkan imej ambang, penapisan imej ambang dan akhir sekali pengiraan.

### 3.1.2.1 Definisi Imej Digital

Menurut Rafael C. Gonzales (2002) di dalam buku (*Digital Image Processing second edition*), imej boleh didefinisikan sebagai fungsi 2-D,  $f(x,y)$  di mana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat dan amplitud adalah tahap paras kelabu (*gray level*) imej tersebut. Sekiranya amplitud  $x$  dan  $y$  adalah infiniti dan nilai diskret, maka ia dinamakan imej digital. Imej digital terdiri daripada elemen-elemen asas yang dikenali dengan piksel. Ia disusun secara matriks. Setiap piksel mempunyai ciri-ciri tertentu mengikut kedudukan dalam imej. Satu titik piksel mempunyai jiran disekelilingnya.



Rajah 3.2 :Susunan piksel



Rajah 3.3 : Piksel imej yang disusun secara matriks

Suatu piksel pada titik T (x,y) mempunyai jiran yang bersebelahan dengan 2 titik di baris yang sama (x+1,y) dan (x-1,y) dan 2 titik lagi di lajur yang sama (x,y-1) dan (x,y+1). Untuk gambaran yang lebih jelas, ditunjukkan susunan piksel bersama dengan kelapan-lapan jiran bersebelahannya.

(x-1,y-1)	(x,y-1)	(x+1,y-1)
(x-1,y)	T(x,y)	(x+1,y)
(x-1,y+1)	(x,y+1)	(x+1,y+1)

Rajah 3.4 : Piksel Jiran Bagi Titik T

Imej mewakili penyimpanan dan persembahan maklumat secara gambarajah. Imej amat penting kerana salah satu medium yang sesuai untuk mengetahui sesuatu maklumat. Manusia lebih mudah memahami sesuatu yang digambarkan secara imej berbanding cara lain. Pemprosesan imej pula adalah teknik memanipulasi dan mengubah imej. Analisa imej yang kebiasaannya dijalankan adalah pepadanan templat. Prosesnya adalah dengan membandingkan perwakilan suatu pola atau objek yang ideal dengan segmen di dalam imej tersebut.

Selain itu, proses yang dijalankan juga adalah seperti pengecaman pola atau corak. Prosesnya adalah dengan menggunakan sifat pengestrakan imej dan dijelaskan mengikut sifat perwakilan masing-masing. Kemudian, proses yang dijalankan adalah proses sintetik. Prosesnya adalah menggunakan pendekatan bahasa untuk analisa imej. Imej tersebut dimodelkan berdasarkan elemen asas dan hubungan sesamanya. Imej diklasifikasikan mengikut persamaan imej tersebut dari segi sifat-sifatnya.

### **3.1.2.2 Jenis Pemprosesan Imej**

Lindley (1991) mencadangkan terdapat 4 jenis pemprosesan imej. Antaranya adalah pemprosesan titik, pemprosesan ruang, pemprosesan geometri dan yang terakhir adalah pemprosesan rangka.

#### **Pemprosesan Titik**

Pemprosesan titik adalah asas kepada pemprosesan imej digital. Nilai piksel imej boleh diubah secara terus. Nilai piksel boleh digantikan dengan nilai yang baru berdasarkan nilai asal piksel tersebut. Pemprosesan ruang dilakukan selepas pemprosesan titik dilakukan. Salah satu aplikasi yang digunakan dalam projek ini adalah histogram berwarna yang dibina berdasarkan pemprosesan titik.

#### **Pemprosesan Ruang**

Pemprosesan ruang menggunakan sekelompok piksel di dalam imej bagi mendapatkan maklumat mengenai imej tersebut. Piksel jiran yang bersebelahan dan disekeliling dengan piksel yang dikehendaki diambil kira.

Bagi pemprosesan jenis yang lain, ia tidak digunakan bagi tujuan projek ini.

### **3.1.2.3 Kaedah Segmentasi Imej**

#### **Antara Kaedah Segmentasi Imej**

##### **i. Pengesanan Pinggir**

Kaedah pengesanan jenis ini sesuai digunakan dalam pemprosesan imej yang paras kelabu. Ia akan melibatkan proses garisan-garisan dan pinggir-pinggir sesuatu imej.

- a) Kaedah pengesanan titik-titik. Bagi kaedah ini, topeng digunakan. Perbezaan antara nilai pusat topeng tersebut dengan nilai-nilai pada jirannya dikira. Ini bermaksud kawasan yang diselaputi oleh topeng tersebut terpisah daripada kawasan sebelahnya.
- b) Kaedah pengesanan garisan. Bagi kaedah ini pula, imej diselaputi oleh topeng-topeng dengan membentuk garisan. Bagi kaedah pengesanan pinggir, ia melibatkan perbezaan antara sempadan dengan pinggir. Nilai tersebut dikira bagi menentukan imej tersebut. Kaedah pengesanan jenis ini tidak sesuai digunakan dalam projek ini kerana ia melibatkan imej yang berwarna untuk diproses sebagai input.

## **ii. Perhubungan Pinggir dan Pengesanan Pinggir**

Bagi kaedah ini, ia akan menghasilkan piksel hanya pada pinggir sahaja. Dalam kes yang sebenar, kebanyakan set piksel yang jelas terhasil disebabkan oleh hinggar ataupun kesan lain. Maka, algoritma pengesanan pinggir selalunya diikuti dengan langkah-langkah menghubungkannya bagi membentuk piksel pinggir yang lebih jelas. Antara proses yang boleh digunakan ialah:

- a) Pemprosesan setempat. Kaedah ini akan menganalisa ciri-ciri piksel pada kawasan bersebelahan yang kecil dan dilabelkan. Semua titik yang mempunyai nilai yang hampir sama akan dihubungkan membentuk piksel imej yang mempunyai sifat yang hampir sama.
- b) Selain itu kaedah yang boleh digunakan ialah pemprosesan setempat menerusi transformasi Hough. Menerusi kaedah ini, titik-titik yang dihubungkan telah ditentukan terlebih dahulu kedudukannya sama ada berada pada bentuk tertentu ataupun lengkung.
- c) Selain itu, kaedah yang boleh digunakan ialah pemprosesan setempat menerusi teknik Graf-Teori. Melalui kaedah ini, kita mengesan pinggir dan menghubungkannya berdasarkan bentuk graf segmen-segmen pinggir. Pendekatan ini memakan masa yang lebih lama dan agak kompleks untuk diselesaikan. Namun begitu, kaedah ini sesuai untuk mengesan hinggar dalam imej.

### **iii. Ambang**

Kaedah mencari nilai ambang daripada suatu imej adalah kaedah yang paling mudah bagi mengaplikasikan proses segmentasi imej. Apabila menggunakan kaedah ini, penggunaan histogram merupakan ciri dan kaitan yang paling utama. Bagi mendapatkan imej yang jelas, histogram yang didapati mestilah baik. Maksud histogram yang baik ini, ia mestilah tinggi, sempit, simetri dan juga jarak anatra satu sama lain adalah lebar. Kaedah ambang ini sesuai bagi memproses imej paras kelabu. Bagi menganalisa imej yang berwarna, histogram yang dihasilkan adalah dalam bentuk-3D. Konsepnya adalah dengan mencari titik kelompok (cluster) pada histogram tersebut. Sebagai contoh, K adalah kelompok pada histogram-3D tersebut. Imej tersebut boleh disegmentasikan dengan menentukan satu nilai rawak kepada piksel, dan disetkan dengan warna putih atau hitam. Maka, piksel yang selain dari nilai piksel tersebut boleh disetkan kepada warna yang bertentangan. Maka, akan wujud perbezaan imej antara warna hitam dan putih. Kemudian imej tersebut akan lebih mudah disegmentasikan. Disebabkan oleh komponen RGB adalah berdekatan antara satu kelompok dengan kelompok yang lain, kita tentukan satu lagi nilai yang rawak kepada kelompok yang lain. Konsep ini boleh dipanjangkan kepada lebih banyak kelompok-kelompok yang lain.

### **iv. Segmentasi Berdasarkan-Rantau**

Segmentasi jenis ini pula secara terus menganalisa rantau yang dikehendaki. Terdapat beberapa keadaan yang perlu dipenuhi iaitu

- i) Semua piksel perlulah berada dalam rantau.
- ii) Setiap titik dalam piksel mestilah bersambung.
- iii) Antara rantau-rantau tidak bersambung.

Terdapat beberapa kaedah di dalam segmentasi jenis ini iaitu :

**a) Pembesaran Rantau**

Prosedur bagi kaedah ini ialah dengan mengumpulkan sekumpulan kecil piksel ataupun subrantau kepada rantau yang lebih besar berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Ia dimulai dengan satu titik dan daripada titik itu, ia membesar kepada rantau yang lebih besar dengan melibatkan kawasan sebelahnya yang mempunyai kriteria-kriteria yang sama seperti julat nilai tertentu dalam paras-kelabu ataupun warna. Terdapat masalah dalam kaedah pembesaran rantau ini iaitu semasa hendak memberhentikan pembesaran rantau. Biasanya pembesaran patut berhenti sekiranya tiada lagi piksel yang memenuhi kriteria-kriteria rantau tersebut. Kriteria tersebut seperti mengambil kira paras kelabu, tekstur dan warna.

**b) Pembahagian dan Penggabungan Rantau.**

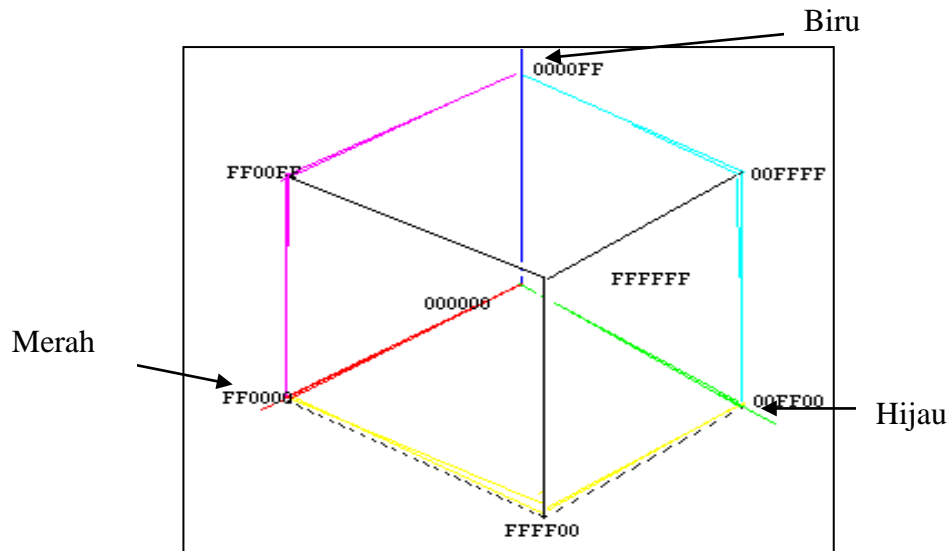
Kaedah ini pula melibatkan pembahagian imej secara rawak pada awalnya dan kemudian pencantuman rantau atau pembahagian rantau mengikut kriteria yang dikehendaki. Kelebihan kaedah ini ialah boleh membahagikan rantau kepada beberapa bahagian dengan skala yang sama sehingga imej akhir diperoleh.

**v. Segmentasi Titik Perubahan Morfologi.**

Pendekatan yang digunakan adalah dengan menggabungkan beberapa teknik segmentasi yang telah dijelaskan sebelum ini. Prinsip bagi kaedah ini ialah bagi mencari garisan titik perubahan. Kaedahnya adalah seperti mengisi air ke dalam bekas. Apabila air tersebut hampir penuh, dinding-dinding seperti empangan dibina bagi mengelakkan air dari luar dan dalam bercantum. Apabila air hampir melimpah, dinding-dinding tersebut boleh dilihat jika dilihat dari atas. Sempadan dinding itulah sebagai jalur perubahan. Ia dapat digunakan bagi membezakan imej dengan latar belakangnya.

### 3.1.2.4 Pemrosesan Imej Berwarna

Bagi imej berwarna, ia terdiri daripada 3 komponen warna asas iaitu merah, hijau dan biru (RGB). Komponen warna mempunyai magnitud dan arah dan boleh digambarkan sebagai unit vektor. Model warna RGB boleh digambarkan seperti sistem koordinat Cartesian seperti rajah 3.5.



Rajah 3.5 : Gambarajah skematik Model Warna RGB Berdasarkan Sistem Koordinat Cartesian

Berdasarkan gambarajah skematik kiub di atas, dapat dilihat komponen RGB terletak di 3 penjuru sudut. Manakala nilai bagi paras kelabu adalah terletak di sepanjang laluan dari titik hitam (000000) sehingga titik putih (FFFFFF). Bagi warna yang berbeza, komponen vektornya adalah berbeza bermula dari titik asalan ke mana-mana titik dalam kiub tersebut. Bagi suatu imej, ia terdiri daripada kombinasi ketiga-tiga komponen tersebut dan dikenali dengan kedalaman piksel sekiranya digambarkan dalam sistem koordinat seperti di atas. Bagi mencari piksel perbezaan dalam imej berwarna tersebut, proses yang perlu dilakukan adalah untuk setiap komponen secara berasingan. Sebagai contoh, histogram hendaklah terdiri daripada 3 komponen frekuensi. Histogram satu dimensi tidak memberikan gambaran yang sebenar perwakilan warna RGB yang sebenar. Selain itu, histogram berwarna ini juga senang untuk difahami dengan gambaran 3D. Kiraan bagi setiap kombinasi warna (R,G,0), (R,0,B) dan (0,G,B) bagi membentuk unjuran histogram yang 3D.

### **3.1.2.5 Segmentasi Imej Berwarna**

Segmentasi digunakan untuk mengklasifikasikan setiap piksel dalam imej RGB yang diberi sama ada warnanya berada dalam julat tertentu atau tidak. Jika dibandingkan dengan model warna yang lain, segmentasi menggunakan model warna RGB memberikan hasil yang lebih baik berbanding menggunakan model warna yang lain. Objektifnya adalah untuk segmenkan objek berdasarkan julat warna tertentu dalam imej RGB. Jika diberi contoh satu set titik-titik warna, kita mesti menganggarkan julat nilai purata warna yang hendak disegmenkan. Kelebihan segmentasi imej di dalam ruang vektor ialah ia memberikan keputusan yang lebih tepat.

## **3.2 Konsep Pemprosesan Imej**

### **3.2.1 Histogram**

#### **Histogram Imej**

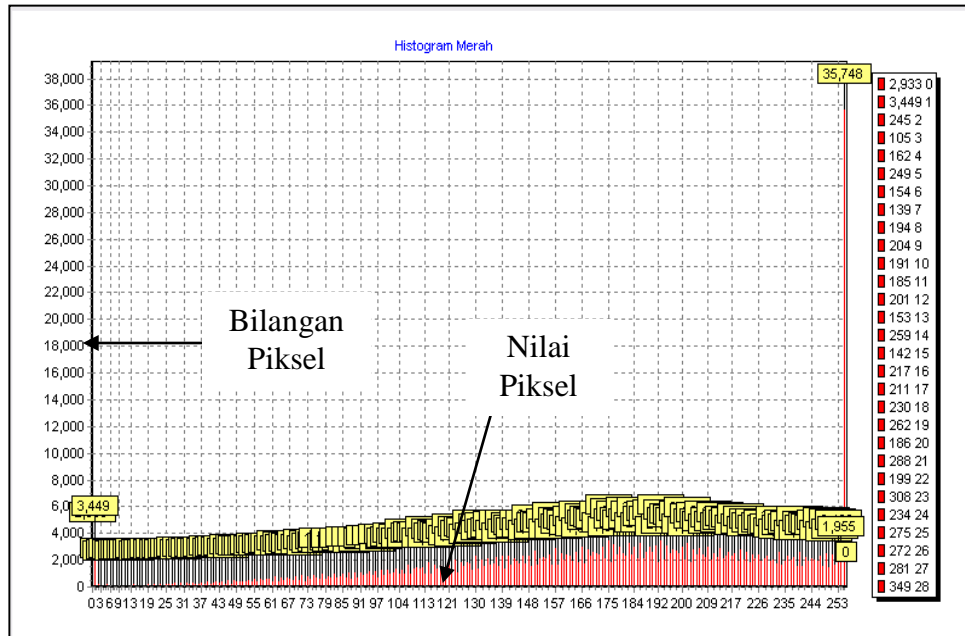
Histogram bagi suatu imej adalah sangat penting dan berguna dalam melakukan pemprosesan imej digital kerana dapat mengetahui profil keamatan imej tersebut. Selain itu juga, nilai perbezaan dan taburan keamatan keseluruhan imej tersebut boleh diketahui.

Histogram bagi imej digambarkan seperti graf bar yang mewakili keamatan piksel imej di mana paksi x adalah nilai keamatan piksel dan paksi y mewakili bilangan piksel imej. Imej gelap (nilai pikselnya adalah sifar) terletak di sebelah kiri manakala taburan keamatan bagi kawasan terang (nilai pikselnya 255) terletak di sebelah kanan. Bagi imej yang ideal, akan wujud taburan seragam bagi piksel dalam histogram.

Bagi memproses imej berwarna, histogram bagi setiap komponen warna diperlukan. Setiap komponen warna merah, hijau dan biru perlu diketahui nilai piksel masing-masing bagi meneruskan proses yang seterusnya. Nilai piksel antara komponen warna bergantung kepada imej yang diproses kerana imej tersebut adalah gabungan ketiga-tiga komponen warna tersebut.



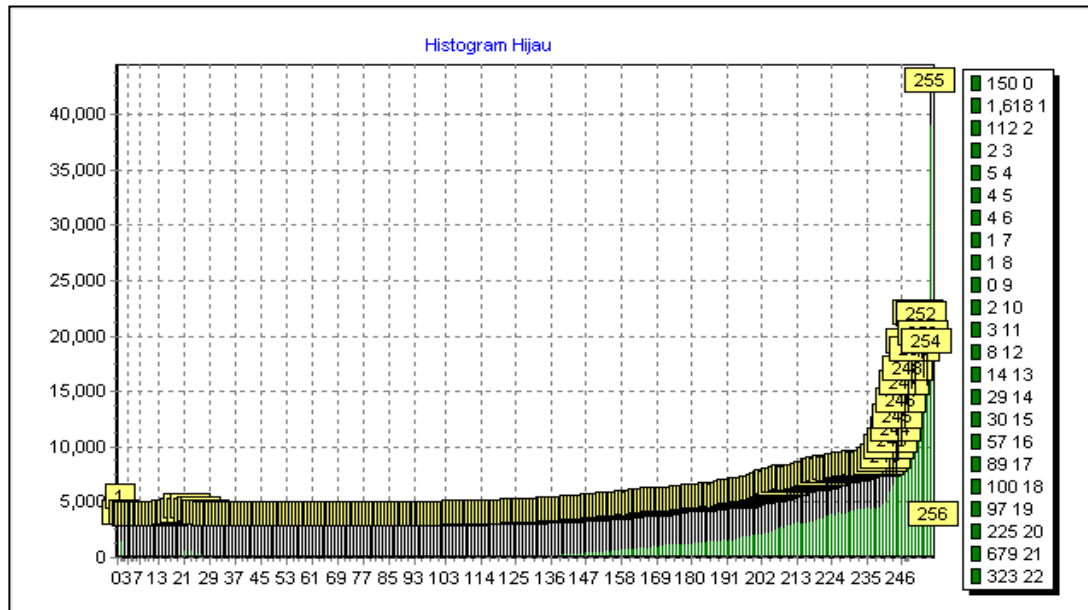
Di dalam projek ini, histogram bagi setiap komponen warna amat diperlukan bagi memproses imej sputum. Sebagai contoh, histogram komponen warna merah dalam rajah 3.6



Rajah 3.6 : Histogram Komponen Warna Merah

Peratus bagi setiap komponen warna dalam satu imej dicari melalui histogram setiap komponen warna iaitu komponen merah, komponen hijau dan komponen biru. Peratusan setiap komponen ini dicari berdasarkan nilai ambang bagi setiap komponen warna. Nilai ambang adalah nilai pikel yang diambil pada nilai minimum sebelum nilai maksimum pada taburan bahagian permulaan histogram. Menurut imej perubatan, pikel bakteria dalam histogram terletak pada taburan permulaan histogram, manakala pikel sel pula terletak di taburan tengah histogram. Latar belakang pula terletak di taburan belakang histogram. Maka, kawasan permulaan histogram menjadi fokus dalam projek ini.

Ciri-ciri imej perubahan digambarkan pada Rajah 3.7:



Taburan Pikel Bakteria	Taburan Pikel Sel	Taburan Pikel Latar Belakang
---------------------------	----------------------	---------------------------------

Rajah 3.7: Taburan Bakteria, Sel dan Latar Belakang Pada Histogram.

Kemudian, daripada nilai ambang tersebut dapat dikira peratusan setiap komponen warna dalam imej. Nilai peratusan setiap komponen warna diperolehi melalui rumus berikut:

**Peratus Komponen Merah =**

$$\frac{\text{Bilangan Pikel Merah Pada Nilai Ambang}}{\text{Jumlah Bilangan Pikel Ambang Ketiga-tiga Komponen Warna}} \times 100\% \dots\dots[1]$$

**Peratus Komponen Hijau =**

$$\frac{\text{Bilangan Pikel Hijau Pada Nilai Ambang}}{\text{Jumlah Bilangan Pikel Ambang Ketiga-tiga Komponen Warna}} \times 100\% \dots\dots[2]$$

**Peratus komponen Biru =**

$$\frac{\text{Bilangan Piksel Biru Pada Nilai Ambang}}{\text{Jumlah Bilangan Piksel Ambang Ketiga-tiga Komponen Warna}} \times 100\% \dots\dots[3]$$

### 3.2.2 Nilai Ambang

Proses segmentasi imej dilakukan berdasarkan nilai ambang. Nilai ambang ini diperoleh melalui algoritma seperti berikut :

**Bakteria** : Kedudukan nilai komponen-komponen warna.

- Nilai Komponen Hijau > Nilai Komponen Merah > Nilai Komponen Biru

Kesimpulan : Daripada kedudukan nilai komponen warna, didapati nilai komponen hijau lebih tinggi berbanding nilai komponen warna yang lain iaitu merah dan biru. Sekiranya imej berwarna sputum memenuhi syarat ini, maka piksel tersebut menjadi nilai 255 iaitu putih.

**Sel** : Kedudukan nilai komponen-komponen warna

- Nilai Komponen Hijau > Nilai Komponen Biru > Nilai Komponen Merah

Kesimpulan : Daripada kedudukan nilai komponen warna , didapati nilai komponen hijau lebih tinggi berbanding nilai piksel yang lain diikuti dengan piksel biru dan merah. Sekiranya imej berwarna sputum memenuhi syarat ini, maka piksel tersebut menjadi nilai piksel 0 iaitu hitam.

**Latar Belakang :** Kedudukan nilai komponen-komponen warna

- Nilai Komponen Merah > Nilai Komponen Hijau > Nilai Komponen Biru

Kesimpulan : Daripada kedudukan nilai komponen warna, didapati nilai komponen merah lebih tinggi berbanding nilai komponen hijau dan diikuti dengan nilai komponen biru. Sekiranya imej berwarna sputum memenuhi syarat ini, maka piksel tersebut menjadi nilai piksel 0 iaitu hitam.

- Nilai Komponen Merah= Nilai Komponen Hijau = Nilai Komponen Biru =255

Kesimpulan : Daripada nilai komponen ini, didapati nilai bagi ketiga-tiga komponen warna adalah tinggi iaitu 255. Sekiranya imej berwarna sputum memenuhi syarat ini, maka piksel tersebut menjadi nilai piksel 0 iaitu hitam.

Algoritma ini boleh dibuktikan melalui pergerakan tetikus. Jika tetikus diletakkan pada mana-mana titik pada imej berwarna, nilai komponen merah, hijau dan biru akan dicatatkan pada bahagian bawah tettingkap anak.

Kemudian, daripada algoritma tersebut empat syarat boleh dibuat bagi mendapatkan imej ambang. Syarat tersebut akan menghasilkan piksel bakteria yang berwarna merah menjadi warna putih iaitu nilai piksel 255 manakala sel dan yang lain menjadi menjadi warna hitam yang nilai pikselnya adalah 0.

### 3.2.3 Penapisan Imej

Teknik pembuangan hingar diaplikasikan ke atas imej jika terdapat kehadiran hingar yang boleh mengganggu proses analisa dan pengiraan bakteria. Algoritma asas penapisan yang diimplimentasikan ke atas imej perubatan ialah penapis lulus tinggi, penapis lulus rendah, penapis median dan penapis min.

Penapis min ialah antara set daripada penapis tak lurus min dimana ia digunakan untuk membuang hingar jenis Gaussian dan memelihara ciri pinggir. Ia menakrifkan sebagai produk di dalam piksel  $N$  tidak keluar dari kawasan setempat imej kepada kuasa  $1/N$ . Piksel yang termasuk didalam pengiraan min adalah sangat spesifik daipada topeng masukan. Piksel dengan paras kelabu 0 termasuk didalam operasi penapisan akan menghasilkan piksel tapisan menjadi 0.

Operasi penapis median di dalam imej membuang hingar yang panjang seperti eksponen negatif, bintik-bintik halus dan hingar jenis lada daripada imej dengan kekaburan yang minimum. Piksel yang termasuk didalam pengiraan titik tengah spesifik pada topeng. Penapis median ini adalah lebih baik daripada penapis min arimetik di dalam membuang hingar garam dan lada daripada imej. Penapis ini senang untuk membuang hingar garisan pada imej dimana ia mengandungi kurang daripada 50% daripada piksel garisan. Di dalam projek ini, penapis median digunakan kerana amat sesuai bagi membuang hingar yang wujud dalam imej ambang.

Prinsip penapis lulus rendah menapis hingar dan maklumat frekuensi tinggi seterusnya memberikan kesan yang halus dan licin pada imej.

Prinsip penapis lulus tinggi digunakan untuk menajamkan imej dan ekstrak maklumat frekuensi tinggi seperti pinggir. Maklumat frekuensi rendah dilemahkan bergantung pada penapis yang direka. Dengan menetapkan nilai frekuensi potong,  $w_0$  nilai frekuensi potong boleh juga dinyatakan sebagai jarak  $D_0$  daipada asalan dalam Domain Fourier (frekuensi).

### 3.2.4 Analisa dan Pengiraan Kelompok

Analisa kelompok merupakan proses yang melibatkan perkembangan piksel manakala proses pengiraan kelompok melibatkan pengiraan jarak Euclidean antara piksel dengan piksel yang bersebelahannya.

Proses analisa kelompok adalah teknik bagi mendapatkan maklumat daripada kelompok yang ada pada imej. Di dalam projek ini, analisa dilakukan pada keseluruhan imej bagi mencari kelompok yang ada di dalamnya.

Jarak Euclidean digunakan bagi mencari nilai jarak antara piksel pertama dengan piksel kedua. Apabila piksel kedua telah dikenalpasti, jarak antara piksel tersebut dengan piksel pertama dikira menggunakan rumus berikut :

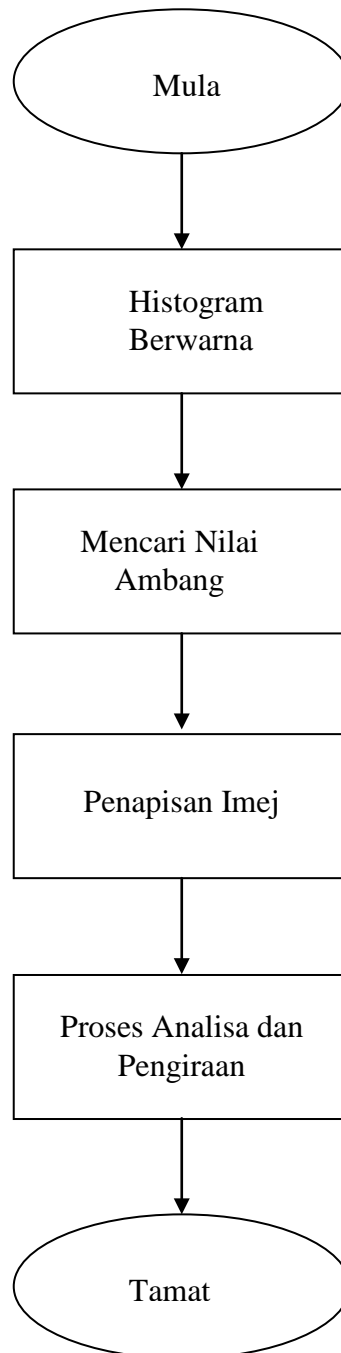
$$\text{Jarak Euclidean}^2 = (X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2$$

Di dalam projek ini, proses pengiraan bakteria yang terdapat dalam imej ambang adalah dengan melakukan analisa pada keseluruhan imej terlebih dahulu bagi mencari nilai piksel 255 iaitu bakteria. Kemudian, setelah menjumpai bakteria pertama analisa dilakukan. Koordinat titik tersebut akan disimpan dan ditandakan titik yang pertama.

Kemudian analisa diteruskan bagi mencari nilai piksel 255 yang seterusnya dan ditandakan sebagai titik kedua. Jarak Euclidean akan dikira bagi mencari jarak antara titik yang pertama dengan titik yang kedua. Jika jarak tersebut lebih kecil atau sama dengan saiz kelompok, maka ia akan diset sebagai kelompok pertama. Jika jarak Euclidean adalah lebih besar dari saiz kelompok, maka ia akan disetkan sebagai kelompok yang kedua. Analisa diteruskan bagi mencari nilai piksel 255 dalam imej.

### 3.2.5 Carta Alir Ringkasan Pemprosesan Imej

#### Proses-Proses Yang Dilakukan



Rajah 3.8 : Carta Alir Pemprosesan Imej yang Dilakukan

### **3.3 Kesimpulan**

Secara kesimpulannya, teknik pemrosesan imej yang digunakan amat sesuai bagi mengira jumlah bakteria dalam imej sputum yang berwarna.