

**REKABENTUK SISTEM DIAGNOSIS PINTAR  
UNTUK PENYAKIT TUBERKULOSIS  
BERDASARKAN IMEJ KAHAK ZIEHL-NEELSEN**

**AIDA SHARMILA WATI BINTI WAHAB**

**UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS**

**2010**

© This item is protected by original copyright



**REKABENTUK SISTEM DIAGNOSIS PINTAR  
UNTUK PENYAKIT TUBERKULOSIS  
BERDASARKAN IMEJ KAHAK ZIEHL-  
NEELEN**

by

**AIDA SHARMILA WATI BINTI WAHAB  
(0630210142)**

A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Master  
of Science (Computer Engineering)

**School of Computer Engineering**

**UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS**

**2010**

## PENGHARGAAN

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan iziNya, saya berjaya menyiapkan penyelidikan dan tesis ini sebagai memenuhi keperluan pengijazahan sarjana.

Pertama sekali saya ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada kerajaan Malaysia kerana memberi pembiayaan *eScience Fund Grant*, 9005-00003, yang bertajuk, "*Design of an Artificial Intelligent Diagnostic System for Tuberculosis Infection*" dan pihak MOSTI yang membiayai kos pengajian saya melalui *National Science Fund*. Tanpa mereka, kerja penyelidikan ini tidak dapat dilakukan dengan sempurna.

Tanda terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia utama saya iaitu Prof. Dr. Mohd Yusoff Mashor di atas tunjuk ajar, sokongan, nasihat dan galakan yang diberikan sepanjang saya melaksanakan penyelidikan ini. Kemudian, saya juga berterima kasih kepada penyelia bersama iaitu En Zulkifli B. Husin (Pusat Pengajian Kejuruteraan Komputer) dan En. Norasmadi B. Abd Rahim (Pusat Pengajian Kejuruteraan Mekanik).

Seterusnya, tanda terima kasih saya ucapkan kepada staf-staf HUSM terutamanya Dr. Siti Suraiya Bt Md Nor (Jabatan Mikrobiologi, Hospital Universiti Sains Malaysia (HUSM)) di atas kerjasama mendapatkan data untuk penyelidikan ini, tunjuk ajar, sokongan, kritikan dan perbincangan yang telah dijalankan. Tanda penghargaan saya kepada ahli-ahli kluster autonomus dan penglihatan mesin di atas penyediaan segala peralatan dan tunjuk ajar yang diberikan kepada saya sepanjang menjalankan penyelidikan ini. Jutaan terima kasih juga saya berikan kepada kedua ibu bapa saya, suami dan keluarga di atas nasihat, kasih sayang dan doa yang tidak terhenti.

## SUSUNAN KANDUNGAN

## MUKASURAT

<b>PENGHARGAAN</b>		ii
<b>SUSUNAN KANDUNGAN</b>		iii
<b>SENARAI RAJAH</b>		vii
<b>SENARAI JADUAL</b>		xi
<b>SENARAI SINGKATAN ISTILAH</b>		xii
<b>SENARAI TERJEMAHAN ISTILAH</b>		xiv
<b>ABSTRAK</b>		xvi
<b>ABSTRACT</b>		xvii
<b>BAB1</b>	<b>Pengenalan</b>	
	1.1	Pendahuluan 1
	1.2	Kaedah-Kaedah Diagnosis Penyakit Tuberkulosis 3
	1.3	Objektif Penyelidikan 6
	1.4	Skop Penyelidikan 6
	1.5	Garis Panduan Tesis 7
<b>BAB2</b>	<b>Kajian Ilmiah</b>	
	2.1	Pengenalan 9
	2.2	Penyakit Tuberkulosis 10
	2.2.1	Penyebab 11
	2.2.2	Mycobacterium Tuberculosis 12
	2.2.3	Simptom Penyakit TB 14
	2.2.4	Kaedah Diagnosis Penyakit Tuberkulosis 15

2.3	Imej Digital	18
2.3.1	Pemrosesan Imej Digital	22
2.3.2	Peningkatan Imej	22
2.3.3	Peruasan	24
2.3.4	Penurasan	25
2.3.5	Pengekstrakan Ciri	27
2.4	Rangkaian Neural	28
2.4.1	Rangkaian Neuron Biologi	29
2.4.2	Rangkaian Neural Buatan	30
2.4.2.1	Pemodelan Neuron	32
2.4.2.2	Seni Bina	34
2.4.2.3	Proses Pembelajaran	40
2.5	Aplikasi Sistem (Rangkaian Neural Buatan) Di Dalam Bidang Perubatan	42
2.6	Aplikasi Sistem (Rangkaian Neural Buatan) Dalam Diagnosis Penyakit TB	44
2.7	Ringkasan	46

### **BAB3**

### **PEMBANGUNAN SISTEM DIAGNOSIS PINTAR BAGI MENGESAN PENYAKIT TB**

3.1	Pengenalan	48
3.2	Teknik-teknik Pemrosesan Imej Untuk Mengesan TB	49
3.3	Mengesan Basilus TB Menggunakan Teknik Rangkaian Neural	63

3.3.1	Teknik Pemetaan Satu Kepada Satu Piksel	69
	3.3.1.1 Rangkaian Tunggal	70
	3.3.1.2 Rangkaian Tunggal Berserta	
	Algoritma Penurasan	74
	3.3.1.3 Rangkaian Kaskad	77
	3.3.1.4 Rangkaian Kaskad Berserta	
	Algoritma Penurasan	79
3.3.2	Teknik Pemetaan Sembilan Kepada Satu Piksel	81
	3.3.2.1 Rangkaian Tunggal	83
	3.3.2.2 Rangkaian Tunggal Berserta	
	Algoritma Penurasan	84
	3.3.2.3 Rangkaian Kaskad	87
	3.3.2.4 Rangkaian Kaskad Berserta	
	Algoritma Penurasan	90
3.4	Pembangunan Sistem Diagnosis Pintar untuk Penyakit TB	92
3.5	Ringkasan	106

## **BAB 4**

### **KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

4.1	Pengenalan	108
4.2	Mengesan Basilus TB Menggunakan Teknik Pemetaan	
	Satu Kepada Satu Piksel	108
	4.2.1 Rangkaian Tunggal	115
	4.2.2 Rangkaian Tunggal Berserta Algoritma	
	Penurasan	116
	4.2.3 Rangkaian Kaskad	116

4.2.4	Rangkaian Kaskad Berserta Algoritma	
	Penurasan	117
4.3	Mengesan Basilus TB Menggunakan Teknik Pemetaan Sembilan Kepada Satu Piksel	118
4.3.1	Rangkaian Tunggal	122
4.3.2	Rangkaian Tunggal Berserta Algoritma	
	Penurasan	123
4.3.3	Rangkaian Kaskad	124
4.3.4	Rangkaian Kaskad Berserta Algoritma	
	Penurasan	125
4.4	Perbandingan Antara Teknik Pemetaan Satu Kepada Satu Piksel Dan Pemetaan Sembilan Kepada Satu Piksel	125
4.5	Kesimpulan	136
<b>BAB5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	
5.1	Kesimpulan	138
5.2	Cadangan Masa Hadapan	141
	<b>RUJUKAN</b>	142
<b>LAMPIRAN A</b>	Keputusan Bagi Teknik Pemetaan Satu Kepada Satu piksel	149
<b>LAMPIRAN B</b>	Keputusan Bagi Teknik Pemetaan Sembilan Kepada Satu piksel	169
	<b>SENARAI PENERBITAN</b>	189

## SENARAI RAJAH

## Muka Surat

Rajah 2.1	Proses penyebaran TB melalui titisan air di dalam udara	12
Rajah 2.2	Anggota-anggota yang boleh dijangkiti TB	13
Rajah 2.3	Hasil yang diperolehi daripada kaedah pewarnaan Ziehl-Neelsen	14
Rajah 2.4	Ujian kulit tuberkulin (UKT)	16
Rajah 2.5	Contoh slaid palitan kahak yang dihasilkan menerusi kaedah perwarnaan Ziehl-Neelsen	17
Rajah 2.6	Ujian X-ray dada yang dilakukan untuk mengesan penyakit TB	17
Rajah 2.7	Gabungan grid-grid yang berbentuk segiempat	19
Rajah 2.8	Hubungan piksel, $P(x,y)$ dengan piksel-piksel disekeliling	19
Rajah 2.9	Model warna RGB	21
Rajah 2.10	Perubahan skala kelabu pada ton warna yang berbeza	22
Rajah 2.11	Corak kejrangan yang digunakan untuk penuras median	26
Rajah 2.12	Gambarajah tiga neuron dan komponennya	30
Rajah 2.13	Model neuron buatan	31
Rajah 2.14	Pemodelan neuron	33
Rajah 2.15	Rangkaian MLP yang mempunyai dua lapisan tersembunyi	35
Rajah 2.16	Satu unsur asas rangkaian MLP	36
Rajah 2.17	Rangkaian neural suap balik	39
Rajah 3.1	Aliran proses untuk mengesan basilus TB menggunakan empat teknik pemprosesan imej	50
Rajah 3.2	Proses kontras separa	55
Rajah 3.3	Piksel – piksel kejrangan	58
Rajah 3.4	3 x 3 piksel kejrangan	58
Rajah 3.5	Lokasi titik benih awalan dan 7 x 7 piksel jiran	60
Rajah 3.6	Rangkaian tunggal	66
Rajah 3.7	Rangkaian tunggal berserta algoritma penurasan	66
Rajah 3.8	Rangkaian kaskad	67
Rajah 3.9	Rangkaian kaskad beserta algoritma penurasan	67
Rajah 3.10	Pemecahan setiap piksel kepada tiga set data RGB	68



Rajah 3.11	Pemetaan satu kepada satu piksel menggunakan rangkaian neural	70
Rajah 3.12	Analisis untuk menentukan bilangan nod tersembunyi	71
Rajah 3.13	Rangkaian tunggal bagi teknik pemetaan satu kepada satu piksel	72
Rajah 3.14	Fungsi pengaktifan ' <i>tansig</i> ' dan ' <i>purelin</i> '	73
Rajah 3.15	Rangkaian tunggal berserta algoritma penuras median bagi teknik satu kepada satu piksel	75
Rajah 3.16	Hingar-hingar yang terdapat pada imej-imej keluaran rangkaian tunggal	76
Rajah 3.17	Rangkaian kaskad bagi teknik pemetaan satu kepada satu piksel	78
Rajah 3.18	Rangkaian kaskad berserta teknik penuras median bagi teknik pemetaan satu kepada satu piksel	80
Rajah 3.19	Hingar-hingar yang terdapat pada imej-imej keluaran rangkaian kaskad	81
Rajah 3.20	Pemetaan sembilan kepada satu piksel menggunakan rangkaian neural	82
Rajah 3.21	Rangkaian tunggal bagi teknik pemetaan sembilan kepada satu piksel	83
Rajah 3.22	Rangkaian tunggal berserta penuras median bagi teknik pemetaan sembilan kepada satu piksel	85
Rajah 3.23	Hingar-hingar yang terdapat pada imej keluaran rangkaian tunggal	87
Rajah 3.24	Rangkaian kaskad bagi teknik pemetaan sembilan kepada satu piksel	88
Rajah 3.25	Rangkaian kaskad berserta teknik penuras median bagi teknik pemetaan sembilan kepada satu piksel	90
Rajah 3.26	Hingar-hingar yang terdapat pada imej-imej keluaran rangkaian kaskad	91
Rajah 3.27	Paparan utama sistem diagnosis pintar untuk penyakit TB	92
Rajah 3.28	Butang memilih imej	93
Rajah 3.29	Skrin untuk memilih imej yang hendak diproses	93

Rajah 3.30	Memaparkan imej yang akan diproses	93
Rajah 3.31	Butang membatalkan pemilihan imej	94
Rajah 3.32	Paparan nilai-nilai RGB bagi imej yang dipilih	94
Rajah 3.33	Pemilihan butang “Single NN”	95
Rajah 3.34	Paparan keputusan imej yang diproses dengan menggunakan kaedah rangkaian tunggal	96
Rajah 3.35	Pemilihan butang “Single NN + Filter”	96
Rajah 3.35	Paparan keputusan imej yang diproses dengan menggunakan kaedah rangkaian tunggal berserta algoritma penurasan	97
Rajah 3.37	Pemilihan butang “Cascade NN”	97
Rajah 3.38	Paparan keputusan imej yang diproses dengan menggunakan kaedah rangkaian kaskad	98
Rajah 3.39	Pemilihan butang “Cascade NN + Filter”	98
Rajah 3.40	Paparan keputusan imej yang diproses dengan menggunakan kaedah rangkaian tunggal berserta algoritma penurasan	99
Rajah 3.41	Pemilihan butang “Single NN”	100
Rajah 3.42	Paparan keputusan imej yang diproses dengan menggunakan kaedah rangkaian tunggal	100
Rajah 3.43	Pemilihan butang “Single NN + Filter”	101
Rajah 3.44	Paparan keputusan imej yang diproses dengan menggunakan kaedah rangkaian tunggal berserta kaedah penurasan	101
Rajah 3.45	Pemilihan butang “Cascade NN”	102
Rajah 3.46	Paparan keputusan imej yang diproses dengan menggunakan kaedah rangkaian kaskad	102
Rajah 3.47	Pemilihan butang “Cascade NN + Filter”	103
Rajah 3.48	Paparan keputusan imej yang diproses dengan menggunakan kaedah rangkaian kaskad berserta kaedah penurasan	103
Rajah 3.49	Paparan bilangan basilus TB bagi imej yang diproses	106
Rajah 4.1	Imej-imej asal palitan kahak ZN yang digunakan kepada sistem diagnosis pintar TB	110
Rajah 4.2	Keputusan imej palitan1	111

Rajah 4.3	Keputusan imej palitan2	113
Rajah 4.4	Keputusan imej palitan3	114
Rajah 4.5	Keputusan imej palitan1	119
Rajah 4.6	Keputusan imej palitan2	121
Rajah 4.7	Keputusan imej palitan3	122

© This item is protected by original copyright

## SENARAI JADUAL

	<b>Mukasurat</b>
Jadual 3.1	Maklumat warna RGB untuk piksel-piksel <i>mycobacterium</i> 56
Jadual 3.2	Keputusan imej yang diperolehi daripada pengaplikasian empat teknik pemprosesan imej 62
Jadual 4.1	Perbandingan kaedah-kaedah yang digunakan untuk mengesan basilus TB 127
Jadual 4.2	Perbandingan antara sistem diagnosis pintar TB dan kaedah manual untuk menentukan ketepatan pengiraan basilus TB 130
Jadual 4.3	Perbandingan masa pemprosesan imej menggunakan tiga Kaedah 135

## SENARAI SINGKATAN ISTILAH

ACS	Acute Coronary Syndrome
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
ART	Adaptive Resonance Theory
BP	Back-Propagation
CAD	Computer Aided Diagnosis
CT	Computer Tomography
DST	Drug Sensitivity Testing
GLS	Given Least Square
HCM	Hard C Mean
HMLP	Hybrid Multilayered Perceptron
HIV	Human Immunodeficiency Virus
HSI	Hue, Saturation, Intensity
HRBF	Hybrid Radial Basis Function
HSIL	High-Grade Squamous Intraepithelial Lesion
ICU	Intensive Care Units
LJ	Lowenstein-Jensen
LSIL	Low-Grade Squamous Intraepithelial Lesion
LM	Levenberg-Marquard
MKM	Moving K-Mean
MLP	Multilayered Perceptron
MR	Magnetic Resonance
MSE	Means Square Error

M. TB	Mycobacterium Tuberkulosis
NN	Neural Network
RBF	Radial Basis Function
RGB	Red, Green, Blue
RNB	Rangkaian Neural Buatan
SLP	Single Layer Perceptron
SOM	Self Organizing Map
SVM	Support Vector Mechine
TB	Tuberkulosis
UKT	Ujian Kulit Tuberkulin
WHO	World Health Organization
ZN	Ziehl-Neelsen

© This item is protected by original copyright

## SENARAI TERJEMAHAN ISTILAH

Bahasa Melayu	Bahasa Inggeris
Fungsi Asas Jejarian Hibrid	Hybrid Radial Basis Function
Fungsi Asas Radial	Radial Basis Function
Diagnosis Terbantu Komputer	Computer Aided Diagnosis
Kuasa Dua Terkecil Given	Given Least Square
Lesi intra-epitelial gred tinggi	High-Grade Squamous Intraepithelial Lesion
Lesi intra-epitelial gred rendah	Low-Grade Squamous Intraepithelial Lesion
Merah, Hijau, Biru	Red, Green, Blue
Mesin Vektor Sokongan	Support Vector Mechine
Organisasi Kesihatan Sedunia	World Health Organization
Pemetaan Penganjuran Diri	Self Organizing Map
Perambatan balik	Back-Propagation
Perseptron Satu Lapisan	Single Layer Perceptron
Perseptron Berbilang Lapisan	Multilayered Perceptron
Perseptron Berbilang Lapisan Hibrid	Hybrid Multilayered Perceptron
Purata-C Keras	Hard C Mean
Rangkaian Neural	Neural Network
Sindrom Koronari Tenat	Acute Coronary Syndrome
Sindrom Kurang DayaTahan Melawan Penyakit	Acquired Immune Deficiency Syndrome
Teori Resonans Adaptif	Adaptive Resonance

Tomografi Komputer

Computer Tomography

Ujian Kepekaan Dadah

Drug Sensitivity Testing

Unit Rawatan Rapi

Intensive Care Units

© This item is protected by original copyright



# **REKABENTUK SISTEM DIAGNOSIS PINTAR UNTUK PENYAKIT TUBERKULOSIS BERDASARKAN IMEJ KAHAK ZIEHL-NEELSEN**

## **ABSTRAK**

Tuberkulosis (TB) adalah salah satu penyakit yang boleh berjangkit dan penyakit ini di sebabkan oleh mikroorganisma yang dipanggil Mycobacterium Tuberkulosis. Mikroorganisma ini kebiasannya memasuki badan melalui pernafasan untuk memasuki paru-paru. Mikroorganisma ini berpecah daripada tempat asalan iaitu paru-paru ke bahagian-bahagian lain dalam badan melalui saluran darah. Apabila seseorang yang dijangkiti TB ini batuk, bersin, bercakap atau meludah, mereka telah melepaskan bakteria tuberkulosis di dalam titisan air ke udara. Seseorang hanya perlukan menyedut sedikit bakteria ini untuk dijangkiti TB. Tuberkulosis merupakan penyakit yang cepat merebak tetapi ia boleh dirawat, dan kaedah penting untuk mengawalinya adalah melalui pengesanan awal terhadap pesakit yang telah dijangkiti, melakukan rawatan dengan segera dan memantau pesakit dengan rawatan yang sepatutnya. Berdasarkan WHO 1998, mereka berpendapat untuk mengesan penyakit TB adalah dengan melihat dan melakukan saringan slaid kahak Ziehl-Neelsen (ZN) di bawah cahaya mikroskop. Tetapi kaedah ini mempunyai kelemahan dari segi masa saringan di mana 15 hingga 20 minit digunakan memproses satu slaid palitan kahak. Selain itu, terdapat kaedah konvensional untuk mengesan bakteria TB pada imej palitan kahak ZN iaitu dengan pengaplikasian empat teknik pemprosesan imej. Penggunaan empat teknik ini mampu memproses imej palitan kahak untuk mengesan basilus TB, tetapi dari segi masa pemprosesan, secara puratanya 20 minit juga digunakan untuk memproses satu slaid. Oleh itu, objektif kajian ini adalah untuk membangunkan satu Sistem Diagnosis Pintar untuk Penyakit Tuberkulosis. Sistem ini melibatkan penggunaan teknik rangkaian neural untuk mengurangkan lagi masa pemprosesan imej palitan kahak ZN berbanding menggunakan kaedah manual dan empat teknik pemprosesan imej. Teknik-teknik yang digunakan di dalam kajian ini untuk mengesan basilus TB adalah teknik pemetaan satu kepada satu piksel dan teknik pemetaan sembilan kepada satu piksel. Setiap teknik dibahagikan kepada empat kaedah rangkaian neural untuk mengesan basilus TB. Setiap teknik dan kaedah telah diuji dengan menggunakan 40 imej palitan kahak ZN. Di samping itu juga, sistem ini telah dibangunkan dengan sistem pengiraan basilus TB secara automatik. Sistem diagnosis TB ini akan menentukan bilangan basilus TB yang terdapat pada setiap imej kahak ZN. Sistem pengiraan basilus TB automatik ini bertujuan untuk membantu doktor-doktor atau pakar mikrobiologi untuk menentukan bilangan basilus TB pada setiap imej kahak ZN dan mengurangkan penggunaan masa. Dari segi ketepatan pengiraan basilus TB, sistem ini mampu memberi bilangan yang hampir sama dengan kaedah manual yang dijalankan oleh pakar mikrobiologi. Sistem yang dibangunkan ini dapat mencapai keputusan pengesanan yang baik di mana nilai peratusan ketepatan diagnosis, kesensitifan dan kespesifikasikan adalah masing-masing 100%. Masa pemprosesan bagi satu imej dapat dikurangkan sehingga 62.5% berbanding menggunakan kaedah manual dan penggunaan teknik pemprosesan imej. Sistem pengiraan automatik ini juga dapat mengurangkan tekanan pada mata doktor atau pakar mikrobiologi semasa melakukan proses saringan slaid kahak ZN di bawah cahaya mikroskop.

# DESIGN OF AN INTELLIGENT DIAGNOSTIC SYSTEM FOR TUBERCULOSIS INFECTION BASED ON ZIEHL-NEELSEN SPUTUM IMAGE

## ABSTRACT

Tuberculosis is an infectious disease, caused in the most cases by microorganisms called *Mycobacterium tuberculosis*. The microorganisms usually enter the body by inhalation through the lungs. They spread from the initial location in the lungs to other parts of the body via the blood stream. When infectious people cough, sneeze, talk or spit, they release the tuberculosis bacterium into the air. A person needs only to inhale a small number of these to be infected. Since TB remains largely treatable the key to controlling the disease is through correct initial diagnosis and subsequent monitoring. WHO, 1998 guidelines suggest diagnosis of TB by viewing and screening Ziehl-Neelsen (ZN) stained specimens under a light microscope. But this technique has weakness in screening time, where 15 to 20 minute was used to process one of stained specimens. Beside that, conventional technique was used to detect TB bacilli in image by using four image processing technique. This technique is capable to process stained smear image to detect TB bacilli, but it also have the same weakness which is the average time to process one of stained smear slide is 20 minute. So, the objective of this study is to develop an Intelligent Diagnostic System for Tuberculosis Infection. This system used neural network technique to reduce the processing time for ZN stained smear image compared to manual screening and image processing technique. The techniques that were used in this research to detect TB bacilli are one to one pixel mapping technique and nine to one pixel mapping technique. Each technique was separated with four method of neural network for bacilli TB detection. For every technique and method was tested with 40 ZN sputum smear images. Besides that, the system was developed with automated counting TB bacilli system. TB diagnostic system will determine the number of TB bacilli in the ZN stained smear image. The purpose of the automated counting TB bacilli system is to help the doctor or microbiologist to determine number of TB bacilli and reduce time consuming. Based on the counting accuracy of TB bacilli, this system is capable to give a very close number of bacilli to the ones that have been done manually by microbiologists. The proposed system achieved good detection rate where the diagnosis accuracy, sensitivity and specificity are 100% respectively. The processing time for one image has been reduced up to 62.5% as compared to the manual screening and image processing technique. The automated counting system also can help doctor or microbiologist to reduce the eye pressure in screening ZN stained specimens under a light microscope.

# BAB 1

## PENGENALAN

### 1.1 Pengenalan

Tuberkulosis (TB) adalah salah satu penyakit yang boleh berjangkit dan penyakit ini di sebabkan oleh mikroorganisma yang dipanggil Mycobacterium Tuberkulosis. Mikroorganisma ini kebiasannya memasuki badan melalui pernafasan untuk memasuki paru-paru. Mikroorganisma ini berpecah daripada tempat asalan iaitu paru-paru ke bahagian-bahagian lain dalam badan melalui saluran darah. Bakteria ini juga boleh menjangkiti organ lain seperti otak, buah pinggang, tulang dan kulit. Apabila seseorang yang dijangkiti TB ini batuk, bersin, bercakap atau meludah, mereka telah melepaskan bakteria tuberkulosis ke udara. Seseorang hanya perlukan menyedut sedikit bakteria ini untuk dijangkiti TB. Risiko untuk seseorang itu dijangkiti bergantung kepada berapa lama ia terdedah kepada bakteria ini (MAPTB, 2009).

Tuberkulosis merupakan penyakit yang cepat merebak tetapi ia boleh dirawat. Kaedah penting untuk mengawalinya adalah melalui pengesanan awal terhadap pesakit yang telah dijangkiti, melakukan rawatan dengan segera dan memantau pesakit dengan rawatan yang sepatutnya. Terdapat beberapa kaedah yang boleh dilakukan untuk mengesan penyakit TB di antaranya adalah dengan melakukan saringan slaid kahak Ziehl-Neelsen di bawah cahaya mikroskop (WHO, 1998). Sepertimana yang diketahui, kaedah saringan slaid TB secara manual mengambil masa dan memerlukan banyak tenaga kerja terutama untuk melakukan saringan terhadap satu slaid kahak. Berdasarkan anggaran masa daripada pakar mikrobiologi yang berpengalaman, masa yang diambil untuk meneliti satu slaid kahak ZN

adalah sekitar 15 hingga 20 minit (Sadaphal et al., 2008). Tambahan pula, slaid TB dilihat di bawah kuasa pembesaran 100X (kuasa tinggi) pada mikroskop dan ia memberi tekanan pada mata teknologis. Tekanan pada mata membolehkan mata cepat letih dan meningkatkan kesalahan bacaan oleh teknologis.

Penangguhan kepada pengesanan bakteria TB bagi pesakit TB akan menyebabkan kelewatan dalam memberi keputusan diagnosis. Ini akan meningkatkan risiko bakteria TB terus merebak. Situasi ini kebiasannya berlaku di dalam negara yang sedang membangun. Untuk mengatasi masalah ini, satu sistem yang murah dan cepat bagi mengesan basilus TB iaitu berdasarkan kaedah rangkaian neural secara automatik. Saringan automatik mempunyai beberapa kebaikan seperti mengurangkan beban kerja teknologis dan memberikan ketepatan semasa mengesan basilus TB walaupun bilangan imej slaid yang dibaca meningkat. Penganalisaan atau proses saringan imej TB hanya dilakukan dengan menggunakan computer yang dibantu dengan program rangkaian neural.

Rangkaian neural boleh dilihat sebagai salah satu teknik kepintaran buatan yang direka untuk bekerja seperti otak manusia untuk melakukan sesuatu tugas (Haykin, 1994). Aplikasi kaedah rangkaian neural telah berjaya dalam banyak bidang seperti kejuruteraan, psikologi, perniagaan dan matematik. Dalam bidang kejuruteraan, rangkaian neural buatan (RNB) digunakan untuk menyelesaikan pelbagai masalah termasuk pengecaman corak, pemprosesan isyarat, perhubungan, sistem kawalan, robotik, dan pengenalpastian sistem (Mashor, 1997). Aplikasi rangkaian neural ini juga telah berkembang dalam bidang perubatan. Terdapat dua aplikasi yang selalu digunakan iaitu pemprosesan imej dan sistem diagnosis. Di dalam pemprosesan imej perubatan, rangkaian neural telah pun terbukti mempunyai keupayaan yang tinggi samada untuk meningkatkan perbezaan imej perubatan atau mengesan sesuatu kawasan (Mat-Isa et al., 2004,). Bagi sistem diagnosis penyakit,

rangkaian neural diketahui boleh melakukan sama atau lebih baik dari kepakaran manusia (Kovacevic dan Loncaric, 1997, Mashor et al., 2002).

## **1.2 Kaedah-Kaedah Diagnosis Penyakit Tuberkulosis**

Terdapat beberapa kaedah untuk mengesan basilus TB. Antara kaedah-kaedahnya adalah kaedah konvensional dan kaedah pengesanan basilus TB berkomputer. Kaedah konvensional yang sering digunakan sejak tahun 1882 dalam menjalankan diagnosis termasuklah ujian kulit tuberculin (UKT), ujian palitan kahak, pembiakan dan radiologi. UKT merupakan salah satu kaedah untuk mengenalpasti basilus TB di mana kaedah ini dilakukan ke atas kawasan kulit yang sihat dengan memberi suntikan tuberkulin. Ujian ini akan dibaca selepas 48 hingga 72 jam, tetapi laporan yang lebih tepat dan dipercayai boleh diperolehi selepas 5 hari dikenakan suntikan.

Mikroskopi palitan kahak juga merupakan salah satu kaedah yang digunakan untuk melakukan diagnosis dan kaedah ini lebih murah dan mempunyai ketepatan yang tinggi dalam mengenalpasti kebanyakan kes yang berjangkit. Kepekaan kaedah ini dalam mengenalpasti penyakit TB adalah di antara 35% ke 70% dan tahap kepekaan ini boleh dipertingkatkan dengan melakukan pemeriksaan lebih daripada satu palitan kahak terhadap pesakit TB. Walaubagaimanapun kepekaannya boleh menurun hingga 20% bagi pesakit yang dijangkiti HIV. Sekiranya terdapat kekurangan kualiti terhadap spesimen juga akan mempengaruhi dan menghasilkan keputusan yang salah. Bilangan bakteria yang ditemui di dalam slaid palitan kahak merupakan maklumat yang penting kerana ia menggambarkan tahap jangkitan TB.

Veropoulos et al. (1998) telah menerbitkan kertas kajian mengenai pengesanan TB basilus menggunakan lima teknik pemrosesan imej dan teknik rangkaian neural. Objektif

kajian adalah untuk meningkatkan proses analisis untuk mengesan TB basilus pada spesimen kahak yang menggunakan kaedah pewarnaan Auramine. Algoritma *back-propagation* (BP) digunakan untuk melatih rangkaian neural. Sebanyak 900 imej digunakan sebagai data untuk melatih rangkaian neural dan 147 imej digunakan untuk menguji rangkaian neural. 15 gambaran *Fourier* digunakan sebagai masukan kepada rangkaian neural dan satu sahaja nilai keluaran daripada rangkaian neural sama ada positif atau negatif (TB) untuk melabelkan imej yang diproses. Sistem yang telah dibangunkan mempunyai tahap kepekaan terhadap pengesanan TB basilus adalah 93.5%. Selain mempunyai tahap kepekaan yang tinggi, sistem ini juga berpotensi untuk mengesan TB dengan cepat dan mengurangkan tenaga kerja bagi pemprosesan slaid.

Alexandros (2004) telah menjalankan kajian untuk mengesan Mycobacterium TB di dalam *vitro* dengan menggunakan hidung elektronik dan digabungkan dengan sistem rangkaian neural. Berdasarkan daripada kajian beliau, dengan menggunakan sistem gabungan antara hidung elektronik dan sistem rangkaian neural, sistem ini berkebolehan membezakan spesis mycobacteria di dalam *vitro*. Dengan adanya sistem ini, ia berpotensi untuk melakukan diagnosis TB dengan tepat.

Orhan et al. (2008) telah menjalankan penyelidikan mengenai pengesanan penyakit TB dengan menggunakan kaedah rangkaian neural. Beliau membuat kajian mengenai ketepatan rangkaian neural dalam mendiagnos penyakit TB. Dua rangkaian neural pelbagai lapisan digunakan dalam kajiannya di mana kedua-dua rangkaian tersebut mempunyai dua lapisan tersembunyi. Setiap rangkaian tersebut menggunakan algoritma latihan yang berbeza iaitu algoritma *Levenberg-Marquard* (LM) dan *Back-Propagation* (BP). Set data pesakit telah diambil dari pengkalan data hospital negeri berdasarkan laporan pesakit. Berdasarkan keputusan kajian, didapati bahawa struktur rangkaian neural yang

menggunakan algoritma LM telah memberi ketepatan yang tinggi berbanding rangkaian yang menggunakan algoritma BP. Kadar ketepatan yang diperolehi dengan menggunakan algoritma LM ialah 95.08% berbanding 93.93% bagi rangkaian neural yang menggunakan algoritma BP.

Berdasarkan kajian yang telah dijalankan oleh Veropoulos et al. (1998), Alexandros (2004) dan Orhan et al. (2008), dapat dilihat bahawa pengaplikasian teknik kepintaran buatan (yang menggunakan rangkaian neural) telah berkembang dalam bidang perubatan. Di dalam pemprosesan imej perubatan, rangkaian neural telah pun terbukti mempunyai keupayaan yang tinggi samada untuk meningkatkan perbezaan imej perubatan atau mengesan sesuatu kawasan (Mat-Isa et al., 2004,). Dalam kajian ini, teknik rangkaian neural juga diaplikasi untuk memproses imej palitan kahak Ziehl-Neelsen bagi tujuan pengesanan bakteria TB. Terdapat kaedah konvensional yang digunakan untuk mengesan bakteria TB pada imej palitan kahak Ziehl-Neelsen iaitu dengan pengaplikasian empat teknik pemprosesan imej. Teknik-teknik tersebut adalah peningkatan imej, ambangan warna, penurasan dan pengekstrakan ciri. Penggunaan empat teknik ini mampu memproses imej palitan kahak untuk mengesan basilus TB. Tetapi dari segi masa pemprosesan, pengaplikasian empat teknik ini mengambil masa yang agak lama untuk memproses imej (12 saat untuk satu imej). Oleh itu, objektif penggunaan teknik rangkaian neural dalam kajian ini adalah untuk mengurangkan lagi masa pemprosesan imej palitan kahak Ziehl-Neelsen berbanding menggunakan empat teknik pemprosesan imej.

### **1.3 Objektif Penyelidikan**

Objektif utama kajian ini ialah untuk membangunkan Sistem Diagnosis Pintar untuk Penyakit Tuberkulosis berdasarkan imej slaid kahak Ziehl-Neelsen. Spesifik objektif kajian ini adalah seperti berikut:

- Untuk membangunkan beberapa teknik pengekstrakan ciri untuk mengekstrakan beberapa ciri penting daripada imej TB.
- Untuk mengenalpasti dan membangunkan teknik kepintaran buatan untuk mengesan basilus TB.
- Untuk membangunkan sistem diagnosis secara automatik untuk mengesan basilus TB dan meningkatkan prestasi saringan.
- Untuk mengurangkan masa pemrosesan imej palitan kahak menggunakan teknik kepintaran buatan.

### **1.4 Skop Penyelidikan**

Seperti yang diketahui, terdapat beberapa kaedah untuk mengesan basilus TB. Kaedah konvensional yang sering digunakan sejak tahun 1882 dalam menjalankan diagnosis termasuklah ujian kulit tuberculin (UKT), ujian palitan kahak, pembiakan dan radiologi. Ujian palitan kahak juga terdapat dua kaedah yang sering dilakukan oleh penyelidik untuk mengenalpasti basilus TB. Antara kaedah ujian palitan kahak yang sering dilakukan adalah kaedah pewarnaan Auramine dan kaedah pewarnaan Ziehl-Neelsen (ZN). Bagi kajian ini, imej palitan kahak yang menggunakan kaedah pewarnaan ZN dipilih sebagai data untuk digunakan dalam penyelidikan ini.