

**APLIKASI SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI (GIS)  
BAGI MENGENAL PASTI KAWASAN BERISIKO  
TINGGI BAGI PENYAKIT DEMAM DENGGI DAN  
DEMAM DENGGI BERDARAH DI GEORGETOWN,  
PULAU PINANG**

**AZIZ BIN SHAFIE**

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**2008**

**APLIKASI SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI (GIS) BAGI MENGENAL PASTI  
KAWASAN BERISIKO TINGGI BAGI PENYAKIT DEMAM DENGGI DAN  
DEMAM DENGGI BERDARAH DI GEORGETOWN, PULAU PINANG**

**oleh**

**AZIZ BIN SHAFIE**

**Tesis yang diserahkan untuk  
memenuhi keperluan bagi Ijazah  
Doktor Falsafah**

**Julai 2008**

## **PENGHARGAAN**

**Segala puji bagi Allah S.W.T.  
Selawat dan salam buat Junjungan Besar Nabi Muhamad S.A.W.**

Syukur kepada Allah S.W.T. kerana dengan izin, limpah dan rahmatNya kajian ini dapat disiapkan.

Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada Profesor Ruslan Rainis dari Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan dan Profesor Abu Hassan Ahmad dari Pusat Pengajian Sains Kajihayat kerana sudi menyelia kajian saya dari mula sehingga ia disiapkan. Segala tunjuk ajar, bantuan, bimbingan dan teguran telah membolehkan saya menyiapkan kajian ini. Ketelitian, kesabaran dan lontaran idea yang kemas, bernas dan tajam semasa menyelia dan menyemak laporan kajian ini amatlah dihargai dan dikenang sepanjang hayat.

Penghargaan dan ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Profesor Abu Hassan Ahmad dan Profesor Ruslan Rainis kerana membenarkan saya menggunakan sebahagian data-data penyelidikan IRPA Jangka Pendek mereka bagi tujuan penyelidikan. Juga kepada Dr. Narimah Samat kerana sudi meluangkan masa untuk membaca dan membuat penyemakan terakhir laporan kajian ini. Setinggi-tinggi penghargaan ditujukan kepada semua pensyarah di Bahagian Geografi, PPIK, USM di atas tunjuk ajar dan dorongan sepanjang saya berada di USM. Penghargaan juga turut ditujukan kepada Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi, Jabatan Kesihatan Awam, Kementerian Kesihatan dan Jabatan Kajicuaca Malaysia kerana sudi membekalkan data yang digunakan dalam penyelidikan.

Kepada bonda Hajjah Mek Som binti Awang dan ayahnda Haji Shafie bin Seman yang amat dikasihi serta ahli keluarga, pengorbanan, dorongan dan semangat yang telah diberikan tidak dapat digambarkan melalui kata-kata. Hanya Allah S.W.T. sajalah yang dapat membalas jasa dan pengorbanan yang telah dilakukan. Juga kepada saudari Asnah binti Marujal yang banyak memberi dorongan dengan penuh kesabaran dan kasih sayang sepanjang saya menjalankan penyelidikan.

Akhir sekali ucapan terima kasih ditujukan kepada rakan-rakan seperjuangan yang banyak memberi tunjuk ajar dan berkongsi detik suka dan duka di Makmal GIS, Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan, USM, khususnya Prof. Madya Dr. Zakaria Mat Arof, Dr. Rosmadi Fauzi, Dr. Widi, Dr. Wan, Dr. Mohd Faris Dziauddin, En. Kamarul Ismail, En. Warjio dan En. Nasir Nayan. Juga kepada pegawai dan anggota PALAPES TD USM yang telah banyak membantu dan memberi dorongan kepada saya sepanjang saya berada di kampus USM.

Tanpa bantuan dan keprihatinan semua pihak, sama ada yang telah disebutkan secara langsung dan juga yang tidak disebutkan dalam penghargaan ini, saya tidak mungkin dapat menyiapkan penyelidikan ini.

Sekian. Terima kasih.

## ISI KANDUNGAN

<b>PERKARA</b>	<b>HALAMAN</b>
Penghargaan	ii
Isi Kandungan	iii
Senarai Jadual	x
Senarai Rajah	xiii
Senarai Kependekan	xv
Abstrak	xvii
Abstract	xviii
 <b>BAB SATU – PENGENALAN</b>	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERNYATAAN MASALAH	6
1.3 MATLAMAT DAN OBJEKTIF KAJIAN	14
1.4 SKOP KAJIAN	15
1.5 KEPENTINGAN KAJIAN	16
1.6 KAWASAN KAJIAN	18

1.7	ORGANISASI PENULISAN TESIS	21
-----	----------------------------	----

## **BAB DUA – DEMAM DENGGI, DEMAM DENGGI BERDARAH DAN SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI**

2.1	PENGENALAN	24
2.2	DEMAM DENGGI DAN DEMAM DENGGI BERDARAH	25
2.2.1	Demam Denggi dan Demam Denggi Berdarah. Satu isu kesihatan global	25
2.2.2	Tanda-tanda Penyakit DD dan DDB	27
2.2.3	Sejarah Penularan Penyakit DD dan DDB	29
2.2.4	Kejadian Penyakit DD dan DDB di Malaysia	30
2.2.5	Kaedah Diagnosis Makmal Penyakit	35
2.3	PEMBIAKAN NYAMUK <i>Aedes</i> DAN PENULARAN PENYAKIT	36
2.3.1	Kitaran Hidup Nyamuk <i>Aedes</i>	36
2.3.2	Transmisi Virus Denggi	40
2.3.3	Faktor-faktor Mempengaruhi Penularan Penyakit	42
2.4	KAEDAH PENGAWALAN DAN PENCEGAHAN PENYAKIT	46
2.4.1	Kaedah Kawalan Vektor Bersepadu	48
2.4.1.1	Kawalan kecemasan	49
2.4.1.2	Kawalan kimia	49
2.4.1.3	Kawalan biologi	52
2.4.1.4	Pengurusan alam sekitar	54
2.4.1.5	Lain-lain kaedah	55

2.4.2	Kawalan dan Pencegahan Penyakit DD dan DDB di Malaysia	56
2.5	SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI (GIS)	59
2.5.1	Komponen Sistem Maklumat Geografi	62
2.5.2	Fungsi Asas Sistem Maklumat Geografi	66
2.5.2.1	Fungsi pengkelasan semula	69
2.5.2.2	Fungsi tindanan peta	71
2.5.2.3	Fungsi kejiranan dan pengukuran	72
2.5.2.4	Fungsi perhubungan	74
2.5.3	Sejarah Perkembangan Aplikasi Sistem Maklumat Geografi	75
2.6	INTEGRASI GIS DALAM PENCEGAHAN DAN PENGAWALAN PENYAKIT DD DAN DDB	76
2.6.1	Kepentingan Elemen Ruangan Dalam Pengawalan dan Pencegahan Penyakit	76
2.6.2	Perubahan Sosial, Ekonomi dan Kaitannya Dengan Pengawalan dan Pencegahan Penyakit	79
2.6.3	Perubahan Fizikal dan Kaitannya Dengan Pengurusan dan Pencegahan Penyakit	83
2.6.4	Keupayaan dan Integrasi GIS Dalam Pengurusan dan Pencegahan Penyakit	87
2.7	KESIMPULAN	96

### **BAB TIGA – RANGKA KONSEPTUAL DAN METODOLOGI KAJIAN**

3.1	PENGENALAN	101
3.2	RANGKA KONSEP KAJIAN	101
3.2.1	Faktor Pembiakan Nyamuk	105

3.2.2	Faktor Penularan Penyakit	108
3.2.3	Faktor Masa	109
3.3	METODOLOGI	110
3.3.1	Pembentukan Model Ruangan	113
3.3.1.1	Elemen-elemen faktor pembiakan nyamuk	113
3.3.1.2	Elemen-elemen faktor penularan penyakit	114
3.3.1.3	Elemen-elemen faktor masa	115
3.3.2	Hubungkait Setiap Variabel Dalam Pembentukan Model	117
3.3.3	Pangkalan Data GIS	119
3.3.4	Kaedah Regresi Logistik	121
3.4	PENGUJIAN MODEL	125
3.5	UJIAN SENSITIVITI	127
3.6	KESIMPULAN	128

## **BAB EMPAT – PEMBANGUNAN PANGKALAN DATA DAN ANALISIS GIS**

4.1	PENDAHULUAN	129
4.2	PEMBANGUNAN PANGKALAN DATA	130
4.2.1	Peta Lokasi Kejadian Kes dan Lokasi Kes Rawak	131
4.2.2	Gunatanah di Kawasan Kajian	135
4.2.3	Peta Kawasan Banjir	139
4.2.4	Peta Kepadatan Penduduk	142

4.2.5	Jumlah Hujan Mingguan	144
4.2.6	Purata Suhu Maksimum Mingguan	144
4.3	PROSES PENJANAAN DATA RUANGAN BAGI PEMBENTUKAN MODEL	145
4.3.1	Jarak Terdekat Bagi Setiap Kes Penyakit dan Kes Rawak	148
4.3.2	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Perkuburan	150
4.3.3	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Hutan, Paya dan Belukar	152
4.3.4	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Banjir	154
4.3.5	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Kemudahan Masyarakat	156
4.3.6	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Utiliti Awam	158
4.3.7	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Sekolah	160
4.3.8	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Pasar Awam	162
4.3.9	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Industri	164
4.3.10	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Hospital dan Penjara	166
4.3.11	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Tempat Ibadat	168
4.3.12	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Institusi Kerajaan dan Badan Berkanun	170
4.3.13	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Lapang	172
4.3.14	Jarak Terdekat Setiap Kes ke Kawasan Perniagaan	174
4.3.15	Kepadatan Penduduk Bagi Setiap Kes	176
4.3.16	Jarak Terdekat ke Kawasan Sungai	177
4.3.17	Jumlah Hujan Mingguan Pada Minggu Keempat Sebelum Kejadian Kes bagi Setiap Kes	179



4.3.18	Purata Suhu Maksimum Mingguan Pada Minggu Keempat Sebelum Kejadian Kes Yang Paling Hampir	180
4.4	ANALISIS KOLERASI PEARSON	181
4.5	KESIMPULAN	185
<b>BAB LIMA – PEMBENTUKAN MODEL RUANGAN KEJADIAN KES PENYAKIT DD DAN DDB</b>		
5.1	Pengenalan	186
5.2	Analisis Statistik	187
5.3	Pembentukan Model Ruangan	189
5.4	Ujian Terhadap Model Ruangan	192
	5.4.1 Ujian Kesesuaian Data Model	192
	5.4.2 Ujian Kepentingan Variabel Terhadap Model	193
	5.4.3 Ujian Hubungan Tanda Dalam Model	196
	5.4.4 Ujian Ketepatan Model	200
5.5	Pengujian Model	202
5.6	Analisis Sensitiviti Model Terhadap Perubahan Data	204
	5.6.1 Analisis Sensitiviti Menggunakan Set Data Yang Berbeza	205
	5.6.2 Analisis Sensitiviti Menggunakan Peratusan Data Bagi Pembentukan Model dan Pengujian Model Yang Berbeza	209
	5.6.3 Analisis Sensitiviti Menggunakan Bilangan Titik Rawak Yang Berlainan	212

5.7	PETA KEBARANGKALIAN KEJADIAN KES PENYAKIT	217
5.8	PERBANDINGAN MODEL DIHASILKAN DENGAN MODEL TERDAHULU	220
5.9	SUMBANGAN KAJIAN	228
5.10	KESIMPULAN	233

## **BAB ENAM – RUMUSAN DAN PENUTUP**

6.1	PENDAHULUAN	234
6.2	RINGKASAN PENYELIDIKAN	235
6.3	KELEBIHAN DAN KELEMAHAN MODEL	238
6.4	CADANGAN PENYELIDIKAN MASA DEPAN	243
6.5	KESIMPULAN	245

<b>RUJUKAN</b>	<b>247</b>
----------------	------------

## **SENARAI LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1 – LAPISAN PETA YANG DIGUNAKAN DALAM KAJIAN	262
LAMPIRAN 2 – JUMLAH HUJAN MINGGUAN	279
LAMPIRAN 3 – NILAI SUHU MINGGUAN	284
LAMPIRAN 4 – PENERANGAN TENTANG EXTENSION NEAREST FEATURES VERSION 3.7a	289

## SENARAI JADUAL

<b>PERKARA</b>	<b>HALAMAN</b>
Jadual 1.1 Keutamaan dan Ciri-ciri Kawasan Untuk Melaksanakan Aktiviti Pencegahan dan Pengawalan Penyakit DD dan DDB	8
Jadual 3.1 Hubungkait Setiap Variabel Bebas Dengan Variabel Bersandar Dalam Pembentukan Model	118
Jadual 3.2 Keperluan Data di Dalam Kajian	119
Jadual 3.3 Senarai Variabel Yang Digunakan Dalam Pembentukan Model Ruangan	129
Jadual 4.1 Kejadian Kes Penyakit DD dan DDB di Pulau Pinang 1999-2004	132
Jadual 4.2 Gunatanah di Kawasan Kajian	135
Jadual 4.3 Kawasan Banjir di Kawasan Kajian	139
Jadual 4.4 Maklumat Mengenai Jarak Kes-kes Terdekat Bagi Setiap Kes	149
Jadual 4.5 Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke kawasan Perkuburan	150
Jadual 4.6 Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Hutan, Paya dan Belukar	152
Jadual 4.7 Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Banjir	154
Jadual 4.8 Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Kemudahan Masyarakat	156
Jadual 4.9 Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Utiliti Awam	158
Jadual 4.10 Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke kawasan Sekolah	160
Jadual 4.11 Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Pasar Awam	162
Jadual 4.12 Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes	

	Ke Kawasan Industri	164
Jadual 4.13	Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Hospital dan Penjara	166
Jadual 4.14	Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Tempat Ibadat	168
Jadual 4.15	Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Institusi Kerajaan dan Badan Berkanun	170
Jadual 4.16	Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Lapang	172
Jadual 4.17	Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Perniagaan	174
Jadual 4.18	Maklumat Tentang Kepadatan Penduduk Di Setiap Lokasi Kes	177
Jadual 4.19	Maklumat Mengenai Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Sungai	177
Jadual 4.20	Maklumat Jumlah Hujan Mingguan Pada Empat Minggu Sebelum Kejadian Kes Penyakit	179
Jadual 4.21	Purata Suhu Maksimum Mingguan Pada Empat Minggu Sebelum Kejadian Kes Penyakit	180
Jadual 4.22	Nilai Pekali Korelasi Pearson Bagi Setiap Variabel	183
Jadual 5.1	Ringkasan Data Variabel Bagi Pembentukan Model	189
Jadual 5.2	Hasil Analisis Regresi Logistik Model Kemungkinan Kejadian Kes Penyakit	190
Jadual 5.3	Nilai Ujian Hosmer dan Lemeshow	193
Jadual 5.4	Nilai Log Natural Bagi Setiap Variabel	194
Jadual 5.5	Hubungan Tanda Di Dalam Model Ruangan Kemungkinan Kejadian Kes	196
Jadual 5.6	Jumlah Hujan Mingguan Pada Minggu Keempat Sebelum Kejadian Kes	199
Jadual 5.7	Peratus Ketepatan Ramalan Model	200
Jadual 5.8	Ringkasan Data Ujian Bagi Kes Sebenar	203

Jadual 5.9	Ringkasan Data Ujian Bagi Kes Rawak	203
Jadual 5.10	Keputusan Pengujian Model	204
Jadual 5.11	Analisis Statistik Bagi Set Data 1	205
Jadual 5.12	Analisis Statistik Bagi Set Data 2	206
Jadual 5.13	Analisis Statistik Bagi Set Data 3	206
Jadual 5.14	Hasil Analisis Sensitiviti Bagi Set Data Yang Berbeza	207
Jadual 5.15	Hasil Analisis Sensitiviti Bagi Set Data Yang Mempunyai Peratusan Data Untuk Membuat Model Yang Berbeza	210
Jadual 5.16	Hasil Analisis Sensitiviti Bagi Set Data Yang Mempunyai Bilangan Titik Rawak Yang Berbeza	213
Jadual 5.17	Hasil Analisis Sensitiviti Bagi Keseluruhan Set Data dan Data Model	216
Jadual 5.18	Ringkasan Terhadap Model-model Yang Telah Dibangunkan	227

## SENARAI RAJAH

PERKARA	HALAMAN	
Rajah 1.1	Kawasan Kajian	19
Rajah 2.1	Kawasan Yang Berisiko Tinggi Untuk dijangkiti Penyakit DD dan DDB Pada Tahun 2001	26
Rajah 2.2	Kejadian kes penyakit DD dan DDB di Malaysia 1973-1998	34
Rajah 2.3a	Nyamuk <i>Aedes albopictus</i>	37
Rajah 2.3b	<i>Aedes aegypti</i>	38
Rajah 2.4	Kitaran hidup nyamuk <i>aedes</i>	40
Rajah 2.5	Kitaran Tarnsmisi Virus Denggi	41
Rajah 2.6	Kaedah Pengawalan dan Pencegahan Penyakit DD dan DDB	47
Rajah 2.7	Aktiviti Pencegahan dan Pengawalan Penyakit DD dan DDB di Malaysia	58
Rajah 2.8	Perwakilan Dunia Sebenar Melalui Konsep Tindakan Peta dalam GIS	64
Rajah 2.9	Fungsi Asas GIS	67
Rajah 2.10	Pengkelasan Semula Kawasan Kepadatan Penduduk	70
Rajah 2.11	Konsep Asas Tindakan Peta	71
Rajah 2.12	Kawasan Kejiranan Bagi Titik, Garisan dan Poligon	73
Rajah 3.1	Konsep Asas Kajian	102
Rajah 3.2	Metodologi Kajian	112
Rajah 4.1	Peta Lokasi Kes Penyakit dan Kes Rawak	134
Rajah 4.2	Gunatanah di Kawasan Kajian	136
Rajah 4.3	Proses Penghasilan Peta Gunatanah Yang Digunakan Dalam Pangkalan Data	138

Rajah 4.4	Peta Kawasan Banjir di Kawasan Kajian	141
Rajah 4.5	Kepadatan Penduduk Bagi Setiap Kilometer Persegi Mengikut Kelompok Blok Perhitungan di Kawasan Kajian	143
Rajah 4.6	Carta Aliran Integrasi Analisis Ruangan dan Statistik	147
Rajah 4.7	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Kubur	151
Rajah 4.8	Jarak Terdekat Setiap Kes Dengan Kawasan Hutan, Paya dan Belukar	153
Rajah 4.9	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Banjir	155
Rajah 4.10	Jarak Terdekat Setiap Kes Dengan Kawasan Kemudahan Masyarakat	157
Rajah 4.11	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Utiliti Awam	159
Rajah 4.12	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Sekolah	161
Rajah 4.13	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Pasar Awam	163
Rajah 4.14	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Industri	165
Rajah 4.15	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Hospital dan Penjara	167
Rajah 4.16	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Tempat Ibadat	169
Rajah 4.17	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Institusi Kerajaan dan Badan Berkanun	171
Rajah 4.18	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Lapang	173
Rajah 4.19	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Perniagaan	175
Rajah 4.20	Jarak Terdekat Setiap Kes Ke Kawasan Sungai	178
Rajah 5.1	Keputusan Ujian Indeks Moran Menggunakan Perisian ArcGis 9.0	199
Rajah 5.2	Plot Ketepatan Model Membuat Ramalan Bagi Setiap Kes	202
Rajah 5.3	Peta Kebarangkalian Kejadian Kes di Kawasan kajian	219

## SENARAI KEPENDEKAN

CGIS	Canadian Geographic Information System
DD	Demam Denggi ( <i>Dengue Fever</i> )
DDB	Demam Denggi Berdarah ( <i>Dengue Hemorrhagic Fever</i> )
DIME	Dual Independent Map Encoding
EEE	Eastern Equine Encephalomyelitis
EIS	Sistem Maklumat Persekitaran ( <i>Environmental Information System</i> )
ESRI	Environmental System Research Institute
GIS	Sistem Maklumat Geografi ( <i>Geographic Information System</i> )
GPS	Sistem Kedudukan Global ( <i>Global Positioning System</i> )
JE	<i>Japanese Encephalitis</i>
JPBD	Jabatan Perancang Bandar dan Desa Semenanjung Malaysia
JUPEM	Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia
KKM	Kementerian Kesihatan Malaysia
km	Kilometer
m	Meter
MACRES	Pusat Remote Sensing Negara ( <i>Malaysia Centre of Remote Sensing</i> )
NaREM	Pusat Pengurusan Sumber dan Persekitaran Negara ( <i>The National Resource and Environmental Management</i> )
NGO	Pertubuhan Bukan Kerajaan ( <i>Non Government Organization</i> )
MPPP	Majlis Perbandaran Pulau Pinang
NOAA	The National Oceanic and Atmospheric Administration
PAHO	Pan American Health Organization
PEGIS	Penang Geographic Information System



RKPBV	Rancangan Kawalan Penyakit Bawaan Vektor
RSO	Rectified Skew Orthomorphis
S.M.	Sebelum Masihi
SPSS	Statistical Package For Social Sciences
UTM	Universal Transverse Mercator
WHO	Pertubuhan Kesihatan Sedunia ( <i>World Health Organization</i> )

# **APLIKASI SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI (GIS) BAGI MENGENAL PASTI KAWASAN BERISIKO TINGGI BAGI PENYAKIT DEMAM DENGGI DAN DEMAM DENGGI BERDARAH DI GEORGETOWN, PULAU PINANG**

## **ABSTRAK**

Penyebaran dan kejadian kes penyakit demam denggi (DD) dan demam denggi berdarah (DDB) telah meningkat semenjak 40 tahun yang lepas. Setiap tahun, dianggarkan 20 juta kes penyakit denggi dengan 24,000 kematian telah dilaporkan. Penularan penyakit DD dan DDB adalah berkaitan dengan elemen ruangan dan masa seperti alam sekitar, perubahan guna tanah, taburan dan pergerakan penduduk, sosial, ekonomi dan politik. Tindakan pengawalan dan pencegahan wabak DD dan DDB telah dijalankan secara ad-hoc, iaitu apabila sesuatu kes terjadi. Bagi mengawal kes DD dan DDB dengan berkesan maklumat ruangan berkenaan penularan penyakit dan pembiakan nyamuk adalah penting diambil kira dalam melaksanakan aktiviti pencegahan dengan tepat. Maklumat tersebut boleh dianalisis secara ruangan bagi meningkatkan kejayaan aktiviti pencegahan wabak penyakit DD dan DDB sebelum sesuatu kejadian kes berlaku.

Kajian ini membangunkan satu model ruangan yang mengintegrasikan Sistem Maklumat Geografi (GIS) dan analisis statistik iaitu analisis regresi logistik bagi mengenal pasti kawasan berisiko tinggi bagi DD dan DDB. Kaedah analisis regresi logistik berlangkah telah digunakan untuk memodelkan perhubungan antara kejadian wabak penyakit denggi dengan faktor-faktor ruangan berkaitan dengan guna tanah, hujan dan cuaca. Model yang dihasilkan berjaya meramal 76.4% kejadian kes DD dan DDB di Georgetown. Hasil kajian ini telah memberikan maklumat berguna dan kaedah yang boleh digunakan untuk meramal dan mencegah penyakit DD dan DDB di Malaysia.

# **GEOGRAPHIC INFORMATION SYATEM (GIS) APPLICATION TO IDENTIFY THE HIGHT RISK AREA OF DENGUE AND DENGUE HEMORRHAGIC FEVER IN GEORGETOWN, PENANG**

## **ABSTRACT**

Dengue fever (DF) and dengue hemorrhagic fever (DHF) cases have steadily increased in both incidences and distributions over the past forty years. Annually, it is reported that there are 20 million cases of dengue infection, resulting in around 24,000 deaths. The transmissions of DF and DHF are related to space and time trough environmental variables, land use changes, population distribution and movement and other social, economic and political factors. The controlling and preventing of DF and DHF were taken as an ad-hoc action, and only these cases were reported. The spatial information on the course of diseases and mosquitoes breeding are very important to implement appropriate actions. Its information will be analysed by spatial analysis in order to increase the potential of preventing the outbreak of DF and DHF before the cases were reported.

This research has developed a spatial model that integrates the Geographic Information System (GIS) and statistical analysis, i.e. logistic regression to identity the high risk areas of dengue. Stepwise logistic regression analysis was used to model the relationship between dengue fever outbreak and spatial factors related to land uses, rainfall and temperature. The model succeeded in predicting 76.4% of the DF and DHF cases in Georgetown. The result provides valuable information and technique that can be applied in forecasting and preventing DD and DHF in Malaysia.

# BAB SATU

## PENGENALAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Penyakit Demam Denggi (DD) dan Demam Denggi Berdarah (DDB) disebabkan oleh jangkitan virus jenis *Flavivirus*. Pembawa virus ini nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang menularkan virus penyakit tersebut dari seorang ke seorang melalui gigitannya. Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* merupakan nyamuk kecil berwarna hitam dan mempunyai tanda atau garis-garis putih di bahagian badan dan kaki. *Aedes aegypti* boleh dikenali melalui tanda putih-perak berbentuk kecapi di bahagian dorsum torak manakala *Aedes albopictus* pula mempunyai garis putih-perak tunggal di sepanjang bahagian tengah torak.

*Aedes aegypti* merupakan nyamuk domestik dan kitaran hidup nyamuk ini berkait rapat dengan manusia dan tinggal di dalam rumah dan juga di luar rumah. Manakala nyamuk *Aedes albopictus* pula bersifat semi-domestik dan kebiasaannya boleh didapati di luar rumah di kawasan perumahan, kawasan hijau dan terbuka di bandar dan juga di kawasan pertanian dan hutan. *Aedes albopictus* dan *Aedes aegypti* kebiasaannya aktif pada waktu siang dan menggigit manusia pada waktu subuh dan waktu senja.

Transmisi virus denggi berlaku apabila virus denggi yang terdapat di dalam badan nyamuk-nyamuk ini dipindahkan kepada manusia apabila nyamuk tersebut menggigit manusia untuk menghisap darah. Selain itu melalui kajian

yang dijalankan di Malaysia menunjukkan monyet juga terlibat di dalam kitaran transmisi virus denggi ini (KKM, 1986; Tikki Pang, *et al.*, 1988). Gigitan nyamuk merupakan satu-satunya cara virus denggi tersebar di kalangan manusia. Apabila nyamuk betina menghisap darah manusia, virus yang terdapat di dalam badan nyamuk akan berkembang biak di kelenjar liur nyamuk. Proses ini mengambil masa 5-8 hari dan seterusnya virus ini boleh dijangkitkan kepada orang lain melalui gigitan nyamuk tersebut (Ghazali, *et al.*, 1997). Virus penyakit ini juga boleh disebarkan secara langsung sekiranya nyamuk yang sedang menghisap darah pesakit demam denggi terganggu dan nyamuk ini dengan segera menggigit orang lain (Tikki Pang, *et al.*, 1988).

Penyakit DD mempunyai sejarah yang panjang selaras dengan perkembangan tamadun manusia di seluruh dunia. Asal usus virus denggi masih lagi diperbincangkan oleh para pengkaji. Kebanyakan daripada mereka berpendapat bahawa virus denggi ini berasal daripada benua Afrika dan disebarkan di seluruh dunia melalui perkembangan pesat industri perkapalan dan perdagangan di antara negara-negara di Eropah, Asia dan Afrika pada abad ke 18 (Gubler, 2004). Nyamuk *Aedes aegypti* telah menjadikan bekas simpanan air di dalam kapal sebagai habitat untuk membiak dan berjaya mengekalkan kitaran transmisinya walaupun di dalam pelayaran yang lama. Apabila kapal berkenaan berlabuh, nyamuk tersebut tersebar di kawasan pelabuhan dan seterusnya ke kawasan pedalaman (Gubler, 2002). Penyakit DDB mula dikesan terjadi untuk pertama kali di Filipina pada tahun 1953 dan penyakit ini selalunya menyerang kanak-kanak yang berumur 4 hingga 6 tahun (KKM, 1986; PAHO, 1994; WHO, 1997; Gubler, 1997 dan Kuno, 1997).

Selepas Perang Dunia Kedua, kejadian kes penyakit DD dan DDB telah menunjukkan peningkatan yang ketara di seluruh dunia, khususnya di Asia dan Amerika Selatan. Terdapat banyak faktor yang dikaitkan dengan peningkatan kejadian kes DD dan DDB dan sebahagian daripada faktor tersebut masih lagi belum difahami sepenuhnya (Gubler, 2002). Sejak dari dahulu lagi, faktor peletakan geografi dan iklim mempengaruhi proses perkembangan dan penularan penyakit DD dan DDB. Namun, sejak akhir-akhir ini, penularan penyakit ini dikaitkan dengan perubahan sosial demografi dan sosial yang berlaku di seluruh dunia (Gubler, 1997; Halstead, 1997 dan Gubler, 2002).

Proses perbandaran merupakan antara faktor utama yang menyumbang kepada peningkatan kejadian kes penyakit DD dan DDB. Perkembangan proses perbandaran, terutamanya proses perbandaran yang tidak terkawal telah membawa kepada pelbagai masalah seperti bekalan air bersih, pembetulan, perumahan, penjagaan kesihatan, kesesakan, setinggan dan sebagainya yang akan menyumbang kepada peningkatan kejadian kes penyakit DD dan DDB (KKM, 1986; PAHO, 1994; WHO, 1997 dan Kuno, 1997).

KKM (1986 dan 2002) pula berpendapat bahawa kejadian penyakit DD dan DDB yang semakin meningkat pada setiap tahun mempunyai hubung kait yang rapat dengan pertambahan penduduk. Kemajuan di dalam sistem pengangkutan moden juga faktor utama kepada peningkatan kejadian kes penyakit DD dan DDB di seluruh dunia (Kuno, 1997 dan Gubler, 2002). Sistem pengangkutan moden, khususnya pengangkutan udara dan darat membolehkan nyamuk dan manusia yang menjadi pembawa kepada virus

denggi bergerak dan menyebarkan penyakit berkenaan merentasi negara dan benua dengan cepat. Selain itu, infrastruktur dan kemudahan kesihatan, pendidikan masyarakat serta pembentukan dasar dan sistem undang-undang yang berkaitan juga merupakan faktor mempengaruhi perkembangan dan penyebaran virus denggi dan penyakit denggi di seluruh dunia (KKM, 1986; PAHO, 1994; WHO, 1997 dan Kuno, 1997).

Walaupun pelbagai usaha kawalan dan pencegahan telah dijalankan, penyakit ini masih lagi merupakan satu masalah kesihatan awam yang serius di seluruh dunia. Penggunaan vaksin merupakan kaedah yang paling berkesan untuk menghapuskan penyakit yang disebabkan oleh virus. Namun begitu, vaksin yang berkesan untuk menghapuskan penyakit DD dan DDB masih belum lagi ditemui. Malah jangka masa 10 tahun atau lebih masih lagi diperlukan untuk menghasilkan vaksin yang sesuai untuk penyakit ini (Gubler, 2002). Dengan itu, Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) telah memperkenalkan kaedah pencegahan dan pengawalan secara menyeluruh yang telah terbukti berkesan untuk mengawal dan mengurus wabak penyakit ini (WHO, 1997).

Secara umum, kaedah pencegahan dan pengawalan penyakit secara menyeluruh ini meliputi kaedah pengawalan vektor, pengurusan alam sekitar, kaedah biologi dan kimia serta kaedah penguatkuasaan undang-undang yang berkaitan (WHO, 1997; PAHO, 1994; KKM, 1986; Reiter dan Gubler, 1997; Rupp, 1995 serta Muhar dan Dale, 1998). Kaedah pencegahan dan pengawalan secara menyeluruh telah terbukti berkesan apabila digunakan di Cuba pada tahun 1981, di Fiji pada tahun 1978-1979, di Tanzania pada tahun

1972 dan di Singapura pada tahun 1968 sehingga pada tahun 1980an. Dengan menggunakan kaedah pengawalan secara menyeluruh ini, Indeks Rumah bagi nyamuk *Aedes* di Singapura bagi kawasan setinggan telah menurun daripada 27.2% pada tahun 1966 kepada 5.4% pada tahun 1969. Selepas kawasan setinggan dihapuskan di Singapura mulai tahun 1969, Indeks Rumah bagi kawasan bandar di Singapura telah menurun kepada 1.61% pada tahun 1981. Kos untuk melaksanakan program kawalan secara menyeluruh di Singapura ialah pada kadar purata US\$ 1.00-1.50 bagi setiap penduduk (WHO, 1997).

Kaedah pencegahan dan pengawalan secara menyeluruh yang telah disarankan oleh WHO memerlukan kombinasi pelbagai kaedah dan aktiviti yang berlainan. WHO telah mengenal pasti potensi Sistem Maklumat Geografi (GIS) sebagai salah satu teknologi baru yang berkesan bagi tujuan pemantauan, pengurusan dan pengawalan penyakit berjangkit dengan lebih cekap dan berkesan. GIS merupakan satu sistem maklumat berasaskan komputer yang boleh digunakan untuk mengumpul, mengurus, memodelkan, menganalisis serta memaparkan semula data dan boleh digunakan alat untuk membantu proses perancangan dan pelaksanaan aktiviti pengawalan dan pencegahan vektor dan penyakit (Daw Su dan Tai Chang, 1994, Thomson dan Connor, 2000). Teknologi GIS boleh di guna dan dikembangkan bagi tujuan membantu proses mengawal penyebaran penyakit yang merupakan elemen utama dalam pengurusan penyakit berjangkit. Penggunaan GIS bagi tujuan pengurusan dan pengawalan penyakit berjangkit khususnya di kawasan bandar telah mula dikembangkan dengan lebih giat selepas mesyuarat ahli-ahli kesihatan profesional dan pakar-pakar GIS dalam seminar *National Institute of Public*



*Health and Environment Protection* di Biltoven yang telah dianjurkan oleh WHO pada tahun 1998. Antara cadangan yang dikeluarkan daripada seminar berkenaan ialah untuk membangunkan *Health and Environment GIS* (HEGIS) sebagai langkah awal untuk memperkembangkan penggunaan GIS dalam bidang kesihatan (Gatrell, *et al.*, 1998; Wilkinson, 1998 dan Rushton, 1998).

## **1.2 PERNYATAAN MASALAH**

Seperti mana dengan negara-negara tropika yang lain, Malaysia juga menghadapi masalah ancaman penyakit DD dan DDB. Akta Pemusnah Serangga Pembawa Penyakit 1975 (APSP-1975) telah digubal dan diluluskan oleh parlimen pada tahun 1975 dalam usaha untuk mengawal penyakit ini dan juga penyakit-penyakit berjangkit yang lain. Sebelum akta ini digubal dan diluluskan, tanggungjawab untuk mencegah, mengurus dan mengawal penyakit demam denggi khususnya di kawasan bandar adalah di bawah tanggungjawab kerajaan tempatan dan Jabatan Kesihatan Negeri yang berkenaan.

Menjelang tahun 1983, pengawasan dan pencegahan penyakit DD dan DDB sepenuhnya terletak di bawah tanggungjawab Rancangan Kawalan Penyakit-Penyakit Bawaan Vektor (RKPBV), Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM). RKPBV juga bertanggungjawab bagi mengawal dan mencegah penyakit-penyakit bawaan vektor yang lain seperti Malaria, Filariasis, Japanese Encephalitis (JE), Typhus, Plague dan demam kuning (KKM, 1999).

Pada tahun 1974, KMM telah mengeluarkan garis panduan pelan tindakan kepada pihak berkuasa kesihatan dan Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) bagi menangani kes dan wabak penyakit serta panduan untuk melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit berkenaan. Garis panduan ini adalah berasaskan kepada strategi pencegahan dan pengawalan penyakit secara menyeluruh seperti mana yang disarankan oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO). Melalui garis panduan ini, keutamaan sesebuah kawasan untuk dilaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit akan dapat dikenal pasti. Garis panduan pelan tindakan pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB telah disemak dan diubah suai pada tahun 1976, 1978, 1982 dan 1986 mengikut keperluan semasa (KKM, 1986).

Pada tahun 1997, garis panduan untuk mengenal pasti kawasan keutamaan bagi melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB telah diubah suai sekali lagi selaras dengan pembangunan sosioekonomi serta trend kejadian dan penularan penyakit semasa (Tham, 2001). Garis panduan baru ini telah menyenaraikan tiga kawasan keutamaan untuk melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB berbanding empat kawasan keutamaan sebelum ini (rujuk Jadual 1.1). Kawasan yang pernah terjadi wabak penyakit, kawasan perumahan padat dan kawasan yang mempunyai kepadatan nyamuk *Aedes* yang tinggi merupakan kawasan keutamaan utama untuk dilaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB. Manakala lain-lain kawasan dikategorikan sebagai kawasan keutamaan II dan III.

**Jadual 1.1 : Keutamaan dan Ciri-ciri Kawasan Untuk Melaksanakan  
Aktiviti Pencegahan dan Pengawalan Penyakit DD dan DDB**

Bil.	Keutamaan Kawasan	Ciri-ciri Kawasan
1.	Keutamaan I	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pernah terjadi wabak penyakit.</li> <li>▪ Mempunyai banyak kawasan perumahan.</li> <li>▪ Mempunyai kepadatan nyamuk <i>Aedes</i> yang tinggi.</li> </ul>
2.	Keutamaan II	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kawasan bandar yang pernah terjadi satu kes penyakit.</li> <li>▪ Kawasan bandar yang mempunyai kepadatan nyamuk <i>Aedes</i> yang tinggi.</li> <li>▪ Kawasan tumpuan orang ramai seperti hospital, sekolah dan kawasan kilang.</li> </ul>
3.	Keutamaan III	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kawasan luar bandar atau pinggir bandar yang tidak berlaku kejadian kes penyakit tetapi mempunyai kepadatan nyamuk <i>Aedes</i> yang tinggi seperti kawasan tanah kosong dan terbiar, kawasan pembuangan sampah, kawasan perkuburan, taman permainan dan lain-lain.</li> </ul>

Sumber : Tham (2001)

Secara umum, aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit dapat dibahagikan kepada tiga aktiviti utama berdasarkan status semasa kejadian kes iaitu aktiviti-aktiviti apabila wabak penyakit berlaku, aktiviti-aktiviti semasa satu kes dilaporkan dan aktiviti-aktiviti semasa tiada sebarang kes penyakit dilaporkan. Ketiga-tiga jenis aktiviti untuk mencegah dan mengawal penyakit berdasarkan status semasa kejadian kes tidak menunjukkan banyak perbezaan. Aktiviti kawalan vektor, pendidikan masyarakat, tindakan dan penyertaan masyarakat

dan penguatkuasaan undang-undang merupakan aktiviti pencegahan dan pengurusan yang utama (KKM, 1986). Aktiviti pencegahan dan pengawalan secara menyeluruh hanya akan diperluaskan apabila berlaku kes atau wabak di kawasan tertentu sahaja.

Walaupun garis panduan pelan melaksanakan aktiviti-aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit yang telah dilaksanakan di Malaysia telah terbukti berkesan, kejadian kes penyakit yang dilaporkan terus meningkat dari tahun ke setahun. Penyakit DD dan DDB masih lagi menjadi masalah kesihatan awam yang utama di negara ini. Kejadian kes penyakit yang dilaporkan tidak hanya berlaku di kawasan kediaman pesakit, malah juga dilaporkan berlaku di kawasan sekolah, hospital, tempat kerja dan di sekitar kawasan pembinaan.

Oleh kerana perubahan fizikal, alam sekitar, sosial dan demografi mempengaruhi trend penularan penyakit dan pembiakan nyamuk *Aedes*, penyakit DD dan DDB merupakan penyakit yang mudah merebak sukar untuk dikawal memandangkan keadaan fizikal, alam sekitar, sosial dan demografi di sesuatu tempat berbeza-beza dengan tempat yang lain serta sering berubah-ubah mengikut masa. Dengan itu, kaedah pelaksanaan aktiviti-aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit semasa ketiadaan kes penyakit perlu dipertingkatkan lagi keberkesanannya (Tham, 2001 dan Satwan Singh, 2001).

Pencegahan penyakit sebelum kejadian penyakit berlaku akan lebih berkesan dan menjimatkan dari segi kos berbanding dengan aktiviti pengawalan dan pembasmian penyakit apabila berlaku kejadian kes atau wabak penyakit.

Dalam proses melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB berdasarkan kepada garis panduan yang sedia ada khususnya semasa tiada sebarang kejadian kes penyakit dilaporkan, beberapa masalah telah dikenal pasti oleh pihak RKPBV dan KKM (Satwan Singh, 2001). Masalah-masalah tersebut ialah:

- i. Kaedah pelaksanaan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit.
- ii. Petunjuk yang digunakan untuk melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit.
- iii. Data-data lain yang berkaitan.
- iv. Anggota, peralatan dan kepakaran untuk melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit.

Aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit di negara ini hanya akan dijalankan secara menyeluruh apabila terjadi kes atau wabak penyakit di sesuatu kawasan. Apabila berlaku wabak penyakit, bilik gerakan untuk menyelaraskan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit akan ditubuhkan serta-merta di peringkat kebangsaan, negeri dan pihak berkuasa tempatan di mana wabak penyakit berkenaan berlaku. Aktiviti kawalan vektor, gerakan pembersihan dan pemusnahan tempat-tempat pembiakan nyamuk akan dilaksanakan di kawasan wabak atau kes penyakit dilaporkan. Kempen anti denggi, pendidikan masyarakat mengenai penyakit denggi, aktiviti gotong-royong untuk membersihkan kawasan sekitar serta penguatkuasaan APSP-1975 juga akan dijalankan secara giat.

Semasa tiada kes penyakit dilaporkan, aktiviti-aktiviti pencegahan dan kawalan penyakit hanya dilaksanakan secara rutin dan berdasarkan kebiasaan pihak berkuasa kesihatan tempatan sahaja. Sedangkan aktiviti pencegahan dan pengawalan semasa ketiadaan kes penyakit dilaporkan sepatutnya dilaksanakan secara lebih teliti dan menyeluruh bagi mengurangkan risiko berlaku kes atau wabak penyakit DD dan DDB.

Semasa ketiadaan sebarang kes penyakit dilaporkan, petunjuk bagi melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit di sesuatu kawasan bergantung sepenuhnya kepada petunjuk kepadatan nyamuk. Antara petunjuk kepadatan nyamuk yang selalu digunakan di negara ini ialah Indeks Breteau, Indeks Aedes dan Indeks Premis.

Untuk mendapatkan nilai atau bacaan petunjuk kepadatan nyamuk, ianya memerlukan masa yang lama dan memerlukan peralatan yang banyak serta tenaga kerja yang ramai. Data-data juga perlu di cerap secara berterusan untuk mendapatkan petunjuk yang lebih tepat. Ini menyebabkan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit sukar untuk dilaksanakan pada masa dan lokasi yang tepat. Nyamuk *Aedes* memerlukan masa 10-12 hari daripada peringkat telur untuk menjadi nyamuk dewasa yang berpotensi untuk menyebarkan virus denggi dan menularkan penyakit DD dan DDB. Sedangkan petunjuk kepada kepadatan nyamuk juga memerlukan masa beberapa hari untuk mendapatkan bacaan dan perlu di cerap secara berterusan untuk mendapatkan bacaan yang lebih tepat.

Pembiakan nyamuk *Aedes* dan penularan penyakit DD dan DDB juga mempunyai perkaitan yang amat rapat dengan faktor guna tanah, demografi dan cuaca. Faktor-faktor ini tidak diintegrasikan sepenuhnya dalam membuat keputusan untuk melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB. Ketepatan keputusan untuk melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit akan dapat ditingkatkan lagi sekiranya faktor-faktor guna tanah, demografi, cuaca dan faktor-faktor lain yang berkaitan diambil kira secara menyeluruh.

Untuk meningkatkan lagi keberkesanan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB semasa ketiadaan sebarang kes dilaporkan, aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit ini perlu dilaksanakan pada masa dan lokasi yang tepat. Kawasan tanggungjawab pihak berkuasa kesihatan di seluruh negara yang menyediakan perkhidmatan pencegahan dan pengawalan penyakit telah menjadi semakin luas, khususnya disebabkan oleh perkembangan sektor perumahan dan perniagaan. Pola kejadian penyakit pada tahun-tahun kebelakangan ini juga tidak hanya berlaku di kawasan bandar, malah telah merebak ke kawasan pinggir bandar dan luar bandar yang mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi seperti kawasan taman-taman perumahan (Tham, 2001). Peningkatan keluasan kawasan tanggungjawab pihak berkuasa tempatan, faktor kekurangan tenaga kerja, kos yang banyak serta perlu dilaksanakan secara berterusan menyebabkan aktiviti pencegahan dan pengawalan tidak dapat dijalankan di keseluruhan kawasan. Elemen masa dan lokasi yang tepat untuk melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan

penyakit akan menjadi kunci keberkesanan aktiviti pencegahan dan pengawalan tersebut.

Untuk mendapatkan lokasi dan masa yang tepat untuk melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB, faktor-aktor ruangan yang berkaitan dengan pembiakan nyamuk dan penularan penyakit perlu diintegrasikan sepenuhnya dengan elemen-elemen yang telah diambil kira dalam aktiviti pencegahan dan pengawalan sebelum ini. Integrasi ini boleh dilakukan sepenuhnya melalui pembentukan sebuah model ruangan yang dapat mempertimbangkan serta mengintegrasikan faktor-faktor berkaitan dengan pembiakan vektor dan penularan penyakit serta elemen masa.

Dengan adanya perkembangan teknologi maklumat, komputer, sistem komunikasi dan khususnya GIS, model ruangan akan dapat mengintegrasikan elemen-elemen yang berkaitan dengan pembiakan nyamuk dan penularan penyakit dan seterusnya meramalkan bila dan di mana sesuatu kawasan itu berpotensi untuk mencetuskan kejadian atau wabak penyakit. Keupayaan GIS untuk mengurus, mengolah dan memaparkan semula data-data ruangan serta berupaya mengintegrasikan elemen masa berupaya untuk membantu proses membuat keputusan bagi melaksanakan aktiviti pengawalan dan pencegahan penyakit DD dan DDB semasa kejadian kes penyakit tidak dilaporkan. Aktiviti pengawalan dan pencegahan akan dapat dilaksanakan dengan cepat dan tepat pada masanya tanpa perlu sesuatu kes atau wabak penyakit berlaku terlebih dahulu.



Seperti mana yang disarankan oleh pihak WHO, negara juga tidak ketinggalan di dalam penggunaan GIS dalam bidang kesihatan walaupun ianya merupakan satu bidang yang masih lagi baru. Adalah menjadi dasar KKM untuk meluaskan penggunaan teknologi moden dan terkini di dalam usaha untuk meningkatkan tahap kesihatan di seluruh negara khususnya penggunaan komputer dan sistem pengurusan maklumat yang menyeluruh. Penggunaan GIS untuk pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB telah dipelopori oleh Majlis Perbandaran Johor Baharu pada 1996 (Ghazali, *et al.* 1997). Pihak RKPBV antara lain telah menggariskan dasar untuk melibatkan penggunaan GIS sebagai salah satu pendekatan untuk meningkatkan lagi keberkesanan aktiviti pencegahan dan pengurusan penyakit DD dan DDB di negara ini (Tham, 2002 dan Satwan Singh, 2001).

### **1.3 MATLAMAT DAN OBJEKTIF KAJIAN**

Berdasarkan kepada permasalahan kajian dan potensi GIS dalam aspek pencegahan dan pengawalan penyakit berjangkit, termasuk penyakit DD dan DDB, matlamat kajian ini ialah untuk membentuk satu model ruangan dengan mengambil kira faktor-faktor pembiakan nyamuk dan penularan penyakit DD dan DDB. Keupayaan GIS akan digunakan dalam proses menjana data-data daripada faktor-faktor pembiakan nyamuk dan penularan penyakit yang akan digunakan dalam proses pembentukan model. Seterusnya model yang dicadangkan akan dibentuk melalui kaedah statistik. Berdasarkan kepada matlamat tersebut, objektif yang lebih khusus bagi kajian ini ialah :

- i. Mengkaji faktor-faktor yang berkaitan dengan pembiakan nyamuk dan penularan penyakit serta kaedah pencegahan dan pengawalan penyakit yang sedia ada sebagai asas kepada pembentukan model ruangan.
- ii. Membentuk satu model ruangan untuk mengenal pasti masa dan lokasi kawasan yang berisiko tinggi untuk mencetuskan kes atau wabak penyakit DD dan DDB. Dengan itu aktiviti kawalan dan pencegahan penyakit akan dapat dijalankan dengan lebih tepat dan berkesan semasa tiada sebarang kes penyakit berkenaan dilaporkan.
- iii. Memaparkan keupayaan dan integrasi GIS dengan kaedah statistik dalam permodelan. GIS mampu untuk mengolah data-data yang berkaitan dengan pembiakan nyamuk dan penularan penyakit menjadi data-data ruangan. Seterusnya, data-data ruangan ini akan diintegrasikan dengan kaedah statistik bagi membentuk model ruangan.

#### **1.4 SKOP KAJIAN**

Fokus kajian ini ialah untuk meningkatkan keberkesanan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit khususnya semasa tiada sebarang kes penyakit DD dan DDB dilaporkan melalui pembentukan model ruangan. Aspek-aspek yang akan membataskan kajian ini ialah:

- i. Kajian ini mengambil kira faktor-faktor berkaitan dengan pembiakan nyamuk dan penularan penyakit sebagai asas kepada pembentukan

model. Kajian juga mengambil kira amalan-amalan dan faktor-faktor yang digunakan oleh pihak RKPBV bagi melaksanakan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB.

- ii. Model yang dibangunkan hanya memfokuskan kepada aktiviti-aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit semasa tiada sebarang kes penyakit dilaporkan. Aktiviti-aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit semasa berlakunya kejadian kes atau wabak penyakit tidak diambil kira di dalam kajian ini.
- iii. Model yang dibangunkan hanyalah mempertimbangkan kawasan kajian sahaja iaitu di kawasan Bandaraya Georgetown.

Kajian ini akan menggunakan peralatan komputer, perisian GIS, lain-lain perisian serta kemudahan sokongan lain yang terdapat di Unit Geoinformatik, Bahagian Geografi, Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan dan di Unit Penyelidikan Kawalan Vektor, Pusat Pengajian Sains Kaji hayat, Universiti Sains Malaysia.

## **1.5 KEPENTINGAN KAJIAN**

Aktiviti kawalan dan pencegahan secara menyeluruh hanya akan dilaksanakan apabila berlakunya kes atau wabak penyakit di sesuatu kawasan. Manakala semasa tiada sebarang kes penyakit dilaporkan, aktiviti pencegahan dan pengawalan juga dilaksanakan tetapi keberkesanan aktiviti-aktiviti ini boleh dipertingkatkan lagi. Kekurangan data, peralatan, kakitangan dan kemahiran

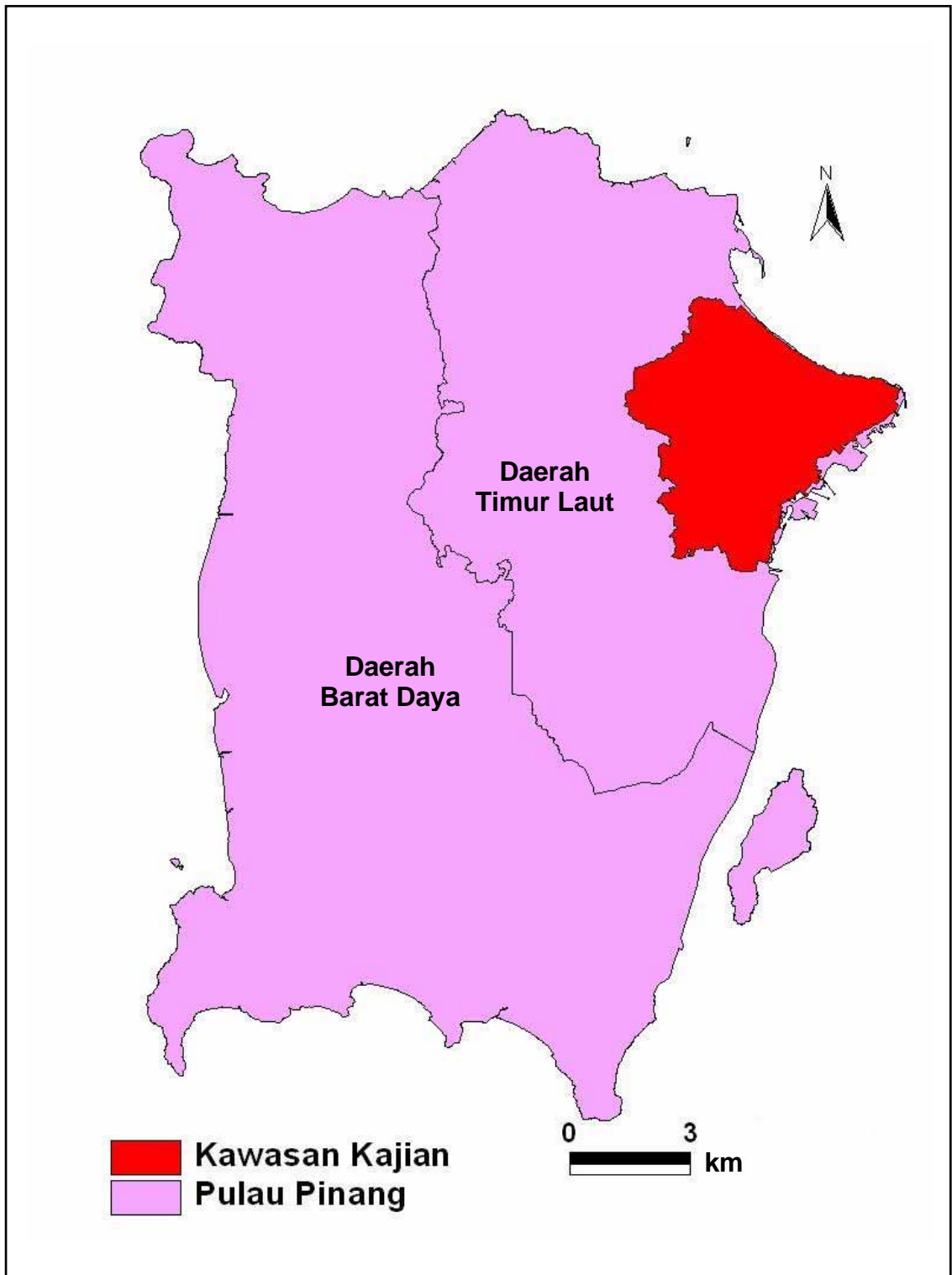
merupakan antara faktor yang membataskan keberkesanan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit semasa tiada sebarang kes dilaporkan. Malah proses mengumpul data dan mengemas kini data yang berkaitan juga memerlukan perbelanjaan yang tinggi. Dengan mempertimbangkan keupayaan-keupayaan GIS dan kaedah analisis statistik, maka kajian ini diharapkan akan dapat menghasilkan perkara-perkara berikut :

1. Dapat memaparkan satu integrasi antara faktor-faktor mempengaruhi pembiakan nyamuk dan penularan penyakit dengan elemen masa dengan menggunakan GIS dan kaedah analisis statistik bagi pembentukan model.
2. Membentuk satu model yang dapat digunakan untuk mengenal pasti lokasi kawasan yang berisiko tinggi untuk mencetuskan kejadian penyakit. Dengan itu aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB akan dapat dilaksanakan pada masa dan lokasi yang lebih tepat.
3. Model yang akan dibangunkan akan dapat dijadikan model asas bagi membantu dan meningkatkan lagi keberkesanan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit-penyakit berjangkit yang lain di kawasan bandar dan seterusnya akan dapat meningkatkan kualiti hidup di kawasan bandar.
4. Sebagai satu usaha untuk menerokai dan memperluaskan lagi penggunaan GIS di negara ini di dalam pelbagai bidang khususnya di dalam bidang kajian penyakit berjangkit yang mana negara ini masih lagi berada di peringkat permulaan perkembangan dan penggunaan GIS dan teknologi maklumat yang lain.

## 1.6 KAWASAN KAJIAN

Kawasan Bandaraya Georgetown yang terletak di Daerah Timur Laut merupakan antara kawasan yang paling maju dibangunkan di negeri Pulau Pinang dan merupakan bandaraya yang ketiga besar di Malaysia. Kemajuan pesat yang dialami oleh Georgetown menjadikan bandaraya ini pusat tumpuan penduduk, sektor perkhidmatan, perniagaan, perdagangan dan sebagainya. Menurut Laporan Banci Penduduk dan Perumahan Negara Tahun 2000, jumlah penduduk di Daerah Timur Laut pada tahun 2000 ialah seramai 444,923 orang (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2001). Dalam konteks perancangan pembangunan wilayah Semenanjung Malaysia, Bandaraya Georgetown merupakan pusat Wilayah Utara yang merangkumi negeri Perlis, Kedah, Pulau Pinang dan kawasan Perak Utara.

Kawasan kajian merupakan sebahagian daripada kawasan bandarya Georgetown yang terletak di bahagian timur Daerah Timur Laut (rujuk Rajah 1.1) dengan keluasan 240.5 km persegi. Dari aspek pentadbiran kawasan kajian terdiri daripada Mukim 44 seluas 206.5 km persegi, sebahagian Mukim 45 seluas 32.3 km persegi dan sebahagian kecil Mukim 43 seluas 1.7 km persegi. Dari segi fizikal, kawasan kajian merupakan kawasan tepubina dengan gunatanah utama terdiri daripada kawasan kediaman, kawasan pengangkutan, kawasan perniagaan dan kawasan kemudahan masyarakat. Gunatanah dikawasan kajian akan dibincangkan dengan lebih terperinci di bahagian 4.2.2 dalam Bab 4.



Sumber : PEGIS, 2000

Rajah 1.1 : Kawasan Kajian

Kawasan Georgetown dipilih sebagai kawasan kajian kerana kawasan ini merupakan antara kawasan yang mencatatkan kejadian kes penyakit DD dan DDB yang tinggi di negeri Pulau Pinang. Daripada 580 kejadian kes DD dan DDB yang dilaporkan di negeri Pulau Pinang pada tahun 1999, 154 kes berlaku di kawasan Georgetown. Manakala pada tahun 2003 pula, 747 kes penyakit DD dan DDB telah dilaporkan di seluruh negeri Pulau Pinang. Daripada jumlah tersebut, 185 kes telah dilaporkan berlaku di kawasan Georgetown. Pada tahun 2006, sebanyak 504 kes penyakit DD dan DDB dilaporkan telah berlaku di Georgetown dan kejadian kes telah meningkat kepada 596 kes pada tahun 2007 (MPPP, 2007). Selain itu kawasan Georgetown juga mempunyai sejarah sebagai kawasan pertama yang mengalami wabak demam denggi berdarah di negara ini iaitu pada tahun 1962 (KKM, 1986). Peningkatan kejadian kes penyakit DD dan DDB di kawasan Georgetown adalah disebabkan kawasan ini merupakan kawasan tumpuan penduduk dari dalam dan luar negara semenjak dari zaman penjajahan British lagi. Sehingga ke hari ini, kawasan Georgetown telah mengalami proses pembedaan yang pesat dan dalam masa yang sama kawasan bandar sering dikaitkan dengan kawasan yang sering berlakunya kejadian kes dan wabak penyakit DD dan DDB.

Kawasan Georgetown juga dipilih sebagai kawasan kajian disebabkan oleh ketersediaan data-data yang diperlukan untuk menjalankan kajian. Data digital gunatanah boleh diperolehi daripada pihak Penang Geographic Information (PEGIS), salah satu agensi Kerajaan Negeri Pulau Pinang yang membangunkan pangkalan data GIS bagi keseluruhan negeri Pulau Pinang. Data digital kawasan pentadbiran pula boleh diperolehi daripada pihak Jabatan

Ukur dan Pemetaan (JUPEM) Negeri Pulau Pinang. Dengan adanya data ini, proses pendigitalan peta tidak perlu dilakukan dan ini telah menjimatkan sebahagian besar masa yang diperuntukan untuk proses kutipan data.

Pihak RKPBV Negeri Pulau Pinang, khususnya Pejabat Kesihatan Daerah Timur Laut juga telah mempunyai data yang lengkap berkenaan dengan kejadian kes penyakit DD dan DDB yang berlaku di kawasan Georgetown. Malah pada tahun 2002, pihak Pejabat Kesihatan Daerah Timur Laut telah memasukan rujukan lokasi kejadian kes menggunakan peralatan Sistem kedudukan Global (GPS) sebagai satu maklumat baru bagi setiap kejadian kes penyakit DD dan DDB. Dengan itu lokasi kejadian kes dapat dipetakan dengan cepat dan mudah dan ianya banyak membantu dalam kajian ini.

## **1.7 ORGANISASI PENULISAN TESIS**

Secara keseluruhan, penulisan tesis ini mempunyai enam bab yang disusun menurut urutan kajian. Bab pertama merupakan pengenalan kepada kajian. Bab ini membincangkan aspek permasalahan kajian, matlamat dan objektif kajian, skop yang akan membataskan kajian ini, serta sumbangan kajian ini dari segi akademik dan juga kepada pihak berkuasa kesihatan di negara ini dalam meningkatkan lagi keberkesanan aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit berjangkit, khususnya penyakit DD dan DDB.



Bab kedua ialah kajian literasi yang membincangkan tentang nyamuk *Aedes* serta penyakit DD dan DDB. Kajian ini akan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang perkara-perkara penting dalam aspek pencegahan dan pengawalan penyakit DD dan DDB seterusnya memberi panduan ke arah pembentukan model ruangan. Pengkaji juga membuat ulasan tentang integrasi GIS dan kaedah analisis statistik untuk pembentukan model ruangan serta kajian-kajian yang telah dilaksanakan oleh pengkaji terdahulu berkenaan dengan penggunaan GIS dalam bidang pencegahan penyakit berjangkit, termasuklah penyakit DD dan DDB.

Bab ketiga membincangkan kerangka konseptual dan metodologi kajian yang akan memberi panduan kepada penulis untuk melaksanakan kajian ini. Berdasarkan kepada faktor-faktor yang berkaitan dengan DD, DDB serta GIS, rangka konseptual model ruangan akan dibentuk. Seterusnya bab ini akan membincangkan faktor-faktor ruangan yang berkaitan untuk pembentukan model seterusnya langkah-langkah dalam proses pembentukan model di dalam metodologi kajian.

Bab keempat pula membincangkan proses pembentukan pangkalan data GIS seterusnya kaedah analisis data bagi menjana data-data ruangan yang diperlukan untuk pembentukan model ruangan. Bab kelima pula membincangkan proses pembentukan model menggunakan kaedah analisis statistik. Seterusnya bab kelima juga akan merangkumi proses pengujian model bagi mengenal pasti ketepatan model yang dihasilkan dalam mengenal pasti lokasi yang mempunyai risiko yang tinggi untuk mencetuskan wabak atau kes

penyakit DD dan DDB. Sebarang perubahan terhadap model, jika diperlukan akan dibuat untuk meningkatkan lagi ketepatan keputusan yang diramal oleh model ruangan ini.

Bab terakhir tesis ini merupakan bahagian rumusan dan cadangan penyelidikan pada masa hadapan. Rumusan kajian akan membincangkan penemuan-penemuan kajian dan sumbangan daripada kajian. Cadangan penyelidikan akan membincangkan batasan atau masalah yang dihadapi sepanjang menjalankan kajian dan seterusnya mengemukakan cadangan-cadangan serta topik-topik yang boleh dikaji oleh pengkaji yang akan datang khususnya dalam aspek penggunaan GIS di dalam bidang kajian penyakit dan kesihatan awam.

## **BAB DUA**

### **DEMAM DENGGI, DEMAM DENGGI BERDARAH DAN SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI**

#### **2.1 PENGENALAN**

Penyakit bawaan vektor merupakan antara masalah kesihatan awam yang terus mendatangkan ancaman kepada penduduk di seluruh dunia. Menurut WHO, masalah penyakit-penyakit bawaan vektor ini terus merebak dan mengancam nyawa berjuta-juta penduduk khususnya penduduk di negara-negara membangun di Afrika, Asia dan Amerika Selatan (WHO, 1997). Penyakit DD dan DDB telah tercetus kembali semenjak 15 tahun yang lalu dan telah mendatangkan ancaman yang serius kepada kesihatan penduduk di Asia, kawasan Pasifik, Afrika dan Amerika Selatan (WHO, 1999). Bab ini akan membincangkan tentang penyakit DD dan DDB, Sistem Maklumat Geografi (GIS) serta kemampuan GIS yang boleh diaplikasikan di dalam aspek pencegahan dan pengawalan penyakit berjangkit, khususnya penyakit DD dan DDB di kawasan Georgetown, Pulau Pinang.