

**UNSUR MASA DALAM REKABENTUK DAN IMPLIMENTASI MODEL
DATA DUA KIUB BAGI SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI**

MOHD SHAFRY BIN MOHD RAHIM

**Tesis ini dikemukakan sebagai memenuhi
syarat penganugerahan Ijazah Sarjana Sains (Sains Komputer)**

**Fakulti Sains Komputer dan Sistem Maklumat
Universiti Teknologi Malaysia**

JANUARI, 2002

DEDIKASI

Untuk Ibu , Bapa dan adik-adik tersayang.

En. Mohd Rahim Bin Abdullah, Pn Rahimah bt Abdul Hamid.

Untuk Isteri yang dikasihi Pn Rozita bt Abdul.

*Untuk rakan-rakan seperjuangan dan penyelia, khususnya
kumpulan kajian GIS dan Visualisasi*

Ribuan terima kasih atas dorongan dan sumbangan serta pengorbanan kalian...

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi kesyukuran ke hadrat Ilahi dengan izinnya dapat saya siapkan penyelidikan dan penulisan tesis ini. Selawat dan salam ke atas junjungan besar Nabi Muhammad S.A.W, keluarga serta sahabatNya.

Jutaan penghargaan kepada penyelia-penyelia, Professor Madya Daut Daman, Professor Madya Dr Harihodin Selamat dari peringkat awal penyelidikan sehingga akhir penyelidikan atas bimbingan, tunjuk ajar, bantuan teknikal dan perbincangan yang telah diberikan. Penghargaan juga diberikan kepada penilai, Prof Madya Dr. Md. Noor Md. Sap dan Prof Madya Dr Abdullah Embong masing-masing dari Universiti Teknologi Malaysia (UTM) dan Universiti Sains Malaysia (USM).

Terima kasih juga kepada rakan-rakan penyelidikan Professor Madya Sarudin bin Kari, Nik Isrozaidi Nik Ismail, Tuty Asmawaty Binti Abdul Kadir, Norazam Sharif, Abdullah Bade, Puteri Suhaiza, NurIlyana, Zahid, dari Jabatan Grafik Multimedia, Fakulti Sains Komputer dan Sistem Maklumat, Dr Ibrahim Busu, dari Fakulti Geoinformasi, serta sahabat dari Jabatan Ukur Dan Pemetaan Malaysia, Mohd Bukhori Raghali, atas sumbangan maklumat dan ide dalam menjalankan penyelidikan.

Akhir sekali kepada ibu dan bapa serta isteri, terima kasih kerana menemani, mendorongi dan memahami sepanjang pengajian sarjana ini.

Semoga Allah Meredhai kita semua.

ABSTRAK

Secara amnya, Sistem Maklumat Geografi (GIS) mempunyai empat komponen utama iaitu input data, model data, analisis dan manipulasi data, dan persembahan data. Komponen tersebut sangat penting untuk memastikan GIS berfungsi dengan sempurna. Tesis ini membincangkan penyelidikan yang dilakukan seperti pemilihan kaedah, sintesis, rekabentuk dan implimentasi terhadap salah satu komponen tersebut iaitu model data. Isu utama yang menjadi topik penyelidikan adalah untuk menghasilkan satu model data yang mempunyai kebolehan untuk menyimpan dan menguruskan perubahan yang berlaku terhadap ciri-ciri geografi di dalam satu rekabentuk model data. Satu perspektif baru dalam kaedah permodelan model data telah dicadangkan untuk menyelesaikan isu pengurusan perubahan ciri-ciri geografi dalam GIS. Dalam membangunkan satu perspektif baru tersebut, kaedah permodelan data berdasarkan ciri-ciri geografi dan kaedah kiub sistem diintegrasikan untuk menghasilkan satu model data baru. Model data tersebut dinamakan sebagai Model Data Dua Kiub, yang mana model ini mengambil kira unsur masa. Model Data Dua Kiub ini diimplimentasi dengan menggunakan model pangkalan data hubungan untuk menguji keupayaannya. Daripada proses pengujian yang dilakukan, Model Data Dua Kiub mempunyai keupayaan dalam menguruskan perubahan ciri-ciri geografi yang dinamik. Sebagai kesimpulan, unsur masa adalah penting dalam pengurusan data geografi. Dalam tesis ini, penulis telah membuktikan unsur masa boleh diintegrasikan dalam satu rekabentuk model data.

ABSTRACT

Generally, Geographical Information System (GIS) has four main components namely data input, data model, data analysis and manipulation, and data presentation. These components are vital in order to make a GIS fully functional. This thesis is centered upon the research activities of selecting, synthesis, designing and implementing the data model components. The primary research issue is to develop a data model that has the capability of storing and managing changes in geographic features. A new perspective approach on the current data modeling is proposed in order to alleviate the current issue plaguing the GIS data management. In developing this new perspective, the feature based approach and system cube method are synthesized to produce a new data model. Consequently, the combination of these approaches resulted in the design of Double Cube Data Model, which integrates temporal information of geographic features. The Double Cube Data Model has been implemented using relational database system. After extensive testing, the Double Cube Data Model performed admirably in managing the dynamic changes of geographic features. In conclusion, temporal information is the prime importance in managing geographic data. In this thesis, the author has proved that temporal information can be integrated into a single GIS data model.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SINGKATAN	xv
	SENARAI ISTILAH	xvi
	SENARAI LAMPIRAN	xvii
I	Pengenalan	1
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Latar Belakang Masalah Penyelidikan	4
	1.3 Penyataan Masalah Penyelidikan	8
	1.4 Matlamat Penyelidikan	8
	1.5 Objektif Penyelidikan	9
	1.6 Skop Penyelidikan	9
	1.7 Kepentingan Penyelidikan	10
	1.8 Sumbangan Ilmiah	11
	1.9 Struktur Tesis	12

II	KAJIAN LITERASI	14
2.1	Pendahuluan	14
2.2	Data Geografi	15
2.3	Masa Dalam Data Geografi	16
2.4	Permodelan Data Geografi	17
2.4.1	Model Data Berdasarkan Objek	17
2.4.2	Model Data Berdasarkan Ruang	18
2.4.3	Model Data Berdasarkan Ciri-Ciri Geografi	20
2.4.4	Model Data Berdasarkan Arah	22
2.4.5	Perbincangan Dan Perbandingan Antara Model	23
2.5	Model Pangkalan Data	26
2.5.1	Perkembangan Model Pangkalan Data	27
2.5.2	Perbincangan Dan Perbandingan	29
2.6	Koleksi Model Data Sistem Maklumat Geografi	31
2.6.1	TLDM (1999)	31
2.6.2	Model Data GISER (1997)	32
2.6.3	Model Data SAND (1997)	33
2.6.4	Model Data IGMX	33
2.6.5	Model Data GODOT	34
2.6.6	Model Data MHIS	35
2.6.7	Model Data Berdasarkan Peristiwa (1998)	36
2.7	Kesimpulan	38
III	METODOLOGI PENYELIDIKAN	40
3.1	Pendahuluan	40
3.2	Peningkatan Model Berasaskan Ciri-Ciri Geografi	42
3.3	Sistem Kiub	44

3.4	Integrasi Model Berasaskan Ciri-Ciri Geografi dan Sistem Kiub	45
3.5	Model Pangkalan Data Hubungan	47
3.6	Pendekatan Persembahan Berasaskan Lapisan (<i>Layer Based Approach</i>)	47
IV	REKABENTUK MODEL DATA	49
4.1	Pendahuluan	49
4.2	Rekabentuk Model Data Dua Kiub	50
4.3	Komponen Model Data Dua Kiub	54
4.4	Rekabentuk Pangkalan Data	55
4.5	Perbincangan Model Data Dua Kiub	57
V	IMPLIMENTASI DAN HASIL PENYELIDIKAN	59
5.1	Pendahuluan	59
5.2	Implimentasi Model Data	60
5.2.1	Senarai Entiti	60
5.2.2	Senibina Fizikal Bagi Pangkalan Data	62
5.3	Sistem Pengurusan Data	64
5.3.1	Proses Kemasukan Data	65
5.3.2	Proses Capaian Data	67
5.3.2.1	Persembahan Bergrafik (Peta 2D)	68
5.3.2.2	Data Integrasi Antara Data Ruang dan Bukan Ruang	69
5.3.2.3	Data Analisis Masa	71
5.3.3	Persembahan Data Bergrafik (Peta 2D)	74
5.3.4	Analisis Data Ruang	76
5.3.4.1	Proses Carian	76

5.3.4.2	Proses Pengiraan Jarak, Luas dan Parameter Data Ruang	79
5.4	Pengujian Model Data dan Pangkalan Data	82
5.4.1	Pemaparan Data Bergeografi (Peta 2D)	83
5.4.2	Integrasi Data Ruang dan Data Bukan Ruang	87
5.4.3	Persembahan Data Mengikut Sela Masa	88
5.5	Kesimpulan	90
VI	PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN	91
6.1	Pendahuluan	91
6.2	Perbandingan Hasil Pengujian Model Data Dua Kiub	92
6.2.1	MHIS	92
6.2.2	TLDM	95
6.3	Perbandingan Keseluruhan Model Data	96
6.4	Isu-Isu Implimentasi Model Data Dua Kiub	97
6.4.1	Penggunaan Data Vektor	97
6.4.2	Integrasi Data Ruang dan Bukan Ruang	99
6.4.3	Masa Dalam Model Data Dua Kiub	100
6.5	Kerja-Kerja Penambahbaikan di Masa Hadapan	101
6.6	Kesimpulan	102
	BIBLIOGRAFI	103
	LAMPIRAN	108

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Ringkasan Perbezaan dan Persamaan antara Kaedah Permodelan Data Geografi	24
2.2	Rumusan Model Pangkalan Data	29
5.1	Senarai Entiti	61
5.2	Masa Proses Pengeluaran Data dan Persembahan Data	86
6.1	Perbezaan Kadar Masa Capaian Antara Model Data Dua Kiub dan Model Data MHIS	94
6.2	Ringkasan Perbandingan Antara Model Data dengan Model Data Lain	98
6.3	Kedudukan Data Vektor dalam Jadual Entiti	99

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Hubungan Masa, Lokasi, Attribut	5
2.1	Rangka Ruang Kerja	19
2.2	Takrifan Bagi Ciri-ciri Geografi	21
2.3	Asas Kepada Kaedah Permodelan Berdasarkan Arah	23
2.4	Perkembangan Model Pangkalan Data	28
2.5	Rekabentuk Model Data GISER [30]	32
2.6	Objek Utama Dalam Model Data IGMX [49]	34
2.7	Tiga Katogeri Model Data GODOT [12]	35
2.8	Gambaran Logikal Sistem Kiub [1]	36
2.9	Konsep Model Data Berdasarkan Peristiwa [41]	38
3.1	Rekabentuk Metodologi Kajian	41
3.2	Kaedah Permodelan Berdasarkan Ciri- Ciri Geografi	43
3.3	Sistem Kiub yang digunakan	44
3.4	Integrasi Antara Kaedah Permodelan Berdasarkan Ciri-Ciri Geografi dengan Sistem Kiub	46

3.5	Terjemahan Sistem Kiub kepada Bentuk Jadual	47
4.1	Konsep Model Data Dua Kiub	50
4.2	Integrasi Antara Data Ruang dan Data Bukan Ruang	52
4.3	Proses Pengujian Perubahan Data	53
4.4	Rekabentuk Fizikal Model Data Dua Kiub	55
4.5	Gabungan Dua Kiub menjadi Satu Kiub	57
5.1	Rekabentuk Fizikal Pangkalan Data	63
5.2	Modul Sistem Pengurusan Data	64
5.3	Proses Penukaran Format Data	65
5.4	Antaramuka Bergrafik Proses Kemasukan Data.	66
5.5	Antaramuka Bergrafik Proses Kemasukan Data Jujukan Masa.	67
5.6	Proses Integrasi antara Data Ruang dan Data Bukan Ruang	69
5.7	Proses Capaian Data untuk Pengujian Masa	72
5.8	Hasil Proses Pencarian Ciri-Ciri Geografi	77
5.9	Antaramuka Proses Pencarian Objek Dalam Ruang Segi Empat	78
5.10	Hasil Proses Pencarian Menggunakan Segiempat	79
5.11	Pengiraan Jarak Antara Dua Titik	81
5.12	Lapisan Sungai Negeri Johor	83

5.13	Lapisan Jalan Keretapi Negeri Johor	84
5.14	Lapisan Stesen-Stesen Hidrologi Negeri Johor	84
5.15	Lapisan Jalan Utama Negeri Johor	85
5.16	Lapisan Gabungan Semua Lapisan	85
5.17	Hasil Proses Integrasi Data Ruang dan Data Bukan Ruang	87
5.18	Perubahan Data Ruang bagi Jalan Raya Muar-Mersing	88
5.19	Hasil daripada Proses Pengujian Terhadap Analisis Masa	89
6.1	Perbezaan Hasil Perembahan Antara MHIS dan Aplikasi Yang Dibangunkan	93
6.2	Pertindihan Sempadan Data Ruang	96
6.3	Konflik Hubungan dalam Sistem Pangkalan Data	97

SENARAI SINGKATAN

GIS	Sistem Maklumat Geografi
GISER	Geographic Information System Entity Relational
GODOT	Geographic Data Management With Object Oriented Technique
JUPEM	Jabatan Ukur Dan Pemetaan Malaysia
MHIS	Malaysian Hydrological Information System
SAND	Spatial and Non-Spatial Database
TLDM	Three Level Data Model

SENARAI ISTILAH

Data Ruang	Spatial Data
Data Bukan Ruang	Non-Spatial Data
Pemodelan Data Berdasarkan Ruang	Field Based
Permodelan Data Berdasarkan Ciri-ciri Geografi	Features Based
Permodelan Data Berdasarkan Arah	Directional Based
Permodelan Data Berdasarkan Objek	Object Based
Lapisan	Layer
Kiub Sistem	System Cube
Pangkalan Data Hubungan	Relational Database
Sela Masa	Time Series

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	Kamus Pangkalan Data Bagi Implimentasi Model Data Dua Kiub	108
B	Penyataan SQL	118
C	Senarai Kertas Kerja Peringkat Kebangsaan dan International	125

BAB I

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Sistem Maklumat Geografi(GIS) merupakan sistem yang menguruskan maklumat tentang ciri-ciri geografi yang terdapat di permukaan muka bumi, di dalam bumi dan di atas bumi. Maklumat tentang ciri-ciri geografi yang dimaksudkan adalah satu skop yang menyeluruh. Ciri-ciri ini meliputi proses semula jadi alam semesta sama ada makhluk yang bernyawa dan tidak bernyawa.

Perkembangan GIS telah bermula sejak daripada awal tahun 60-an. Perkembangan ini bermula dengan desakan manusia yang semakin hari semakin mahukan kemajuan dan mencari teknologi yang boleh membantu memudahkan pengurusan alam yang lebih baik dan berkesan.

Dengan lebih tepat perkembangan ini bermula apabila berlaku perkembangan teknologi maklumat yang pesat. Pelbagai penemuan telah diperolehi hasil daripada penyelidikan yang dilakukan terhadap GIS yang seterusnya membawa kepada kemantapan sistem tersebut. Namun begitu, masih terdapat lagi penyelidikan yang perlu dijalankan bagi memenuhi kehendak pengguna dalam menganalisis alam dan kehidupan.

Kegunaan GIS adalah menyeluruh. Pada kebiasaannya, ia digunakan dalam bidang pertanian, bidang hidrologi, bidang ukur tanah, bidang pemetaan, bidang pengurusan sumber asli dan bidang-bidang yang berkaitan dengan pengurusan alam. Selain daripada itu, ia juga digunakan dalam pembangunan perniagaan, pengurusan pengangkutan serta pengurusan sosial dan politik. Sebagai contoh penggunaan GIS adalah dalam analisis kesihatan dan kemiskinan

Dalam membangunkan GIS, terdapat empat perkara yang perlu diambil kira dari sudut sains komputer iaitu input data, model data, manipulasi dan analisis data, dan persembahan data. Masing-masing mempunyai fungsi yang tersendiri bagi memastikan GIS berfungsi dengan sempurna [30].

Input data adalah satu aktiviti yang dapat mengenal pasti data-data yang diperlukan bagi satu GIS. Secara umumnya, data yang diperlukan oleh satu GIS ada dua jenis iaitu data ruang dan data bukan ruang.

Data ruang adalah data yang menggambarkan rupa bentuk geografi bagi satu kawasan. Data bukan ruang adalah maklumat yang menerangkan data ruang dan ciri-ciri ruang tersebut. Data-data ini dipengaruhi oleh unsur masa.

Data-data yang diperoleh akan disimpan di dalam satu pangkalan data bagi GIS mengikut rekabentuk pangkalan data yang tersendiri bergantung pada keperluan dan kehendak organisasi. Ini adalah peringkat pembangun sistem yang akan menentukan model data yang perlu digunakan untuk menghasilkan pangkalan data bagi GIS.

Dalam menentukan model data yang terbaik untuk GIS, perkara yang perlu dipertimbangkan ialah input data, manipulasi dan analisis data, serta persembahan data. Ia adalah untuk memastikan model data yang dihasilkan selari dengan keperluan model data.

Manipulasi dan analisis data merupakan bahagian yang akan menentukan skop bagi GIS yang dibangunkan. Ia terbahagi kepada dua iaitu asas kepada aplikasi GIS dan keperluan pengguna. Manipulasi dan analisis data yang sama bagi setiap

aplikasi GIS adalah proses carian ciri-ciri geografi, pengiraan luas dan lilitan bagi objek, proses penggabungan antara lapisan data dan juga integrasi antara data ruang dan data bukan ruang. Bagi manipulasi dan analisis data yang khusus, ia memerlukan kepada keperluan organisasi yang terperinci. Ini bertujuan bagi memastikan kepenggunaan GIS digunakan sepenuhnya. Analisis ini akan menentukan perbezaan antara aplikasi GIS di setiap organisasi. Sebagai contoh, Kementerian Pertanian Malaysia memerlukan analisis yang boleh mengklasifikasikan kawasan yang sesuai untuk jenis tanaman yang tertentu, Jabatan Hidrologi memerlukan aplikasi GIS yang boleh membantu dalam pengurusan sumber air dan analisis banjir, dan syarikat telekomunikasi memerlukan GIS untuk menganalisis pasaran dan lokasi pencawang serta keberkesanan lokasi pencawang tersebut.

Hasil daripada manipulasi dan analisis data yang dilakukan akan dipersembahkan dalam bentuk paparan yang boleh difahami oleh pengguna dan menepati konsep GIS. Asas kepada persembahan adalah peta.

Menurut Wang Feng dan rakan-rakannya [10], hasil daripada kajiannya menyatakan bahawa persembahan yang paling berkesan adalah melihat bagaimana pada kebiasaannya pengguna memahami peta. Dalam hal ini, terdapat tiga perkara yang penting iaitu warna yang digunakan untuk menghasilkan garisan peta, simbol yang sering digunakan dan juga klasifikasi lapisan data ini bergantung pada maklumat yang diperlukan oleh pengguna.

Keempat-empat perkara yang telah dibincangkan terdahulu menjadi perhatian oleh seluruh penyelidik untuk melakukan penyelidikan. Pelbagai isu perlu diselesaikan. Antara yang menjadi perhatian adalah untuk mempersembahkan data geografi dengan lebih interaktif, memanipulasi dan analisis data sejarah serta mengurus data dengan lebih dinamik [5,36,39, 40].

Dalam tesis ini, fokus penulis adalah kepada menghasilkan rekabentuk dan mengimplimentasi model data dengan mengambilkira unsur masa dalam data geografi. Isu yang akan dibincangkan adalah hubungan unsur masa dalam data geografi untuk menghasilkan model data yang lebih dinamik.

Dalam konteks ini, penulis membentangkan ide untuk menyelesaikan isu tersebut dari sudut pengurusan data geografi. Penulis menggunakan satu pendekatan baru untuk menghasilkan rekabentuk model data dengan menggunakan kaedah model data berdasarkan ciri-ciri geografi yang diintegrasikan dengan kaedah sistem kiub. Oleh yang demikian, satu model data baru telah dihasilkan dan dinamakan sebagai Model Data Dua Kiub. Penulis juga menerangkan secara terperinci proses implimentasi Model Data Dua Kiub dan hasil daripada proses pengujian yang telah dijalankan. Hasil menunjukkan bahawa model data dua kiub boleh digunakan untuk menghasilkan sistem pengurusan data geografi yang melibatkan unsur masa.

1.2 Latar Belakang Masalah Penyelidikan

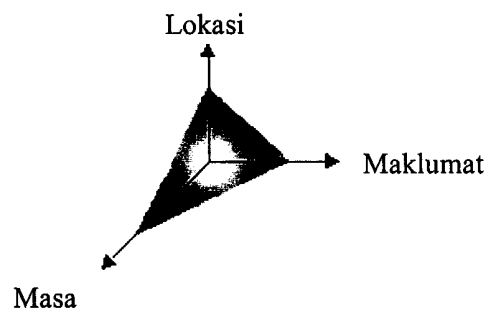
Sumber bagi isu yang dibincangkan di dalam tesis ini adalah hasil daripada kajian literasi yang telah dijalankan terhadap model data yang telah dihasilkan dan cadangan-cadangan yang terdapat dalam hasil penyelidikan penyelidik lain.

Isu yang menjadi topik perbincangan utama dalam penyelidikan ini adalah unsur masa dalam model data bagi pengurusan data geografi. Isu ini adalah hasil tinjauan yang telah dibuat terhadap *Malaysian Hydrological Information System (MHIS)* yang telah dibangunkan oleh Institut Teknologi Perisian, Universiti Teknologi Malaysiadengan kerjasama Syed Muhammad Sdn Bhd [1,46]. Mereka menyatakan bahawa terdapat keperluan untuk menampung perubahan data ruang. Dalam model data yang telah dihasilkan oleh mereka hanya menggunakan sistem kiub untuk menguruskan perubahan data bukan ruang. Hasil penyelidikan yang dilakukan oleh mereka menunjukkan satu sistem kiub boleh menguruskan data bukan ruang yang berubah.

Masalah yang timbul di sini adalah data ruang juga berubah mengikut masa. Sistem kiub yang dihasilkan tidak menampung perubahan data bukan ruang. Ini kerana pengurusan data ruang dibuat dengan menggunakan perisian GIS yang sedia ada iaitu ARC/INFO. Hanya satu kata kunci disediakan dalam model data tersebut untuk menghubungkan data bukan ruang dengan data ruang.

Tinjauan juga dilakukan di Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) untuk memastikan perubahan data ruang adalah wujud. Hasil daripada tinjauan, penulis mendapati perubahan wujud dan unsur masa menjadi elemen penting untuk merekodkan perubahan. Pihak JUPEM menyatakan, aktiviti pengumpulan data dilakukan untuk setiap tiga hingga lima tahun bagi memastikan peta terbaru dikeluarkan. Proses penyimpanan data dilakukan menggunakan sistem fail berkomputer. Ini bermakna pada setiap perubahan data yang berlaku JUPEM akan menghasilkan fail baru untuk merekodkan data. Walaupun data tersebut disimpan dalam bentuk digital dengan menggunakan perisian AutoCAD, namun masalah yang timbul adalah setiap kali perubahan berlaku mereka perlu merekodkan keseluruhan data ruang di dalam fail baru walaupun terdapat data ruang yang tidak berubah. Penulis membuat kesimpulan bahawa, pihak JUPEM juga memerlukan kepada satu model data yang boleh menguruskan perubahan data.

Masa merupakan satu faktor yang membawa kepada perubahan data geografi. Rajah 1.1 menunjukkan unsur masa dalam data geografi.



Rajah 1.1: Hubungan Masa, Lokasi, Atribut

Masa merupakan satu unsur penting dalam pembangunan maklumat geografi. Kebanyakan disiplin geografi menggunakan masa sebagai asas untuk pengurusan data sejarah geografi, *medical geography*, *cultural geography* dan *physical modeling*. [47]. Seperti yang dinyatakan dalam rajah 1.1, data geografi menggabungkan tiga asas iaitu data atribut (maklumat geografi), lokasi / ruang (x,y,z) dan unsur masa (t). Terdapat beberapa ahli geografi yang tidak mengambil kira unsur masa dalam GIS. Ia berdasarkan kepada kebiasaannya GIS ditafsirkan sebagai satu sistem yang digunakan untuk mengumpul data, menyimpan data,

menyemak data, memanipulasi data dan mempersembahkannya di dalam keadaan yang statik yang hanya menjadi rujukan biasa sahaja [47]. Keadaan ini hanya menyempitkan lagi penggunaan GIS. Dengan mengambil kira unsur masa analisis dan proses pemaparan data akan lebih berkesan. GIS boleh menghasilkan simulasi bagi data yang terdapat di dalam pangkalan data berdasarkan kepada data sebenar.

Oleh yang demikian, proses manipulasi dan analisis yang dilakukan hampir dengan realiti. Ia tidak lagi statik dan proses yang dilakukan lebih nyata. Ia boleh menggambarkan kesan yang berlaku kepada dunia sebenar. Hanya dengan mengambil kira unsur masa dalam GIS proses atau analisis serta manipulasi menepati kejadian yang berlaku pada realiti [47].

Walaupun terdapat banyak model data yang dihasilkan seperti yang dinyatakan di atas, banyak model data yang tidak mengambil kira unsur masa pada keseluruhannya. Dalam model data GISER misalnya, ia hanya mengambil kira unsur masa pada data jujukan masa seperti hujan tetapi tidak melibatkan perubahan pada ruang. Begitu juga dengan TLDM, GODOT dan *Even -Based Data Model* serta dalam MHIS model data.

Isu yang seterusnya adalah integrasi antara data geografi iaitu data ruang dan data bukan ruang. Menurut kajian Hanan Samet [27], hubungan antara data ruang dan bukan ruang adalah satu hubungan yang sangat kuat dan saling bergantung antara satu sama lain.

Dalam perkembangan model data bagi GIS, integrasi antara data ruang dan data bukan ruang menjadi satu isu penyelidikan yang paling popular. Untuk menyelesaikan isu tersebut, terdapat dua kaedah yang digunakan oleh para penyelidik khususnya di dalam GIS. Kaedah tersebut adalah kaedah dua senibina dan kaedah integrasi senibina [26].

Kaedah dua senibina bermaksud menggunakan dua sistem pangkalan data untuk menguruskan data geografi. Satu sistem digunakan untuk menyimpan data ruang dan satu sistem lagi digunakan untuk menyimpan data bukan ruang. Kaedah ini banyak digunakan oleh pembangun GIS . Isu yang timbul dalam kaedah ini

adalah; menurut Kuijpers dan rakan-rakannya [18], hasil daripada kajian yang telah dilakukan membuktikan bahawa integrasi antara data ruang dan bukan ruang berlaku di peringkat lapisan atas aplikasi. Integrasi antara data tidak berlaku di peringkat pangkalan data. Ini kerana logiknya komunikasi antara dua perisian tidak boleh berlaku kerana mempunyai struktur yang berbeza. Dalam senibina ini, data bukan ruang hanyalah sebagai pelengkap sahaja. Oleh itu, kesepaduan data tidak sampai ke peringkat yang boleh dikatakan sebagai satu hubungan yang semantik. Menurut hasil daripada kajian Hanan Samet dan rakannya [26], menyatakan bahawa penggunaan kaedah tersebut akan menyebabkan masalah yang biasa berlaku dalam pengurusan data tradisional. Isunya adalah keserentakan data, integrasi data, dan pengasingan data berlaku. Ini bererti perubahan yang berlaku terhadap data ruang tidak akan memberi kesan kepada perubahan data bukan ruang dan sebaliknya.

Integrasi senibina adalah satu kaedah yang dicadangkan boleh menyelesaikan masalah kesepaduan data iaitu integrasi data ruang dan data bukan ruang. Integrasi senibina bermaksud data ruang dan data bukan ruang berada di dalam satu senibina model data dan seterusnya membawa kepada penghasilan satu pangkalan yang menyimpan kedua-dua jenis data. Senibina ini memberi sepenuhnya kebebasan kepada pengguna untuk menghasilkan model data yang sesuai dengan keperluan aplikasi dan keperluan untuk menyelesaikan isu-isu penyelidikan. Oleh itu, kaedah ini akan memberi ruang yang lebih baik untuk menghasilkan satu sistem pangkalan data bagi GIS [17].

Banyak penyelidikan yang dijalankan bagi tujuan menghasilkan model data untuk GIS. Sebagai contoh model data GISER digunakan dalam Sistem Pengangkutan Pintar [30,32], TLDM digunakan dalam Sistem Maklumat Hidrologi [10] dan sebagainya.

Dalam penyelidikan yang dilakukan oleh Wang Feng dan rakan-rakan [10], mereka menggunakan kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi untuk menghasilkan model data yang mengintegrasikan antara data ruang dengan data bukan ruang. Hasil kajian juga menunjukkan bahawa model data tersebut boleh mengintegrasikan antara data imej (*raster*) dan juga data vektor. Ini menunjukkan bahawa kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi adalah amat berkesan.

Beliau mencadangkan penyelidikan boleh ditingkatkan dengan menghasilkan model data yang lebih dinamik dan mampu untuk menyimpan data yang berubah berdasarkan masa.

1.3 Pernyataan Masalah Penyelidikan

Bagaimanakah untuk mendapatkan satu model data yang mengintegrasikan data geografi keseluruhannya dengan unsur masa yang dikendalikan di bawah satu sistem pengurusan pangkalan data?

Permasalahan yang timbul berikutan dengan masalah di atas adalah:

1. Apakah hubungan antara data geografi dengan unsur masa?
2. Bagaimanakah cara untuk menghasilkan model data bagi GIS ?
3. Bagaimanakah cara untuk menghasilkan sistem pengurusan pangkalan data daripada model data yang telah dihasilkan?

1.4 Matlamat Penyelidikan

Matlamat penyelidikan ini adalah untuk menghasilkan satu rekabentuk model data yang mengambilkira unsur masa dan seterusnya pelaksanaan model data tersebut bagi melihat keberkesanannya serta keupayaan manipulasi dan analisis data, di samping persembahan data bergeografi.

1.5 Objektif Penyelidikan

Objektif penyelidikan ini adalah seperti berikut:

1. Menghasilkan satu rekabentuk model data yang mengintegrasikan data geografi dengan unsur masa.
2. Mengimplimentasikan model data yang dihasilkan dengan satu rekabentuk sistem pangkalan data.
3. Melakukan pengujian keupayaan sistem pangkalan data yang dihasilkan untuk capaian data dan mempersembahkan data dalam untuk persembahan geografi menggunakan peta 2 dimensi.
4. Melakukan pengujian terhadap pangkalan data yang dihasilkan mengikut dua kategori iaitu:
 - a) Integrasi antara data ruang dan data bukan ruang.
 - b) Mengeluarkan data ruang mengikut sela masa.

1.6 Skop Penyelidikan

Skop penyelidikan ini adalah tertumpu kepada:

1. Domain penyelidikan ini adalah kepada GIS yang tertumpu kepada model data. Penyelidikan adalah berdasarkan kepada data geografi yang berubah dan integrasi data geografi dalam satu rekabentuk model data. Dalam menghasilkan rekabentuk model data, penulis melakukan peningkatan kaedah dan integrasi antara kaedah bagi mencari pendekatan yang terbaik.
2. Penyelidikan hanya tertumpu kepada data vektor sahaja.
3. Sistem pangkalan data dihasilkan menggunakan model pangkalan data hubungan. Penggunaannya adalah berdasarkan kebanyakan perisian pangkalan data di pasaran menampung model data tersebut.
4. Proses kemasukan data yang dilakukan adalah berdasarkan kepada proses manual. Data dimasukkan dengan menggunakan kata kunci yang dicipta

dan tidak melibatkan algoritma yang kompleks. Penyelidikan juga melibatkan kepada penukaran format data vektor daripada format data AutoCAD kepada format XYZ yang digunakan oleh penulis untuk memasukkan data ke dalam pangkalan data.

5. Data yang dihasilkan oleh sistem pangkalan data adalah berkeupayaan untuk menampung persembahan peta dua dimensi sahaja.
6. Pengujian dilakukan adalah untuk melihat keupayaan model data melakukan proses integrasi antara data ruang dan data bukan ruang.
7. Pengujian juga dilakukan adalah untuk melihat keupayaan model data yang berkeupayaan menampung analisis perubahan data ruang. Proses pengujian ini adalah tertumpu kepada pengujian masa yang lazim digunakan iaitu melihat perubahan objek yang terdapat di atas peta berdasarkan masa-masa tertentu. Ia tidak termasuk manipulasi dan analisis yang lebih kompleks iaitu proses ramalan, dan analisis sejarah.

1.7 Kepentingan Penyelidikan

Penyelidikan yang dijalankan adalah berdasarkan masalah yang timbul daripada isu integrasi antara dua jenis data geografi iaitu data ruang dan data bukan ruang. Data geografi sentiasa berubah mengikut peredaran waktu. Setiap perubahan adalah penting untuk direkodkan. Oleh yang demikian, penyelidikan yang dijalankan mempunyai kepentingannya daripada segi pelbagai sudut. Penyelidikan dilakukan untuk menghasilkan satu model pangkalan data yang mampu mengurus data geografi dengan mengambil kira setiap perubahan bagi data geografi tersebut. Dalam perkembangan penyelidikan pada masa ini, keperluan bagi menghasilkan pangkalan data sedemikian adalah tinggi [41]. Ia sangat berguna dalam meningkatkan manipulasi dan analisis data yang boleh dilakukan di dalam GIS.

1.8 Sumbangan Ilmiah

1. Penambahan Entiti Masa terhadap model berasaskan ciri-ciri geografi (*Feature Based Approach*).

Dalam penyelidikan ini, satu sumbangan ilmu yang besar adalah dengan menambah satu entiti iaitu masa dalam model berasaskan ciri-ciri geografi (*Feature Based Approach*). Penambahan ini adalah berdasarkan isu penyelidikan yang memerlukan penghasilan model data yang mampu untuk mengurus perubahan data geografi. Penambahan ini juga berteraskan kepada perubahan semulajadi atau berdasarkan pergerakan alam yang bergerak berlandaskan masa. Ini dibuktikan dengan proses temu bual tidak rasmi dengan juruteknik Jabatan Ukur Dan Pemetaan Malaysia (JUPEM) menyatakan bahawa kegiatan untuk mengambil data selalu dilakukan apabila berlaku perubahan rupa bentuk muka bumi serta maklumat geografi yang menerangkan tentang kawasan tersebut.

2. Menghasilkan model data dengan menggabungkan dua kaedah iaitu model berasaskan ciri-ciri geografi (*Feature Based Approach*) dan Sistem Kiub.

Peningkatan terhadap model berasaskan ciri-ciri geografi (*Feature Based Approach*) yang telah dilakukan digabungkan dengan kiub sistem untuk menghasilkan satu model data yang dinamakan sebagai Model Data Dua Kiub. Model tersebut berasaskan ciri-ciri geografi dipetakan terhadap kiub sistem. Ini bertujuan untuk memudahkan pengurusan data geografi yang terdiri daripada data ruang dan data bukan ruang.

3. Implimentasi Sistem Kiub pada pengurusan data Ruang.

Sistem Kiub digunakan di dalam pengurusan data jujukan masa yang mana data direkod berdasarkan masa. Dalam penyelidikan ini, penyelidik telah menggunakan kaedah yang sama bagi menguruskan data bukan ruang. Dengan menggunakan kaedah ini penyelidik memperoleh satu kaedah yang mudah, yang mampu menguruskan perubahan data yang berlaku di dalam data ruang.

4. Mengemukakan satu konsep model data yang boleh digunakan dalam pengurusan data geografi.

Hasil utama penyelidikan ini adalah satu rekabentuk model data yang dinamakan sebagai Model Data Dua Kiub. Ia boleh dijadikan sebagai satu garis panduan pengurusan data geografi yang mengambilkira perubahan data. Model Data Dua Kiub boleh digunakan dalam pelbagai jenis GIS. Ia boleh digunakan dengan menggabungkan model data tersebut dengan keperluan semasa sesebuah organisasi atau pengguna. Entiti boleh ditambah mengikut kehendak pengguna dengan menentukan hubungan entiti tersebut dalam Model Data Dua Kiub.

1.9 Struktur Tesis

Tesis ini melaporkan penyelidikan yang telah dijalankan penulis. Tesis ini mengandungi enam(6) bab.

Bab I adalah pengenalan kepada penyelidikan yang telah dilakukan. Ia merangkumi perbincangan mengenai latar belakang masalah, pernyataan masalah dan matlamat serta objektif penyelidikan. Sumbangan ilmiah turut dimuatkan dalam bab ini.

Bab II adalah perbincangan mengenai kajian literasi yang telah dijalankan. Ia merangkumi definisi data geografi, kaedah-kaedah model data serta kaedah-kaedah model pangkalan data. Disamping itu, terdapat juga perbandingan dan rumusan yang dibuat dalam menentukan kaedah yang terbaik.

Bab III menerangkan mengenai metodologi penyelidikan. Dalam bab ini, penulis membincangkan kaedah-kaedah yang terlibat dalam penyelidikan ini. Antara kaedah yang dibincangkan adalah kaedah permodelan data geografi berdasarkan ciri-ciri geografi dan proses peningkatannya, kaedah sistem kiub dan model pangkalan data hubungan.

Bab IV menerangkan rekabentuk model data yang dihasilkan. Dalam ruangan ini, penulis menerangkan secara terperinci rekabentuk Model Data Dua Kiub.

Bab V membincangkan proses-proses implimentasi dan proses pengujian yang dijalankan dalam penyelidikan ini. Turut dimuatkan dalam ruangan ini adalah hasil-hasil yang membuktikan keupayaan Model Data Dua Kiub.

Bab VI adalah bab yang terakhir dalam tesis ini. Ia membincangkan hasil-hasil pengujian dan perbandingan model data dua kiub dengan model data yang lain. Seterusnya penulis membincangkan dapatan yang diperolehi daripada penyelidikan , kerja-kerja peningkatan untuk masa hadapan dan membuat kesimpulan.

BIBLIOGRAFI

1. Bellamy, S.P.(1996) "MHIS Development, Database/ArcInfo Link-Heigh Level Design", Technical Report, Issue V1.R1.M0 (24/7)
2. Candy, J.T., (1995), "Development of a Prototype Temporal Geographic Information System".
3. Claudia, B.M and Pires, F.(1994). "Databases for GIS". ACM SIGMOD Record, Vol. 23, No.1. 107-115.
4. Clementini, E. and Felice, P.D, (1992) "Towards an Interaction Level for Object-Oriented Geographic Database Systems", Communication of ACM. 33-40
5. Edward P.F. ,Chan, Jonathan M.T. and Wong,(1997) "Querying and Visualization of Geometric Data" , ACM GIS 96 Rockville MD USA 1:129-138
6. Esperança, C. and Samet, H.(1996). "Spatial database programming using SAND" Proceedings of the Seventh International Symposium on Spatial Data Handling (M.J. Kraak and M. Molenaar, Eds.), Delft, The Netherlands, A29-A42.
7. Esperança, C. and Samet, H.(1997) "An overview of the SAND spatial database system" , Communications of the ACM.
8. Ester, M , Kriegel, H.P and Sander, J. (1999) "Knowledge Discovery in Spatial Databases", invited paper at 23rd German Conf. on Artificial Intelligence (KI '99), Bonn, Germany, in: Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1701. 61-74
9. Ester, M, Grundlach, S., Kriegel, H.P., and Sander, J.(1999) "Database Primitives for Spatial Data Mining". BTW .137-150
10. Feng, W, Shuqiang, Y., Huowang, C., and Jichang, S.(1999) "Spatial Data Model for Feature-based GIS" CSIT'1999.107-111

11. Foote, K.E., and Huebner, D.J. (1996) "Note: Databases Concepts, The Geographer's Craft Project", Department of Geography, University of Texas, Austin,
12. Gunther, O. and Riekert, W.(1993) "The Design of GODOT: An Object-Oriented Geographical Information System" . IEEE Data Engineering Bulletin 16,3
13. Guting, R.H (1994) "GraphDB:Modelling and Querying Graphs in Databases". In Proceeding the Int. Conference of Very Large Data Bases.
14. Güting,R.H. (1994) "An Introduction to Spatial Database Systems" , Special Issue on Spatial Database Systems of the VLDB Journal (Vol. 3, No. 4.)
15. Hermosilla, L.H., (1994), "A Unified Approach for Developing a Temporal GIS With Database and Reasoning Capabilities". Technical Report. European Computer-Industry Research Centre GmbH.
16. Hjaltason, G. R. and Samet, H. (1995) "Ranking in spatial databases in Advances in Spatial Databases" - 4th Symposium, SSD'95, M. J. Egenhofer and J. R. Herring, Eds., Lecture Notes in Computer Science 951, Springer-Verlag, Berlin. 83-95
17. Hjaltason, G. R. and Samet, H. (1999) "Distance browsing in spatial databases", ACM Transactions on Database Systems 24, 2. 265-318
18. Kuijpers,B., Paredaens, J. and Vandeurzen, L.(1997). "Semantics in spatial databases" Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag,
19. Langran, G. (1992), Time in Geographic Information Systems. Technical Issues in GIS. Taylor & Francis Ltd., London, UK
20. Langran, G., (1989), "A Review of Temporal Database Research and Its Use in GIS Applications". International Journal of Geographical Information Systems, 3, 215 – 232.
21. Lee, J.Y, Jin O.K and Ryu, K H (1998) "Integration with Spatiotemporal Relationship Operators in SQL" , ACM GIS' 98 11/98 Washington, D.C., USA
22. Navathe, S.B (1992) "Evolution of data Modelling for Databases". Comm. ACM 35, 9
23. Oracle, (1995) "In-Depth Programme" Issue 5
24. Oracle,(1999) "Oracle 8i: User Guide and References", Release 8.1.5

25. Rahim, S. (1999) "Sistem Maklumat Bergeografi: Pangkalan Data Bagi Pemilihan Kawasan Takungan Air Baru Bagi Negeri Johor", Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana Muda
26. Samet, H. and Aref, W. G. (1995) "Spatial data models and query processing in Modern Database Systems" The Object Model, Interoperability, and Beyond, W. Kim, Ed., Addison-Wesley/ACM Press. 338-360.
27. Samet, H. (1995), "Spatial data structures in Modern Database Systems" The Object Model, Interoperability, and Beyond , W. Kim, Ed., Addison-Wesley/ACM Press. 361-385
28. Samet,H. (1995) "General Research Issues in Multimedia Database Systems", ACM Computing Surveys, Vol 27, No. 4,
29. Shekhar, S., Chawla, S., Ravada, S., Fetterer, A., Liu, X. and Liu, C.T. (1999) "Spatial Databases: Accomplishments and Research Needs" , IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering
30. Shekhar, S., Coyle, M., Goyal, B. , Liu, D. R. and Sarkar, S. S. (1997) "Data Models in Geographic Information Systems", Communications of the ACM , Vol. 40, No. 4.
31. Shekhar, S., Liu, X. , and Chawla, S. (1998) "An Object Model of Direction and Its Implications", GeoInformatica 3:4, 357-379 (1999), Kluwer Academic Publishers; A summary of results was among 5 best papers in Sixth International Symposium on Advances in Geographic Information System
32. Shekhar,S., Coyle, M., Goyal, B. , Liu, D. R. and Sarkar, S. S.(1997) "Experiences with Data Models in Geographic Information Systems", Communications of the ACM , Vol. 40, No. 4, April 1997.
33. Understanding GIS (1995), "The ARC/INFO Method", Enviromental System Research Institute.
34. Usery, E.L.(1996) "A features-based Geographic Information System Model". Photogrammetric Engineering & Remoting Sensing, Vol.62, No.7. 833-838
35. Six, H.-W.; Widmayer, P. (1988) "Spatial searching in geometric databases" Data Engineering, 1988. Proceedings. Fourth International Conference. 496 -503

36. Hui Lin; Bo Huang (2001) "SQL/SDA: a query language for supporting spatial data analysis and its Web-based implementation" Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on , Volume: 13 Issue: 4 , July-Aug. 2001.671 –682
37. Pinto, G.daR.B.; Medeiros, S.P.J.; Strauch, J.C.M.; de Souza, J.M.; Marques, C.R.F. (2001) "X-Arc spatial data integration in the SPeCS collaborative design framework" Computer Supported Cooperative Work in Design, The Sixth International Conference on, . 56 –60
38. Vert, G.; Morris, A.; Stock, M.; Jankowski, P.(1999) "Extending ERD modeling notation to fuzzy management of GIS datasets" Fuzzy Information Processing Society, 1999. NAFIPS. 18th International Conference of the North American. 819 –823
39. Akkaya, K.; Yazici, A. (2001) "A multidimensional index structure for fuzzy spatial databases" IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference, 2001. Joint 9th , Volume: 4 , 2001. 2434 - 2439
40. Xiaofang Zhou; Yanchun Zhang; Sanglu Lu; Guihai Chen (2000) "On spatial information retrieval and database generalization" Digital Libraries: Research and Practice, 2000 Kyoto, International Conference on. , 2000. 328 –334
41. Wang, D (1998) An Event Based Data Model For Transportation Information Systems. Florida Atlantic University: Master Theses.
42. Vradis, C (1999) Design and Implementation of a Multi-Purpose Object-Oriented Spatio-Temporal (MpoOST) data model for Cadastral and Land Information Systems (C/LIS), Universiti of Glasgow: Master Theses
43. Stefanovic, N.; Jiawei Han; Koperski, K (2000) " Object-based selective materialization for efficient implementation of spatial data cubes" Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on , Volume: 12 Issue: 6 , Nov.-Dec.938 –958
44. Lenz, H.-J.; Thalheim, B. (2001) "OLAP databases and aggregation functions" Scientific and Statistical Database Management, 2001. SSDBM 2001. Proceedings. Thirteenth International Conference on 2001. 91 –100

45. Narciso, F.E.(1999) "A spatiotemporal data model for incorporating time in geographic information systems (GEN-STGIS)"
University Of South Florida: PHD Theses
46. SMHB, ITP (1999), "Establishment Of Hydrological Information System For Water Resources Planning, Development and Management, Jabatan Pengairan Dan Saliran Malaysia, Kuala Lumpur, Technical Report, Volume 1,2,3,4,
47. The Standards Committee of the Association Of Geographic Information (1991), "AGI GIS Dictionary", University of Edinburgh.
48. James, L.J. (1997) "Database: Models, Languages, Design" First Edition, Oxford Press Inc, 198 Madison Avenue, New York.
49. Murillo, A. (1995) "A GIS Data Model Prototype", International Journal Geographical Information systems, Vol.6 , No. 3, 332-343
50. Csébfalvi, B., Gröller, E. (2001) "Interactive Volume Rendering based on a Bubble Model", Proceedings of Graphics Interface 2001, June 7th-9th, 2001, Ottawa, Ontario, Canada
51. Paul, S. H. (1994) "Graphic Gems IV" First Edition, Ap Professional, 955 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA.