

ABSTRACT

In general, 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 report 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 have 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 report, the researcher has proved that temporal information can be integrated into a single GIS data model.

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. Laporan ini membincangkan aktiviti penyelidikan seperti pemilihan kaedah, sintesis, rekabentuk dan implimentasi model data. Isu utama yang menjadi topik penyelidikan adalah untuk membina satu model data yang mempunyai kebolehan untuk menyimpan dan menguruskan perubahan terhadap ciri-ciri geografi. Satu perspektif baru dalam pendekatan 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 laporan ini, para penyelidik telah membuktikan unsur masa boleh diintegrasikan dalam satu rekabentuk model data.

VOT 72192

**SPATIAL AND NON-SPATIAL DATABASES ENHANCEMENT FOR
HYDROLOGICAL INFORMATION SYSTEM (HIS)**

**(PENINGKATAN PANGKALAN DATA RUANG DAN BUKAN RUANG BAGI
SISTEM MAKLUMAT HIDROLOGI)**

**DAUT BIN DAMAN
HARIHODIN BIN SELAMAT
MOHD SHAFRY BIN MOHD RAHIM**

**RESEARCH VOTE NO:
72192**

**Jabatan Grafik Dan MultiMedia
Fakulti Sains Komputer Dan Sistem Maklumat
Universiti Teknologi Malaysia**

2002

“Kami akui karya ini adalah hasil kerja kami sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang tiap-tiap satunya jelaskan sumbernya”

Tandatangan : _____

Nama Ketua Penyelidik: PROF MADYA DAUT DAMAN

Tarikh : 2.2.2002

Tandatangan : _____

Nama Penyelidik I : PROF MADYA DR HARIHODIN SELAMAT

Tarikh : 2.2.2002

Tandatangan : _____

Nama Penyelidik II : MOHD SHAFRY MOHD RAHIM

Tarikh : 2.2.2002

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 Bahagian Hidrologi, Jabatan Pengairan Dan Saliran Km 7, Jalan Ampang, kerana penglibatan dari peringkat awal penyelidikan sehingga akhir penyelidikan telah memberi kerjasamadari sudut keperluan, bantuan teknikal dan pibincangan.

Terima kasih juga kepada rakan-rakan, Nik Isrozaidi Nik Ismail, Tuty Asmawaty Binti Abdul Kadir, Professor Madya Sarudin bin Kari, 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 idea dalam menjalankan penyelidikan.

Terima kasih juga kepada sesiapa yang terlibat secara langsung dan tidak langsung membantu penyelidikan 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. Laporan ini membincangkan aktiviti penyelidikan seperti pemilihan kaedah, sintesis, rekabentuk dan implimentasi model data. Isu utama yang menjadi topik penyelidikan adalah untuk membina satu model data yang mempunyai kebolehan untuk menyimpan dan menguruskan perubahan terhadap ciri-ciri geografi. Satu perspektif baru dalam pendekatan 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 laporan ini, para penyelidik telah membuktikan unsur masa boleh diintegrasikan dalam satu rekabentuk model data.

ABSTRACT

In general, 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 report 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 have 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 report, the researcher has proved that temporal information can be integrated into a single GIS data model.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	ABSTRACT	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI SINGKATAN	xiv
	SENARAI ISTILAH	xv
	SENARAI LAMPIRAN	xvi
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 Laporan	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, Atribut	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
Permodelan 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 diambilkira 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 diperolehi 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 laporan 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 laporan 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.

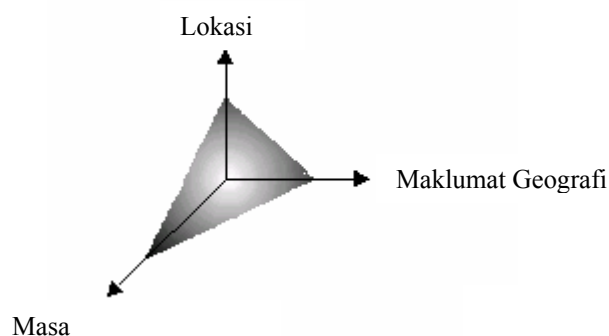
Isu yang menjadi topik perbincangan utama dalam penyelidikan ini adalah unsur masa dalam model data bagi pengurusan data geografi. Isu ini adalah hasil tinjauan yang telah dibuat terhadap *Malaysian Hydrological Information System (MHIS)* yang telah dibangunkan oleh Institut Teknologi Perisian, Universiti 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 Penyataan 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 Laporan

Laporan ini membincangkan penyelidikan yang telah dijalankan penulis. Laporan 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 laporan 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.

BAB II

KAJIAN LITERASI

2.1 Pendahuluan

Pelbagai penyelidikan telah dilakukan untuk menghasilkan model data bagi GIS. Ia menjurus kepada penghasilan model data yang berkeupayaan untuk mengurus data geografi di bawah satu rekabentuk pangkalan data. Kesemua jenis data geografi yang terlibat diuruskan dengan menggunakan pangkalan data yang sama walaupun jenis datanya berbeza. Pendekatan sebegini boleh mengurangkan tahap pergantungan aplikasi GIS terhadap perisian GIS yang terdapat di pasaran. Ia juga dapat meningkatkan lagi kebolehan untuk menganalisis dan manipulasi data geografi.

Dalam topik ini, penulis akan membincangkan beberapa aspek penting untuk menghasilkan model data bagi GIS dan meninjau kaedah yang boleh digunakan dalam menyelesaikan masalah penyelidikan. Kajian literasi dilakukan untuk mengetahui jenis dan sifat bagi data geografi, kaedah-kaedah yang boleh digunakan bagi penyelesaian masalah dan perbincangan mengenai model data yang telah dihasilkan oleh para penyelidik terdahulu.

2.2 Data Geografi

Data geografi merupakan data yang berkait secara langsung dengan keadaan rupa bentuk muka bumi. Ia terdiri daripada rupa bentuk dan maklumat-maklumat geografi yang menerangkan keadaan muka bumi serta fenomena alam semulajadi.

Association for Geographic Information, United Kingdom [47] mentakrifkan data geografi sebagai:

Data which record the shape and location of a feature as well as associated characteristics, which define and describe the feature. For example, areas of woodland can be located according to co-ordinate grid system references, and its attribute data such as constituent tree type, seasonality or average height can also be recorded

Daripada takrifan di atas, data geografi merupakan kesatuan data yang mempunyai bentuk dan rupa yang mana ia direkodkan untuk menerangkan ciri-ciri geografi. Secara kesimpulannya, data geografi adalah data yang memberi maklumat mengenai bentuk muka bumi, sifat geografi dan juga fenomena serta perubahan bentuk muka bumi yang berlaku. Data yang terlibat di sini adalah data ruang dan data bukan ruang.

Data ruang ialah data yang mewakili ruang dan lokasi bagi data geografi [25, 33]. Ia dipersembahkan dalam bentuk grafik. *Association for Geographic Information*, United Kingdom [47] mentakrifkan data ruang sebagai:

Any information about the location and shape of, and relationships among, geographic features. This includes remotely sensed data as well as map data.

Terdapat dua perkara penting dalam data ruang iaitu rupa bentuk dan lokasi. Rupa bentuk akan menggambarkan ruang bagi sesuatu kawasan. Ia bersifat nyata dan boleh dilihat. Lokasi merupakan kedudukan kawasan di atas permukaan bumi. Ia diwakili dengan koordinat-koordinat tertentu seperti *Universal Transverse Mercator* (UTM) dan *Cartesian*, longitud dan magnitud.

Data bukan ruang adalah maklumat tambahan yang menerangkan data ruang dari sudut sifat-sifat geografi, fenomena alam dan juga aktiviti manusia. Ia terdiri daripada nilai fenomena (hujan, kedalaman air, kualiti dan sebagainya), sifat dan ciri-ciri geografi (guna tanah, kawasan tinggi), nama kawasan, tarikh dan masa dan maklumat-maklumat lain yang menyokong data ruang. Berikutan dengan itu, takrifan yang diberikan oleh *Association for Geographic Information, United Kingdom* [47] adalah mentakrifkan data bukan ruang sebagai:

A term that is used to describe non-spatial data that is usually referenced to spatial data, for example, attributes

Hubungan antara data ruang dan data bukan ruang adalah semantik. Ia bersifat melengkapi antara satu sama lain. Antara sifat-sifat bagi data tersebut yang perlu dititik beratkan adalah berkesinambungan dan sukar untuk dimodelkan. Kesinambungan ini terdiri daripada hubungan antara objek-objek yang wujud di atas permukaan muka bumi, hubungan antara fenomena alam dengan objek-objek dan peredaran alam semulajadi dan termasuk dengan proses-proses yang menjadi rutin kepada alam semulajadi. Terdapat satu unsur yang juga perlu dipertimbangkan iaitu unsur masa. Ia merupakan satu dimensi bagi data geografi.

2.3 Masa Dalam Data Geografi

Masa merupakan satu unsur penting dalam data geografi [20,41]. Ia adalah satu pengukur yang merekod sejarah dalam kehidupan manusia. Jika berlaku perubahan terhadap alam semulajadi, ciri-ciri geografi akan turut berubah. Selain daripada itu, perubahan juga turut berlaku akibat daripada aktiviti manusia. Perubahan yang berlaku perlu direkodkan. Bagi GIS, perubahan ini perlu direkodkan kerana mempunyai kepentingan tertentu. Perkara ini disahkan oleh *US Geoglogical Survey (USGS)*. Menurutnya, telah menjadi satu keperluan bagi GIS untuk mengambilkira unsur masa dalam menganalisa data geografi. Mereka percaya pada

masa akan datang keperluan pengguna adalah berfokus kepada data sejarah bagi ciri-ciri geografi di atas satu peta [19].

2.4 Permodelan Data Geografi

Dalam model data geografi terdapat empat kaedah yang boleh digunakan. Ia terdiri daripada kaedah permodelan berdasarkan kepada objek, kaedah permodelan berdasarkan ruang, kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi dan kaedah permodelan berdasarkan kepada arah. Kaedah yang sering digunakan adalah kaedah permodelan berdasarkan objek dan kaedah permodelan berdasarkan ruang.

2.4.1 Model Data Berdasarkan Objek

Kaedah permodelan data berasaskan objek ditakrifkan sebagai permukaan bumi terdiri daripada objek-objek yang mempunyai sifat tersendiri contohnya gunung dan sungai. Setiap objek mempunyai maklumat-maklumat yang tertentu seperti nama, luas, bentuk dan ruang. Ia menggambarkan bentuk geografi bagi kawasan. Kaedah tersebut berfokus kepada maklumat ruang yang nyata, boleh dikenalpasti dan di dalam entiti geografi atau boleh dipanggil objek [29,33]. Seperti contoh suatu kawasan hutan mempunyai gunung, sungai dan tasik. Semua entiti ini adalah jelas, nyata dan apa sahaja objek yang terdapat di dalam kawasan itu akan dimodelkan sama ada ia sesuai ataupun tidak dengan sesuatu sistem. Setiap objek yang terdapat pada kawasan tersebut mempunyai set atribut yang mewakili sifat-sifat objek. Set atribut ini boleh diklasifikasikan kepada dua iaitu ruang dan bukan ruang. Seperti contoh di atas satu kawasan hutan mempunyai sungai (Sungai Perak). ‘Sungai’ mempunyai bentuk dan ruang di atas permukaan bumi. ‘Sungai’ mempunyai nama. Rupa bentuk sungai tersebut boleh digambarkan dengan garis. Sungai Perak merupakan nama bagi objek sungai. Ini adalah atribut bukan ruang bagi objek sungai. Asas kepada data ruang adalah titik, garis atau lengkungan, poligon atau permukaan dan solid objek atau objek 3 dimensi.

Dalam kaedah permodelan berasaskan objek, operasi yang boleh dilakukan adalah hubungan antara objek. Hubungan tersebut boleh ditafsirkan kepada set-notasi, topologi dan metrik. Set-notasi ialah operasi yang mudah dan umum melibatkan operasi set seperti kesatuan (U), pertindihan (\cap) dan unsur kepada (E) [33]. Seperti contoh Sungai Sarang Buaya terletak di daerah Muar, daerah Muar terletak di negeri Johor dan negeri Johor adalah dalam negara Malaysia. Ini ditakrifkan oleh teori set.

Topologi merupakan hubungan di antara objek. Bagi satu objek hubungan antara titik-titik merupakan topologi. Topologi dilihat dari segi hubungan antara objek. Objek-objek mempunyai lapan hubungan iaitu tidak bercantum, bertemu, mengandungi, bertindih, objek di dalam objek, objek menutup objek, objek sama besar, dan objek di lingkupi oleh objek. Pengiraan bagi operasi topologi ini berdasarkan kepada pengiraan metrik.

2.4.2 Model Data Berdasarkan Ruang

Permodelan berdasarkan ruang ditakrifkan sebagai permukaan bumi terdiri daripada satu hamparan ruang dan di atas ruang tersebut terdapat ciri-ciri geografi. Ciri-ciri geografi tersebut menggambarkan fenomena geografi yang ada [30,33]. Dalam kaedah ini, terdapat tiga komponen yang perlu dikenal pasti iaitu rangka kerja ruang, fungsi ruang dan set operasi ruang yang sesuai.

Rangka kerja ruang F ditakrifkan sebagai satu ruang terhad. Sebagai contoh magnitud dan latitud. Ia bermaksud di bawah satu grid kawasan yang mempunyai satu ukuran. Takrifan secara matematik :

$$f_i: \text{Ruang Kerja} \rightarrow \text{Domain Atribut } (A_i) \dots\dots\dots(2.1)$$

Rangka kerja ruang f_i merujuk kepada ruang bagi satu kawasan yang mana di atasnya terdapat atribut (A_i) atau ciri-ciri geografi tertentu. Sebagai contoh satu kawasan di dalam latitud 1 (y_1) dan longitud 1 (x_1) dan latitud 2 (y_2) dan longitud 2 (x_2). Rangka kerja itu adalah :



Rajah 2.1: Rangka Ruang Kerja

Objek yang terdapat dalam ruangan tersebut merupakan atribut-atribut (x) yang perlu diambil kira dalam proses permodelan. Maka ia ditakrifkan sebagai;

$$F(x) = x_1 + x_2 + \dots + x_n \dots \dots \dots (2.2)$$

F merupakan ruang kerja, x merupakan attribut dan ciri-ciri geografi

Operasi yang boleh dilakukan dalam kaedah ini adalah berdasarkan kepada teori fungsi iaitu $f(x)$ dan $g(x)$, $f(x) + g(x)$ dan $f(x) \bullet g(x)$. Mengikut daripada [29] operasi boleh dikelaskan kepada tiga iaitu operasi setempat, operasi fokus dan operasi zon.

Untuk operasi setempat, nilai ruang hanya bergantung kepada objek yang terdapat dalam rangka kerja ruang tersebut. Seperti contoh satu kawasan hutan mempunyai kawasan tadahan, tasik dan sungai. Contoh tersebut boleh ditakrifkan dengan menggunakan fungsi seperti berikut:

$$f(x) = \left\{ \begin{array}{l} 1: \text{Sungai} \\ 0: \text{Sebaliknya} \end{array} \right\} \quad g(x) = \left\{ \begin{array}{l} 1: \text{Tasik} \\ 0: \text{Sebaliknya} \end{array} \right\}$$

$$(f+g)(x) = \left\{ \begin{array}{l} 1: \text{Sungai dan Tasik} \\ 0: \text{Sebaliknya} \end{array} \right\}$$

Operasi fokus ialah operasi yang dilakukan terhadap kawasan yang telah difokuskan atau telah ditumpukan (cth: cari sungai dalam lokasi x_1, y_1, x_2, y_2). Operasinya berbentuk carian dan menentukan sifat kejiranan bagi objek yang terdapat dalam satu rangka kerja ruang. Contoh $E(x)$ ialah jarak persekitaran bagi kawasan hutan. Diberi jarak x dalam rangka kerja ruang, maka fungsi akan membuat pengiraan untuk satu kawasan fokus. Hasil mungkin kawasan tadahan hujan dan terdapat sungai. Operasi fokus ialah

$$F = \int f(x) \dots\dots\dots(2.3)$$

Operasi zon ialah operasi yang terletak pada zon-zon hasil daripada proses pengkamilan terhadap fungsi rangka kerja ruang. Ia boleh ditakrifkan sebagai:

$$Z = \int f(x) dx \dots\dots\dots(2.4)$$

di dalam ruang rangka kerja ruang $f(x)$.

2.4.3 Model Data Berdasarkan Ciri-Ciri Geografi

Ciri-ciri geografi adalah satu cara untuk mempersembahkan fenomena geografi. U.S National Committee for Digital Cartographic Data Standards dan U.S Geological Survey [10,34] mentakrifkan ciri-ciri geografi kepada dua perkara iaitu entiti geografi dunia sebenar dan persembahan dalam bentuk grafik dan digital.

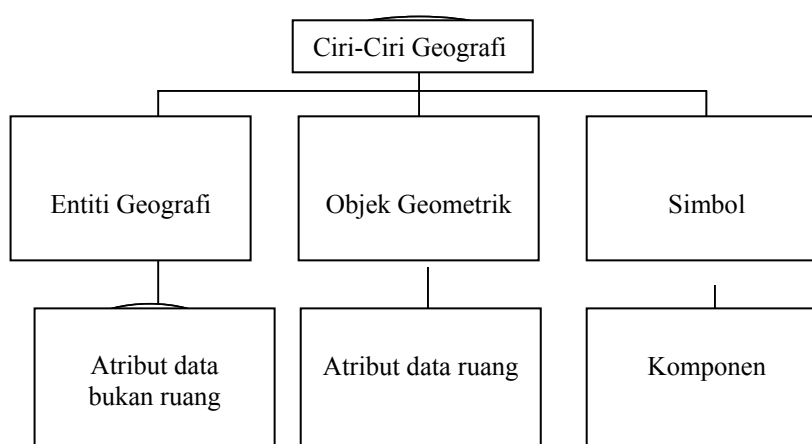
Entiti geografi merujuk kepada sifat-sifat geografi yang terdapat di atas satu permukaan muka bumi. Ia mengandungi maklumat-maklumat yang tertentu yang membolehkan kita memahami peta. Persembahan dalam bentuk grafik pula merupakan kaedah ciri-ciri geografi ini dipamerkan. Sebagai contoh di atas peta terdapat simbol-simbol dan maklumat geografi bagi peta tersebut.

Takrifan ini dikembangkan oleh sekumpulan penyelidik di negara China [10]. Mereka mentakrifkan ciri-ciri geografi ini kepada tiga perkara penting iaitu

entiti geografi, objek geometri dan grafik. Ini berikutan dengan pemahaman manusia melihat peta. Menurut [10] manusia membaca dan memahami peta mengikut objek geometri yang terdapat pada peta dan melihatnya sebagai satu objek yang berasingan. Ia boleh dihubungkan dengan topologi dan hubungan antara objek-objek tersebut. Seperti contoh di atas peta Malaysia mempunyai objek negeri-negeri, mempunyai gunung-ganang dan mempunyai sungai-sungai. Ini bermakna ia dilihat sebagaimana yang telah ditakrifkan di dalam kaedah permodelan berasaskan kepada objek.

Yang kedua, manusia melihat peta ini sebagai satu hamparan permukaan muka bumi yang mengandungi koleksi entiti geografi. Ia merupakan perwakilan bagi fenomena geografi yang berada di dalam satu ruang atau satu permukaan muka bumi. Yang ketiga, manusia melihat peta berdasarkan simbol-simbol grafik yang terdapat di atas peta. Simbol itu seperti garis, gambar, warna dan bentuk-bentuk objek yang mempunyai maksud tertentu.

Sebagai kesimpulan sepertimana yang telah dinyatakan, manusia mentakrifkan ciri-ciri geografi ini kepada tiga perkara yang penting iaitu entiti geografi, objek geometri dan simbol bergrafik. Rajah 2.2 menerangkan secara ringkas takrifan bagi ciri-ciri geografi dalam bentuk carta.



Rajah 2.2 : Takrifan Bagi Ciri-ciri Geografi

Rajah 2.2 takrifan bagi ciri-ciri geografi yang mana setiap satu ciri-ciri geografi mempunyai entity geografi, objek geometri dan diwakili dengan simbol. Sebagai contoh sungai merupakan satu kelas objek bagi ciri-ciri geografi. Ia mempunyai maklumat seperti nama dan jenis yang merupakan entiti geografi atau lebih dikenali sebagai data bukan-ruang. Objek geometri akan mempersembahkan bentuk objek bagi ciri-ciri geografi atau data ruang. Sungai boleh diwakili dengan warna biru mengikut jenis sungai, diwakili dengan garis nipis dan tebal dan mungkin mempunyai gambar tertentu bagi mewakili sungai tersebut.

2.4.4 Model Data Berdasarkan Arah

Kaedah permodelan berdasarkan arah diperkenalkan oleh Shashi Shekar dan rakan-rakannya [31]. Ia berdasarkan kepada ruang geografi yang berkait rapat dengan arah. Kaedah ini digunakan untuk memproses permintaan pengguna yang melibatkan arah. Merujuk kepada kertas kerjanya [31], contoh permintaan adalah seperti berikut:

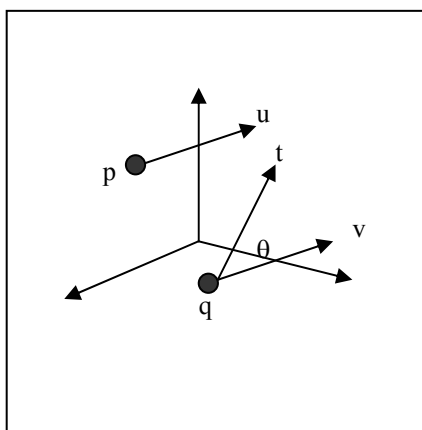
*Is there anything over the bridge?
Put me in the tank left of that building.*

Untuk menjawab persoalan tersebut proses untuk menghasilkan model data geografi perlu mengambil kira arah.

Dalam kaedah ini terdapat tiga elemen yang penting iaitu vektor, titik dan juga sudut. Ketiga-tiga elemen ini berkait rapat antara satu sama lain. Rajah 2.3 menunjukkan secara ringkas konsep kaedah ini.

Dari rajah 2.3, p dan q merupakan satu titik yang terletak di atas satu permukaan. Ia diwakili oleh koordinat (x,y,z) dan mempunyai kedudukan yang berbeza. u dan v merupakan vektor. Arah bagi kedua-dua vektor ini adalah sama. θ

ialah sudut di antara vektor t dan vektor v . Vektor t dan v mempunyai arah yang berbeza. Dalam menjawab soalan yang terdapat di atas tiga elemen tersebut menjadi rujukan.



Rajah 2.3 : Asas Kepada Kaedah Permodelan Berdasarkan Arah

2.4.5 Perbincangan Dan Perbandingan Antara Model

Dalam perbincangan di atas terdapat empat pendekatan yang boleh digunakan untuk menghasilkan model data bagi GIS. Antara pendekatan yang dibincangkan ialah kaedah permodelan berdasarkan objek, kaedah permodelan berdasarkan ruang, kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi dan kaedah permodelan berdasarkan arah. Pendekatan tersebut masing-masing mempunyai pandangan yang berbeza walaupun terdapat persamaan. Dalam jadual 2.1, ditunjukkan perbandingan antara kaedah-kaedah secara umum.

Berpandukan rumusan dan pemerhatian, terdapat persoalan yang timbul. Mana satu yang lebih baik dalam menghasilkan model data bagi GIS? Daripada pemerhatian dan penyelidikan, persoalan ini adalah satu perkara yang subjektif. Ia bergantung kepada keperluan pengguna. Beberapa kriteria perlu dipertimbangkan. Antaranya ialah ketepatan data, keupayaan untuk mengeluarkan data, keupayaan untuk menganalisis dan juga keupayaan untuk mempersembahkan data.

Kaedah permodelan berdasarkan objek boleh dianggap sebagai kaedah yang primitif kerana telah lama digunakan. Seperti tertera dalam jadual 2.1 antara model data hasil daripada kaedah tersebut adalah Graph DB, GODOT, OGIS, dan GeoOOA. Keupayaan kaedah tersebut adalah lebih kepada pengurusan data ruang. Ia mementingkan hubungan antara objek. Dalam hal tersebut, data bukan ruang digunakan untuk melengkapkan maklumat. Menurut hasil penyelidikan yang telah dihasilkan oleh Shekar dan rakan-rakannya [30], mereka merumuskan bahawa alam tidak bersifat berasingan tetapi lebih bersifat berkesinambungan dan tidak seperti yang ditakrifkan oleh kaedah permodelan berdasarkan objek. kaedah permodelan berdasarkan objek juga tidak mengambil kira perubahan yang berlaku terhadap ciri-ciri geografi. Selain daripada itu, ia juga tidak dapat menampung operasi ruang bagi data ruang.

Jadual 2.1: Ringkasan Perbezaan dan Persamaan antara Kaedah Permodelan Data Geografi

Kaedah	Huraian Data	Operasi	Hasil kajian
Kaedah permodelan berdasarkan objek	Permukaan bumi terdiri daripada objek-objek (sungai, jalan raya, bukit, gunung). Terletak pada lokasi-lokasi tertentu.	Berdasarkan hubungan antara objek, Notasi Set	Integrasi Data dapat dilakukan, lebih kepada ruang, Cth: Graph DB, GODOT OGIS, GeoOOA

Kaedah	Huraian Data	Operasi	Hasil kajian
Kaedah permodelan berdasarkan ruang	Permukaan bumi sebagai satu ruang hamparan yang terdiri daripada sifat-sifat geografi tertentu.	Berdasarkan ruang, Operasi Fungsi, Lapisan Aljabar	Integrasi Data boleh dilakukan, Cth: GISER, Data yang berterusan
Kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi	Berpandukan sifat geografi, berdasarkan cara manusia membaca peta	Berdasarkan hubungan antara sifat-sifat geografi Notasi Set Operasi Fungsi	Integrasi Data boleh dilakukan, TLDM,
Kaedah permodelan berdasarkan arah	Berdasarkan arah, diasaskan oleh titik vektor dan sudut.	Operasi vektor, Sudut	Data ruang

Kaedah permodelan berdasarkan ruang merupakan pendekatan yang berbeza dengan kaedah pemodelan berdasarkan objek. Ia lebih menjurus kepada operasi ruang dan tidak menganggap objek yang terdapat di permukaan muka bumi sebagai objek-objek yang terpisah. GISER merupakan salah satu model data yang dihasilkan daripada kaedah tersebut.

Jika dilihat kaedah permodelan berdasarkan kepada ciri-ciri geografi, ia mengambil kira kedua-dua aspek iaitu antara objek dan ruang. Faktor kefahaman manusia juga diambil kira terhadap peta tematik. Hasil daripada pemerhatian penulis, kaedah tersebut memberi ruang kepada para penyelidik untuk mengintegrasikan kedua-dua kaedah di atas.

Terdapat persamaan antara kesemua kaedah yang telah dinyatakan iaitu kesemuanya terlibat secara langsung dengan data ruang dan bukan ruang. Topik perbincangan adalah dari sudut operasi dan integrasi data yang boleh dilakukan secara optimum. Pada pandangan penulis, pemilihan kaedah adalah berdasarkan kepada kepentingan analisis dan manipulasi untuk GIS.

2.5 Model Pangkalan Data

Berdasarkan buku yang telah ditulis oleh James L. Johnson [48], pangkalan data ditakrifkan sebagai

A databases is a self-describing collection of data elements, together with relationships among those elements, that present a uniform service interface

Association for Geographic Information , United Kingdom [47] pula mentakrifkan pangkalan data geografi sebagai:

A collection of data organised according to a conceptual structure describing the characteristics of the data and the relationships among their corresponding entities, supporting applications areas. For example, a GIS database includes data about the position and characteristics of geographical features.

Daripada kedua-dua takrifan di atas, dapat dirumuskan bahawa pangkalan data ialah satu lokasi untuk mengumpul data bersama-sama dengan hubungan antara data. Ia akan disimpan dan diuruskan dalam satu sistem pengurusan yang baik supaya data boleh dicapai untuk melakukan proses-proses tertentu.

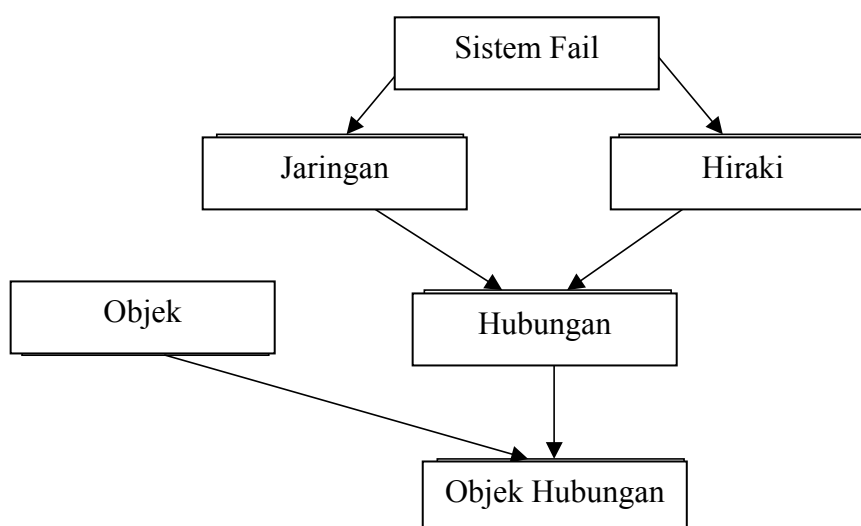
2.5.1 Perkembangan Model Pangkalan Data

Berdasarkan perkembangan sistem pangkalan data terdapat kaedah-kaedah yang boleh digunakan untuk menghasilkan pangkalan data bagi GIS. Di antaranya ialah model pangkalan data jaringan (*network database model*), model pangkalan data hiraki (*hiraky database model*), model pangkalan data hubungan (*relational database model*), model pangkalan data objek (*object database model*) dan model pangkalan data objek-hubungan (*object-relational database model*).

Mengikut perkembangan model pangkalan data, kaedah menyimpan data dalam pangkalan data bermula dengan sistem fail. Pada peringkat awal, para penyelidik menggunakan fail untuk menyimpan data [22,32]. Perkembangan berlaku bagi mengatasi masalah mengurus data. Dalam model pangkalan data hiraki yang diperkenalkan sekitar tahun 1950 an [22], data berada dalam keadaan tersusun. Data disusun mengikut carta berdasarkan objek-objek. Hubungan data berada dalam keadaan pepohon (*tree*) yang terselindung. Model pangkalan data jaringan mempunyai persamaan dengan model pangkalan data hiraki dari segi susunan objek. Perbezaan yang wujud adalah hubungan objek digantikan dengan jaringan objek. Ia tidak menggunakan pepohon (*tree*) untuk menyusun hubungan. Ini kerana tidak semua hubungan objek berada dalam hiraki [48]. Masalah yang timbul dalam kedua-dua kaedah tersebut adalah dalam menghasilkan permintaan data yang kompleks.

Model pangkalan data hubungan dapat mengatasi masalah tersebut. Dalam model pangkalan data hubungan, data berada dalam bentuk jadual (*table*). Dalam satu jadual terkandung maklumat bagi satu entiti [48]. Hubungan ditakrifkan dengan wujudnya kekunci yang unik antara jadual-jadual. Dengan model ini, permintaan data yang kompleks dapat dijalankan. Model pangkalan data hubungan ini merupakan model pangkalan data yang meluas digunakan. Kebanyakan perisian pangkalan data komersial menampung kaedah ini [22]. Contoh perisian pangkalan data yang menampung kaedah ini ialah *Informix*, *Oracle*, *Microsoft Access* dan sebagainya.

Berdasarkan kepada pelbagai format data daripada pelbagai media, muncul satu model pangkalan data yang berorientasikan kepada objek. Ia mempunyai sifat-sifat dan perlakuan tersendiri. Model pangkalan data tersebut masih lagi berada dalam peringkat kajian. Kelebihan model pangkalan data objek kerana keupayaannya menampung data yang kompleks tetapi sukar untuk melakukan operasi mengeluarkan data dari pangkalan data. Justeru, satu lagi keadah model pangkalan data diperkenalkan iaitu model pangkalan data objek-hubungan. Ia menggabungkan antara dua kaedah iaitu model pangkalan data objek dengan model pangkalan data hubungan. Rajah 2.4 menunjukkan perkembangan model pangkalan data dan Jadual 2.2 menunjukkan ciri-ciri model pangkalan data.



Rajah 2.4: Perkembangan Model Pangkalan Data

2.5.2 Perbincangan Dan Perbandingan Antara Model Pangkalan Data

Hasil daripada tinjauan dan pemerhatian, sebagai rumusannya model pangkalan data ini bermula daripada proses penyimpanan data di dalam fail yang berstruktur (struktur data) yang lebih primitif kepada satu kaedah yang mentakrifkan hubungan antara objek. Jadual 2.2, menunjukkan secara ringkas persamaan dan perbezaan antara model pangkalan data yang telah diperkenalkan.

Jadual 2.2: Rumusan Model Pangkalan Data

Model	Pengurusan Data	Pengurusan Hubungan	Bahasa Mengambil Data
Hiraki	Fail, Rekod	Hubungan berada dalam keadaan pepohon (<i>tree</i>)	Prosedur
Jaringan	Fail, Rekod	Hubungan berada dalam keadaan jaringan yang bertindih	Prosedur
Hubungan	Jadual	Hubungan ditakrifkan dengan kata kunci yang unik mewakili setiap jadual	Bukan Prosedur
Objek	Objek, atribut dan sifat	Hubungan merujuk kepada interaksi antara objek dan objek, objek dan sifatnya	Prosedur
Objek Hubungan	Objek, atribut, sifat, jadual hubungan	Hubungan merujuk kepada interaksi antara objek dengan objek, objek dan sifatnya, dan antara objek yang mempunyai kata kunci yang unik bagi mentakrifkan hubungan.	Prosedur

Kesesuaian penggunaan model pangkalan data adalah bergantung kepada keperluan sesuatu aplikasi. Dalam GIS, antara aspek yang penting dan perlu dipertimbangkan bagi menentukan satu model data ialah proses manipulasi data dan analisis, sifat-sifat data yang ingin disimpan dan juga kebolehan menjana maklumat dengan lebih cepat dan berkesan [3].

Dalam GIS, hubungan antara ciri-ciri geografi adalah satu yang semantik. Ia mempunyai objek yang membentuk ruang, maklumat-maklumat mengenai ciri-ciri geografi, dan data-data yang sentiasa berubah. Ini berlaku ke atas ciri-ciri geografi yang melibatkan perubahan ruang dan maklumat. Keseluruhannya, ciri ini mempunyai kaitan dan menggambarkan pergerakan alam semula jadi.

Berdasarkan hubungan yang telah dinyatakan, model data bagi GIS perlu mempunyai kebolehan untuk mengurus maklumat tersebut. Dalam hal ini, terdapat dua model pangkalan data yang sesuai digunakan. Iaitu model pangkalan data hubungan dan model pangkalan data objek hubungan. Ia sesuai kerana kedua-dua model data tersebut mudah untuk mentakrifkan hubungan antara data, berbanding dengan model data yang lain, yang agak sukar untuk mentakrifkan hubungan antara data.

Dalam banyak penyelidikan yang telah dilakukan, kebanyakannya menggunakan model data hubungan. Dalam kajian yang dilakukan oleh Shashi Shekar [29,30] menunjukkan penggunaan model pangkalan data tersebut adalah mudah untuk mentakrif hubungan dan ia ditampung oleh kebanyakan perisian pangkalan data.

2.6 Koleksi Model Data GIS

Terdapat beberapa model yang telah dihasilkan oleh para penyelidik dalam bidang ini. Penulis hanya membincangkan tujuh model yang menjadi kajian utama dalam penyelidikan ini. Antaranya adalah TLDM, GISER, SAND, IGMX, GODOT, MHIS dan *Even Based Data Model*.

2.6.1 Model Data TLDM (1999)

TLDM (*Three Level Data Model*) ialah satu model data yang telah dihasilkan oleh Wang Feng dan rakan-rakan [10]. Ia dihasilkan dengan menggunakan kaedah rekabentuk berdasarkan ciri-ciri geografi (*features based*). Tujuan model data ini dihasilkan adalah untuk menyelesaikan isu persembahan ciri-ciri geografi dalam bentuk geografi. Oleh itu, takrifan ciri-ciri geografi ini ditambah dengan satu entiti iaitu simbol grafik sebagai mewakili persembahan data.

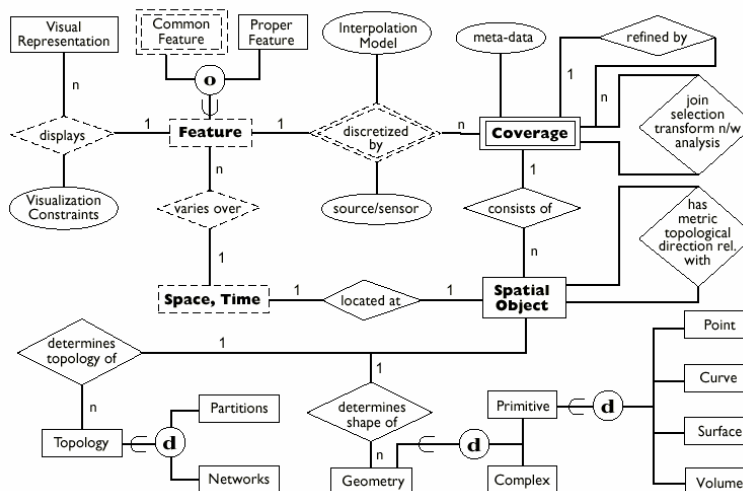
Model data ini mengambil kira pandangan pengguna terhadap peta dan muka bumi. Model ini mengandungi tiga kelas objek iaitu grafik, geografi dan objek ruang [10,34]. Grafik mewakili simbol dan warna bagi setiap ciri yang terdapat pada peta. Geografi pula mewakili maklumat seperti bentuk kawasan dan hubungan data serta data bukan ruang yang terlibat. Objek ruang merupakan kelas untuk data-data ruang. Dalam kelas ini, terdapat suatu keistimewaan yang dapat menghubungkan antara vektor dan raster dan para penyelidik amat berminat dengan hal ini [10].

Model data ini diimplimentasikan dengan menggunakan kaedah *Object-Oriented Databases* dalam aplikasi yang dinamakan sebagai YH-GIS [10]. Hasil daripada implimentasi, satu model data yang mengintegrasikan antara data ruang dan data bukan ruang.

2.6.2 Model Data GISER (1997)

GISER (Geographical Information Systems Entity Relational) ialah satu model data GIS yang telah diperkenalkan oleh Shashi Group, University Of Minnesota [30,32] diketuai oleh Shashi Shekar. Model data ini dibina berdasarkan kepada gabungan antara kaedah rekabentuk berdasarkan objek (*Object Based*) dan rekabentuk berdasarkan ruang (*Field Based*). Tujuan model data ini dibina adalah bagi menepati data yang bersifat berkesinambungan. Ini kerana permukaan muka bumi ini berkesinambungan dari segi permukaan dan ciri-ciri seperti fenomena cuaca.

Model data ini dibina berdasarkan empat ciri utama yang penting iaitu ruang dan masa (*Space and Time*), ciri-ciri (*Features*), ruang lingkup (*Coverage*) dan objek ruang (*Ruang Object*). Model data ini mengambil kira ruang data dan bukan ruang data. Kedua-dua elemen itu digabungkan di bawah satu rekabentuk model data. Rajah 2.5, menunjukkan asas rekabentuk model data GISER.



Rajah 2.5: Rekabentuk Model Data GISER [30]

Model data ini diimplimentasikan dengan menggunakan kaedah *Object-Oriented Databases* di dalam satu aplikasi Kepintaran Sistem Kenderaan (*ITS*). Hasil daripada implimentasi ini menimbulkan isu data yang berkesinambungan.

2.6.3 Model Data SAND (1997)

SAND (*Spatial And Nonspatial Database*) ialah satu lagi sistem pangkalan data yang mengintegrasikan antara data ruang dan data bukan ruang. SAND diperkenalkan oleh Prof. Hanan Samet dan Claudia Esperanca daripada *Computer Science Department, University Of Maryland* [7].

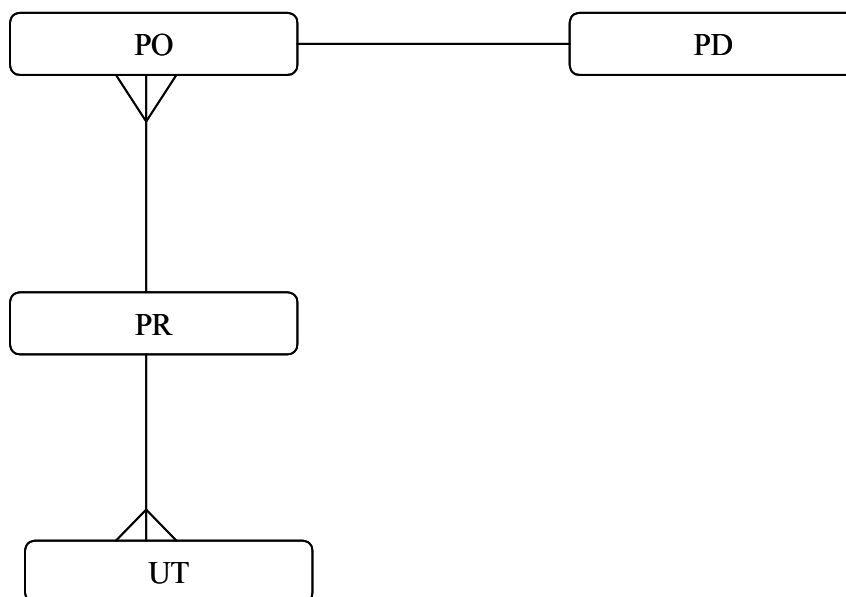
Model data ini dibangunkan dengan tujuan untuk mengatasi masalah integrasi antara data ruang dan data bukan ruang. Sistem pangkalan data ini mempunyai keupayaan untuk mengeluarkan dan menyimpan kedua-dua jenis data.

SAND menggunakan kaedah permodelan berdasarkan objek [7]. Ia diimplimentasikan dengan menggunakan kaedah peningkatan model data hubungan. Sehingga tahun 1997, SAND masih lagi dalam kajian untuk meningkatkan proses mengeluarkan data dan menghasilkan paparan yang sesuai. Setakat ini, SAND telah digunakan di dalam pangkalan data imej [5].

2.6.4 Model Data IGMX

Model data IGMX pula dibangunkan berdasarkan tiga elemen penting iaitu data geografi, pandangan pengguna dan tujuan model data di hasilkan [49]. Elemen tersebut penting bagi mentakrifkan ide tentang dunia sebenar serta menguruskan GIS.

Terdapat empat objek utama iaitu *Observation Point (PO)*, *Description Point (PD)*, *Plane References (PR)* dan *Terrain Mapping (UT)*. *PO* mewakili titik lokasi di atas bumi. *PD* mewakili titik penting data tersebut di atas bumi, juga mewakili set titik yang membentuk objek dan maklumat seperti yang terdapat di atas peta [49]. Rajah 2.6, menunjukkan asas model data IGMX.

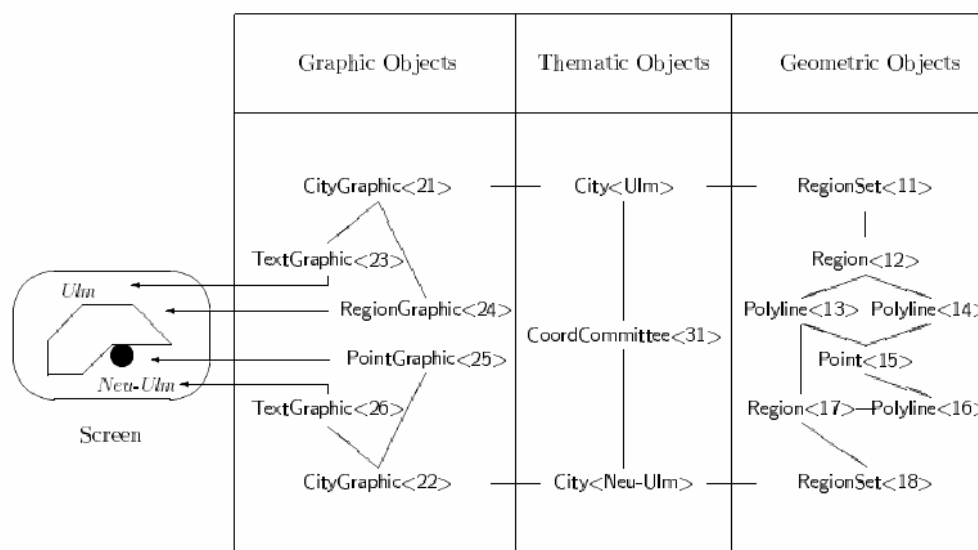


Rajah 2.6: Objek Utama Dalam Model Data IGMX [49]

2.6.5 Model Data GODOT

GODOT (*Geographical Data Management With Object-Oriented Techniques*) ialah satu lagi model data yang mengandungi data ruang dan data bukan ruang. Model data ini dibina dengan tujuan mengatasi masalah integrasi data ruang dan data bukan ruang yang mempunyai data yang kompleks. *Relational Data Model* sukar untuk memodelkan data yang kompleks [12]. Kaedah yang digunakan untuk menghasilkan model data ini adalah kaedah permodelan berdasarkan objek (*Object Based*).

Model data GODOT dibahagikan kepada tiga bahagian iaitu objek grafik, objek tematik dan objek geometri. Objek grafik objek mewakili kelas bagi simbol dan warna. Objek tematik pula mewakili maklumat bukan ruang. Manakala objek geometri objek pula mewakili data ruang. GOGOT lebih lama diperkenalkan iaitu sekitar tahun 1993 [12]. Rajah 2.7, menunjukkan asas konsep model data GODOT.



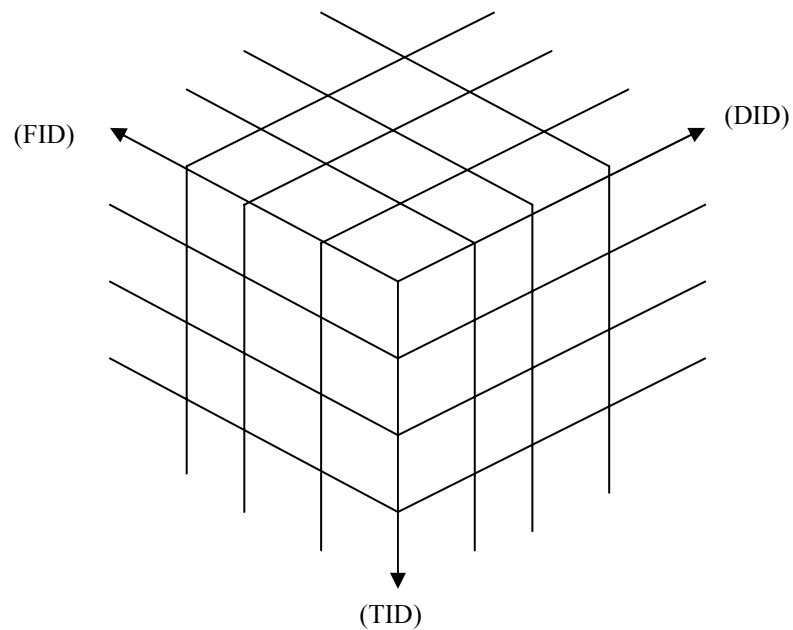
Rajah 2.7: Tiga Katogeri Model Data GODOT [12]

2.6.6 Model Data MHIS

Model pangkalan data yang digunakan dalam membangunkan Sistem Maklumat Hidrologi Malaysia (MHIS) adalah berdasarkan sistem kiub [1,46]. Terdapat tiga koordinat penting iaitu

- Identiti Ciri-Ciri (FID)
- Identiti Atribut (DID)
- Masa dan Tarikh (TID)

Ketiga-tiga koordinat ini digunakan untuk menentukan data yang disimpan. FID merujuk kepada nilai data yang telah diukur ataupun nilai kekunci bagi data ruang. DID merujuk kepada kekunci yang menerangkan tentang FID. Dengan erti kata lain, ia adalah kekunci bagi data ruang yang diambil. TID merupakan kekunci pada masa nilai data itu diambil. TID tidak merujuk kepada data ruang tetapi hanya kepada data bukan ruang yang berubah seperti hujan dan kedalaman air. Rajah 2.8, menunjukkan secara ringkas logik model data.



Rajah 2.8: Gambaran Logikal Sistem Kiub [1]

Sistem tersebut diimplimentasikan dalam dua sistem pangkalan data yang berbeza, iaitu Informix RDBMS dan ArcInfo. Informix RDBMS digunakan untuk menyimpan atribut data atau data bukan ruang dan ArcInfo digunakan untuk menyimpan data ruang. Dalam kes ini masalah yang timbul ialah kesepaduan data yang diintegrasikan antara data ruang dan bukan ruang berlaku di peringkat aplikasi GIS.

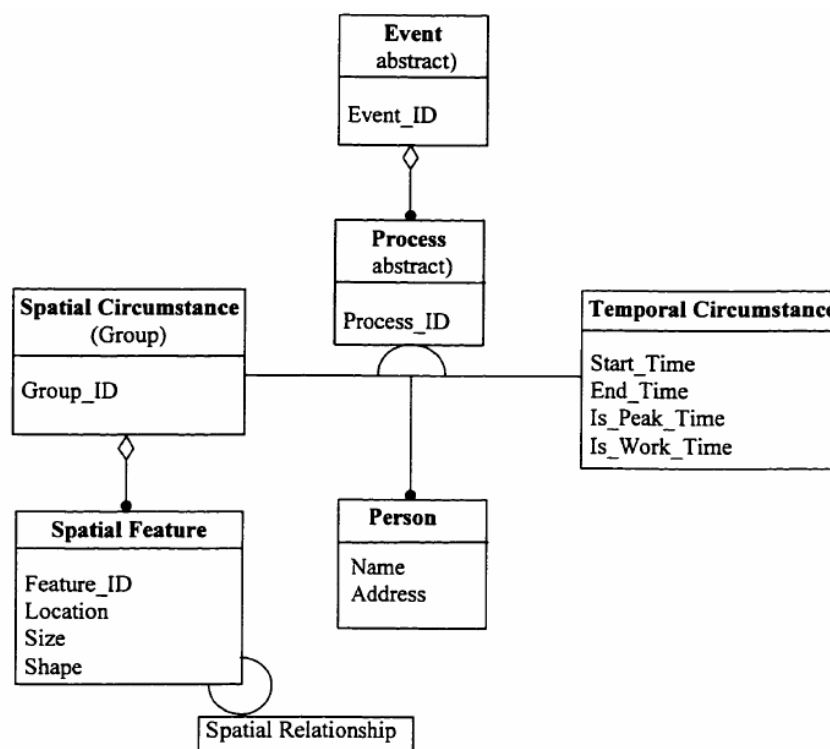
2.6.7 Model Data Berdasarkan Peristiwa (1998)

Kajian ini dijalankan oleh Dong Weng di Florida Atlantic University [41]. Kajian ini menggunakan kaedah permodelan berdasarkan perubahan. Model data ini diimplimentasikan dalam Sistem Maklumat Pengangkutan.

Tujuan penyelidikan yang dijalankan adalah untuk mempersembahkan pergerakan data ruang yang mewakili titik bagi kenderaan dan menguruskan perubahan bagi setiap pergerakan kenderaan. Kajian ini dilakukan berdasarkan satu isu iaitu pengurusan proses pergerakan objek di atas permukaan bentuk muka bumi. Beliau menyatakan bahawa hubungan antara perubahan atau fenomena dengan data geografi adalah satu hubungan yang erat. Hubungan ini adalah berdasarkan masa pergerakan alam.

Hasil daripada penyelidikan beliau, model data yang dihasilkan adalah seperti yang terdapat di rajah 2.9. Rajah 2.9 menerangkan konsep bagi model data tersebut. Kandungan *Even Based Data Model* adalah terdiri daripada entiti perubahan, orang (pengguna kenderaan), maklumat ruang serta ciri-cirinya dan faktor perubahan.

Implimentasi bagi model data ini adalah dengan menggunakan kaedah model pangkalan data hubungan. ArcView digunakan untuk menghasilkan aplikasi tersebut. Hasil daripada implimentasi, model data didapati berjaya untuk menguruskan perubahan yang tersimpan di dalam pangkalan data. Walaupun begitu, beliau menyatakan bahawa model yang dihasilkan masih belum dicuba dengan menggunakan perubahan yang lebih kompleks dan menyeluruh.



Rajah 2.9: Konsep Model Data Berdasarkan Peristiwa [41]

2.7 Kesimpulan

Hasil daripada tinjauan yang telah dilakukan terhadap penyelidikan yang telah dijalankan oleh penyelidik dalam bidang model data bagi (GIS), secara kesimpulannya terdapat empat pendekatan yang boleh digunakan dalam menyelesaikan isu penyelidikan yang penulis lakukan. Pendekatan tersebut ialah model data berdasarkan objek, model data berdasarkan ruang, model data berdasarkan ciri-ciri geografi dan model data berdasarkan arah. Masing-masing mempunyai kelebihan dan kebaikan sepertimana yang telah dibincangkan terdahulu. Namun begitu, bagi menyelesaikan masalah penyelidikan yang dinyatakan oleh penulis, kesemua kaedah tersebut perlu ditingkatkan.

Terdapat model data yang telah dihasilkan mempunyai kemampuan untuk mengintegrasikan antara data ruang dan data bukan ruang iaitu model data berdasarkan ciri-ciri geografi. Namun begitu kemampuan model data tersebut adalah terhadap data yang tidak dipengaruhi oleh faktor masa. Terdapat juga model data yang dihasilkan dalam menyelesaikan isu masa dalam model data. Contohnya, *Even Based Data Model*. Namun begitu, ia dihasilkan dengan menggunakan dua pangkalan data yang berbeza bagi pengurusan data ruang dan data bukan ruang. Hal ini akan merujuk kepada isu integrasi antara data ruang dan data bukan ruang.

Dalam kajian literasi juga penyelidik telah menemui kaedah yang berkesan bagi pengurusan data geografi yang berubah. Kaedah tersebut adalah sistem kiub. Keberkesanannya boleh dilihat hasil daripada pemerhatian terhadap pelaksanaan yang telah dijalankan oleh penyelidik terdahulu untuk menghasilkan Malaysian Hydrological Information System (MHIS). Namun begitu ia hanya digunakan terhadap data bukan ruang sahaja.

BAB III

METODOLOGI PENYELIDIKAN

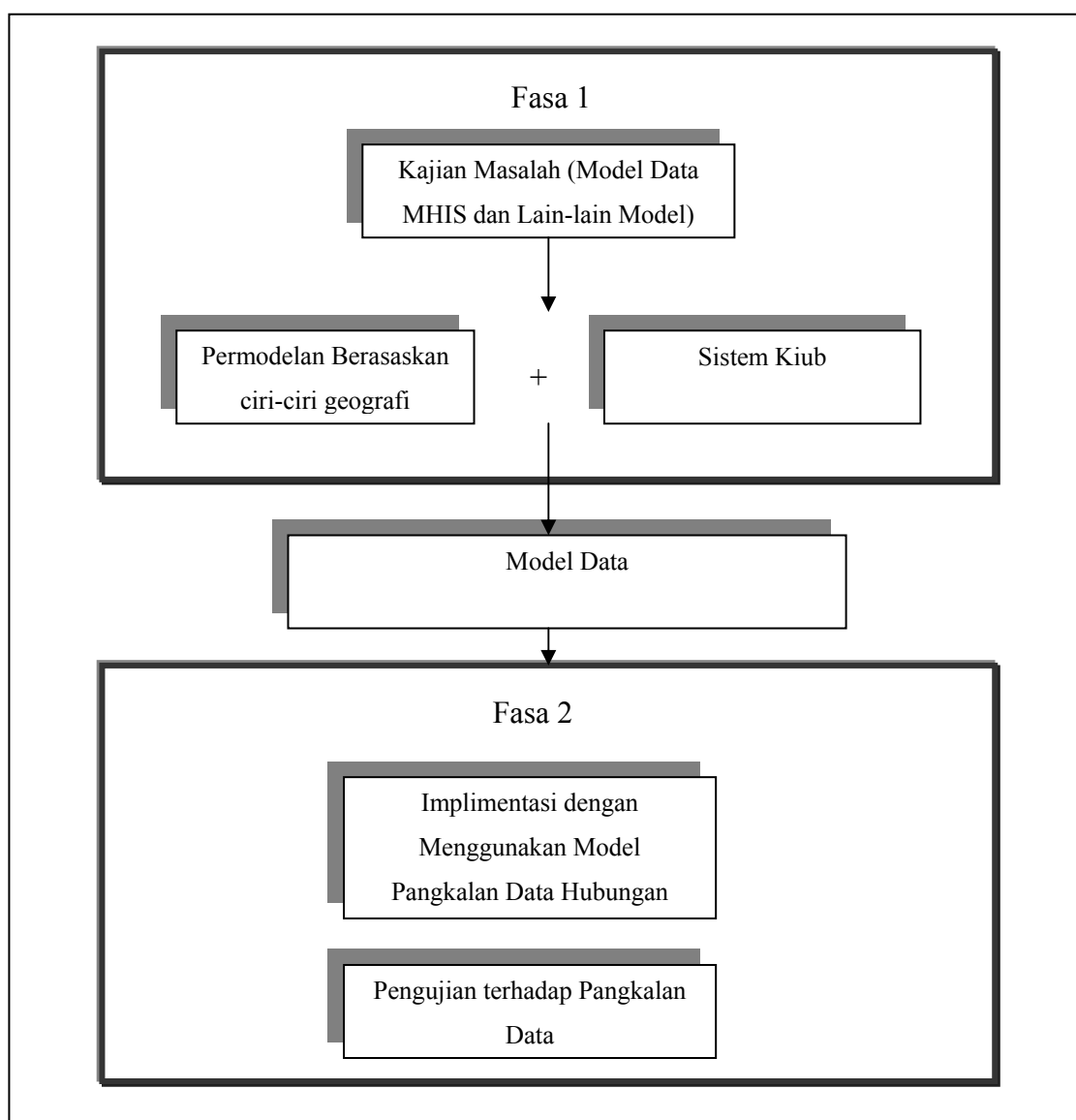
3.1 Pendahuluan

Penyelidikan ini bertujuan untuk menghasilkan satu integrasi model data baru bagi menyelesaikan isu yang telah diperkatakan dalam pernyataan masalah. Penyelidikan terbahagi kepada dua fasa. Fasa pertama adalah untuk menghasilkan model data dan fasa kedua merupakan implimentasi dan pengujian terhadap model data yang telah dihasilkan.

Dalam fasa pertama, kajian dilakukan untuk meningkatkan kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi. Kaedah tersebut ditingkatkan bagi tujuan menyelesaikan isu pengurusan perubahan data geografi. Penggunaannya adalah berdasarkan kejayaan kajian yang telah dilakukan oleh Wang Feng dan rakan-rakan [10].

Sistem Kiub digunakan sebagai pendekatan untuk menghasilkan model data. Sistem ini memudahkan pengurusan data yang berkaitan dengan masa. Penggunaan kaedah ini berdasarkan kejayaan yang telah dicapai sebelum ini oleh Institut Teknologi Perisian, Universiti Teknologi Malaysia[46] dalam membina model data untuk pangkalan data *Malaysian Hydrological Information System (MHIS)*.

Fasa kedua, merupakan fasa pengujian terhadap model data yang telah dihasilkan. Implimentasi model ini adalah menggunakan kaedah model pangkalan data hubungan. Ia melibatkan keperluan pengguna yang terdapat di dalam *Malaysian Hydrological Information System (MHIS)* yang berfokus kepada pengurusan data ruang (integrasi data dan pengurusan perubahan data ruang). Pengujian dilakukan dengan menghasilkan algoritma untuk memasukkan data ke pangkalan data, mengeluarkan data mengikut permintaan pengguna dan mengeluarkan data untuk satu lapisan data. Rajah 3.1 menunjukkan rekabentuk metodologi penyelidikan.



Rajah 3.1: Rekabentuk Metodologi Kajian

3.2 Peningkatan Model Berasaskan Ciri-Ciri Geografi

Merujuk kepada Usery [34], ciri-ciri geografi ditakrifkan sebagai satu asas untuk mempersembahkan fenomena geografi. *The U.S National Committee for Digital Cartographic Data Standards* dan *U.S Geological Survey* mendefinisikan ciri-ciri geografi mempunyai dua perkara iaitu data sebenar geografi dan persembahan peta dalam bentuk grafik. Sementara, Wang Feng dan rakan-rakannya [10] telah menambah definisi tersebut kepada tiga perkara iaitu entiti geografi, objek geografi dan simbol grafik. Ini berdasarkan pernyataan bahawa, manusia melihat dan memahami peta.

Definisi tersebut dikembangkan oleh penulis dalam penyelidikan ini. Proses pertambahan ini adalah berdasarkan kepada pemerhatian yang telah dilakukan bagi menyelesaikan isu penyelidikan dalam laporan ini. Penambahan ini berdasarkan ciri-ciri geografi yang berubah mengikut perubahan semula jadi atau fenomena geografi serta aktiviti manusia. Kajian dan analisis telah dilakukan terhadap data-data bagi kajian kes MHIS dan juga pemerhatian kepada perubahan peta yang berlaku. Menurut sumber maklumat daripada JUPEM, kegiatan pengukuran dilakukan setiap tiga hingga lima tahun untuk merekodkan perubahan.

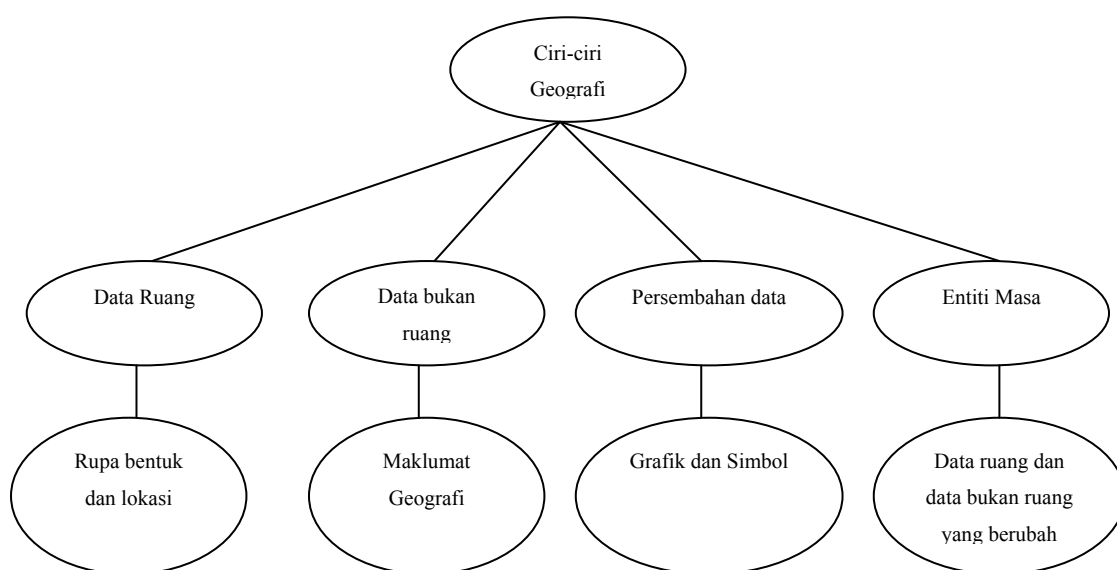
Keadaan perubahan yang berlaku dalam dunia nyata adalah seperti berikut:

1. Data-data berubah mengikut keadaan semula jadi dan peredaran masa. Sebagai contoh data hujan bagi sesuatu kawasan, data kedalaman sungai dan sebagainya. Data seperti ini lebih dikenali sebagai data yang direkod mengikut masa (*Time-Series Data*).
2. Data-data berubah melibatkan perubahan rupa bentuk kawasan. Perubahan berlaku disebabkan fenomena alam seperti banjir yang mengubah keadaan sungai, dan tanah runtuh. Perubahan juga berlaku akibat aktiviti manusia seperti pembinaan kawasan perumahan, pembinaan empangan dan proses melebarkan dan mendalamkan sungai. Perubahan ini juga boleh membawa kepada perubahan nama ciri-ciri geografi.

Perubahan yang dibincangkan di atas berlaku terhadap kesemua komponen yang terdapat dalam ciri-ciri geografi. Perubahan berlaku terhadap data ruang dan maklumat geografi. Sekiranya dilihat semula kepada takrifan ciri-ciri geografi yang ditakrifkan oleh *U.S National Committee for Digital Cartographic Data Standards* dan *U.S Geological Survey* [47], ciri-ciri geografi merupakan kombinasi data ruang dan data bukan ruang. Unsur perubahan sebenarnya adalah merujuk kepada perubahan ciri-ciri geografi. Jika perubahan berlaku terhadap data bukan ruang ini akan mengubah maklumat tentang ciri-ciri geografi.

Bagaimanapun, perubahan yang berlaku terhadap data ruang juga akan membawa kepada perubahan ciri-ciri geografi. Sekiranya berpandukan persoalan yang sering dikemukakan oleh pengguna dalam mengenal pasti sesuatu kejadian, biasanya pengguna merujuk kepada bila kejadian berlaku dan bagaimana keadaan pada ketika itu?

Sehubungan itu, perubahan sebenarnya adalah subset kepada ciri-ciri geografi. Di sini perlu wujud satu entiti yang merekodkan masa perubahan yang berlaku terhadap ciri-ciri geografi. Kaedah penyelesaian terhadap peningkatan yang perlu dilakukan, adalah dengan cara menambah satu entiti yang boleh merekodkan masa. Dalam hal ini, penyelidik telah menambah satu entiti yang disebut sebagai masa. Rajah 3.2 menunjukkan takrifan yang baru bagi ciri-ciri geografi.



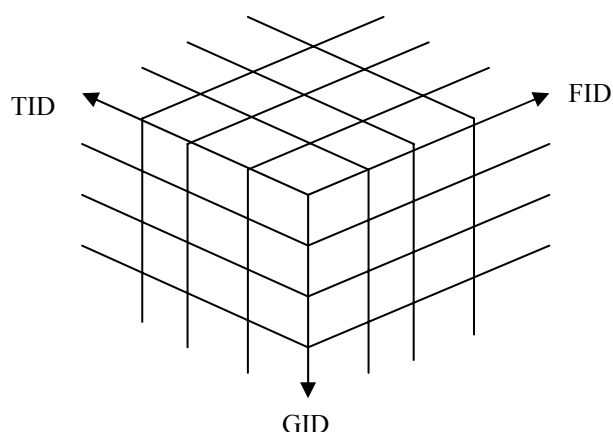
Rajah 3.2: Kaedah Permodelan Berdasarkan Ciri-Ciri Geografi

3.3 Sistem Kiub

Sistem Kiub sebelum ini telah digunakan dalam model data bagi *Malaysian Hydrological Information System (MHIS)* bagi tujuan pengurusan atribut geografi yang sentiasa berubah. Penggunaannya merujuk kepada perubahan data yang melibatkan kepada fenomena semula jadi seperti perubahan hujan dalam satu kawasan, perubahan aras air sungai, perubahan kualiti air dan sebagainya.

Dalam penyelidikan ini, sistem kiub digunakan untuk mengurus perubahan bagi data ruang. Penulis juga menggunakan pendekatan yang sama untuk menguruskan data bukan ruang, yang mana ia sama dengan penggunaannya dalam model data MHIS. Strukturnya masih lagi dikekalkan dan dikembangkan kepada penggunaan maklumat yang khusus bagi ciri-ciri geografi seperti nama khas dan sebagainya. Oleh itu, sistem kiub digunakan secara langsung untuk menguruskan perubahan yang berlaku terhadap data ruang dan data bukan ruang.

Konsep koordinat yang digunakan masih sama. Perubahan dilakukan terhadap hubungan di mana kata kunci bagi data bukan ruang ditukar kepada data ruang. Oleh yang demikian, koordinat yang terdapat dalam sistem koordinat yang baru ialah FID, TID dan GID yang mana GID merujuk kepada data ruang. Rajah 3.3 menunjukkan rajah kiub yang digunakan untuk menguruskan data ruang.



Rajah 3.3: Sistem Kiub Yang Digunakan

Secara kesimpulannya, dua kiub digunakan bagi tujuan pengurusan data ciri-ciri geografi yang masing-masing adalah untuk data ruang dan data bukan ruang. Kandungan data dalam kiub pula masing-masing menggambarkan perubahan yang berlaku dalam kedua-dua jenis data tersebut.

3.4 Integrasi Model Berasaskan Ciri-Ciri Geografi dan Sistem Kiub

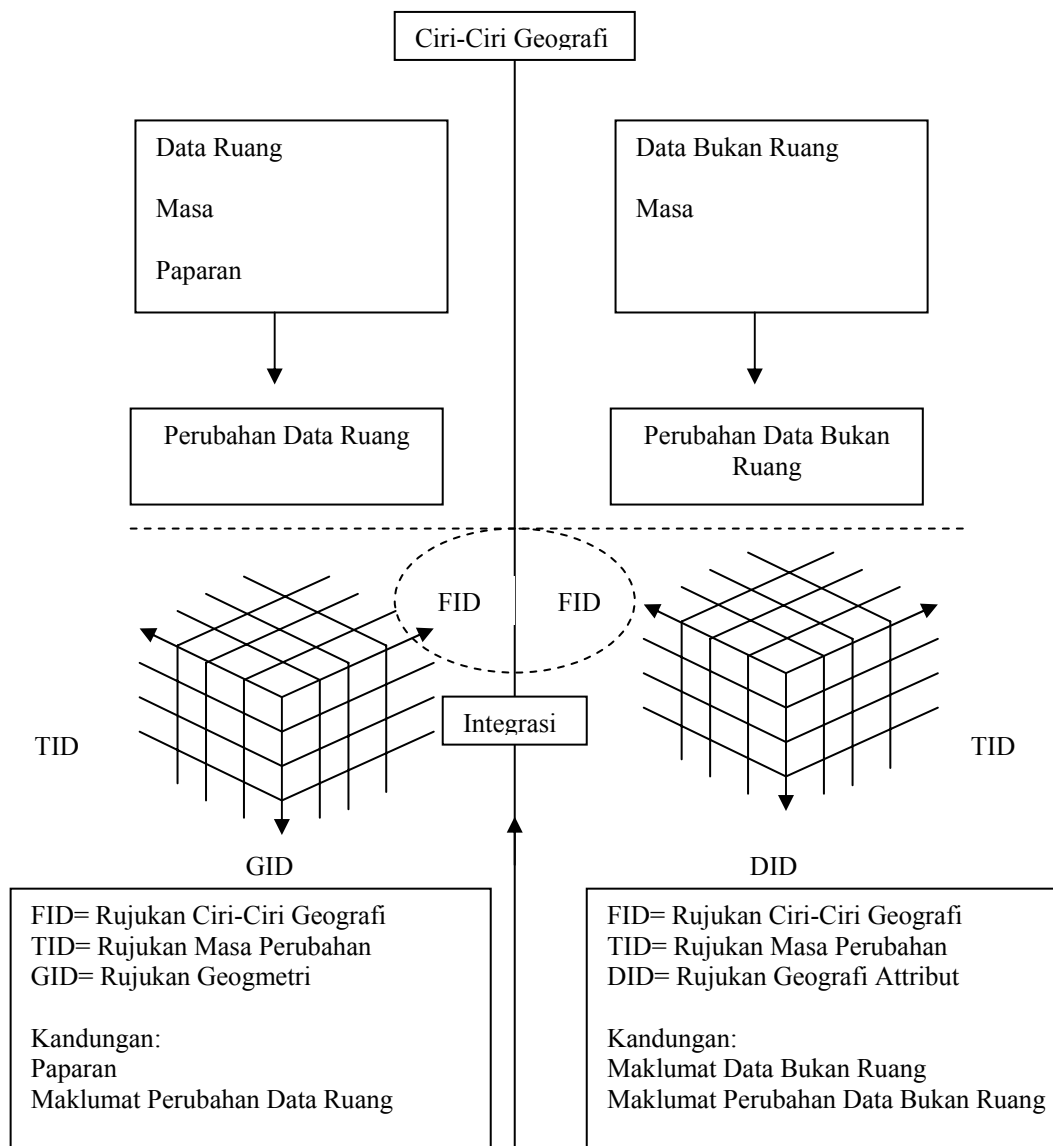
Dalam kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi, terdapat empat elemen penting dalam kajian ini. Kaedah sistem kiub mempunyai kemampuan untuk menguruskan data berdasarkan masa. Titik pertemuan antara dua kaedah ini adalah elemen masa. Oleh itu, kajian integrasi bagi dua kaedah tersebut adalah untuk menghasilkan model data. Kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi pula dipetakan kepada sistem kiub bagi menghasilkan model data. Model data hendaklah memenuhi segala keperluan yang terdapat dalam kedua-dua kaedah.

Proses integrasi dilakukan berdasarkan empat elemen yang terdapat di dalam kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi. Elemen ini dibahagikan kepada dua bahagian iaitu data ruang dan data bukan ruang. Dalam kedua-dua bahagian mempunyai unsur masa. Ini kerana, perubahan yang berlaku adalah berdasarkan perubahan masa. Rajah 3.4 menunjukkan proses integrasi kedua-dua kaedah bagi memperolehi satu model data yang mengandungi data ruang dan data bukan ruang serta ia boleh membantu menguruskan perubahan bagi ciri-ciri geografi.

Dalam konteks integrasi antara data ruang dan data bukan ruang, integrasi berlaku dengan kata kunci yang sama iaitu kata kunci FID. Ia terdapat dalam kedua-dua kiub.

Sebagai rumusan, integrasi antara dua kaedah ini membawa kepada satu dimensi baru bagi pengurusan data geografi. Kelebihan yang ada pada kedua-dua kaedah tersebut akan menghasilkan satu model data yang mempunyai keupayaan bersepadu yang mengandungi data ruang dan data bukan ruang. Ia mempunyai

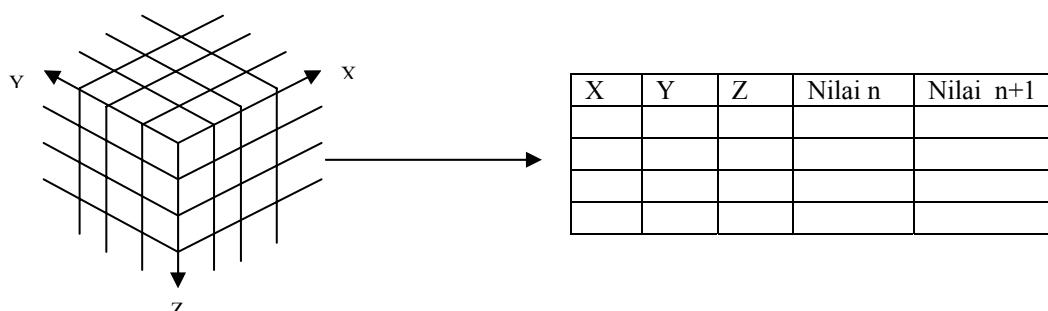
kebolehan menguruskan perubahan data serta mengandungi elemen persembahan maklumat geografi.



Rajah 3.4: Integrasi Antara Kaedah Permodelan Berdasarkan Ciri-Ciri Geografi dengan Sistem Kiub

3.5 Model Pangkalan Data Hubungan

Dalam penyelidikan ini, model pangkalan data hubungan digunakan bagi menterjemahkan kiub kepada bentuk jadual. Kiub mempunyai tiga set koordinat (x,y,z) bagi setiap sel. Koordinat ini akan menjadi kata kunci bagi rujukan untuk setiap data. Rajah 3.5 menunjukkan secara umum perterjemahan kiub kepada jadual hubungan.



Rajah 3.5: Terjemahan Sistem Kiub kepada Bentuk Jadual

Kiub akan menjadi satu jadual yang mempunyai tiga kekunci yang mengawal perubahan dan penambahan data. Sekiranya dilihat kepada prinsip kaedah model pangkalan data hubungan, ia merupakan satu kesalahan. Ini kerana setiap satu jadual perlu mempunyai satu kekunci utama [48].

3.6 Pendekatan Persembahan Berasaskan Lapisan (*Layer Based Approach*)

Kaedah berdasarkan Lapisan (Layer-Based) ialah satu kaedah yang digunakan bagi mempersembahkan set data digital ke dalam bentuk peta digital. Kaedah ini digunakan oleh Wang Feng dan rakan-rakannya dalam kajiannya [10] untuk mengeluarkan set data sebagai paparan.

Konsep kaedah berdasarkan lapisan adalah dengan memecahkan kandungan peta-peta kepada set ciri-ciri geografi. Setiap lapisan akan mewakili satu set jenis ciri-ciri geografi. Tujuannya, adalah untuk memberi pilihan kepada pengguna akhir untuk menganalisis kawasan dan peta, serta menepati permintaan pengguna akhir.

Kaedah ini digunakan bagi mengeluarkan data untuk dipersembahkan sebagai peta digital. Ia menjadi garis panduan untuk mengeluarkan data. Untuk mengeluarkan data, set lapisan perlu berdasarkan kepada masa yang diminta oleh pengguna. Pada kebiasaannya kaedah ini digunakan untuk mengeluarkan data mengikut lapisan tanpa mengira tarikh dan waktu.

BAB IV

REKABENTUK MODEL DATA

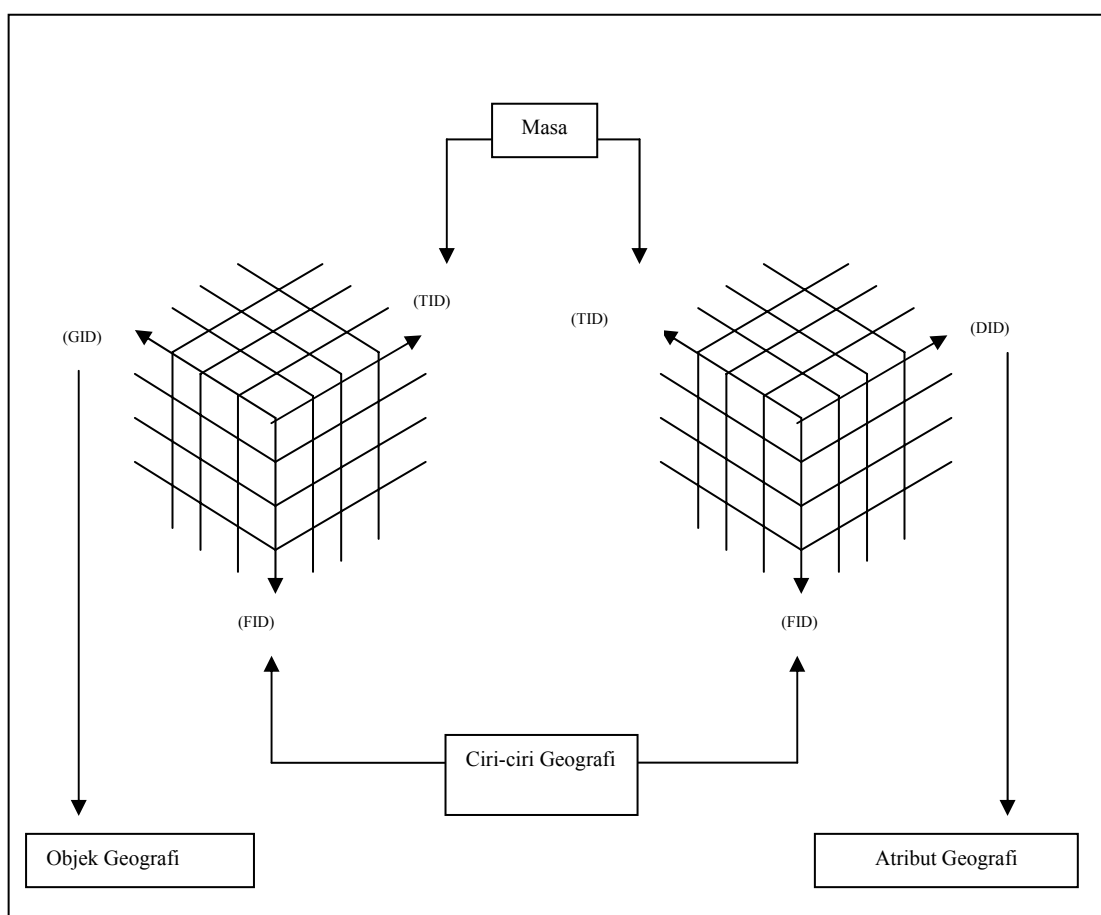
4.1 Pendahuluan

Berdasarkan metodologi penyelidikan, dua kaedah utama digunakan bagi menghasilkan satu model data. Kaedah tersebut ialah kaedah model data berdasarkan ciri-ciri geografi dan kaedah sistem kiub. Kaedah ciri-ciri geografi telah ditingkatkan dengan penambahan satu entiti iaitu entiti masa. Ia diintegrasikan dengan sistem kiub. Sistem kiub digunakan untuk mengurus perubahan data yang berlaku. Dalam hal ini, sistem kiub diimplimentasikan terhadap pengurusan perubahan data ruang.

Perbincangan menyingkap secara terperinci rekabentuk model data yang telah dihasilkan. Ia termasuk pembinaan prototaip sistem pangkalan data yang menggunakan model pangkalan data hubungan sebagai pendekatan implimentasi. Pemilihan model pangkalan data hubungan adalah atas dasar kebolehan model pangkalan data tersebut mentakrif hubungan data dan mampu ditampung oleh kebanyakan perisian pangkalan data.

4.2 Rekabentuk Model Data Dua Kiub

Model data yang dihasilkan adalah berdasarkan gabungan kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi rujukan daripada Wang Feng dan rakan-rakannya [10] dan kaedah kiub rujukan daripada Institut Teknologi Perisian [1,46]. Seperti yang telah dinyatakan dalam bab 3, kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi ditambah satu entiti baru untuk menyelesaikan masalah penyelidikan. Kaedah tersebut dipadankan dengan dua kiub yang masing-masing adalah untuk menguruskan perubahan data ruang dan data bukan ruang. Satu model data yang dinamakan sebagai Model Data Dua Kiub dihasilkan hasil gabungan kedua-dua kaedah itu.. Rajah 4.1 menunjukkan model data yang dihasilkan.



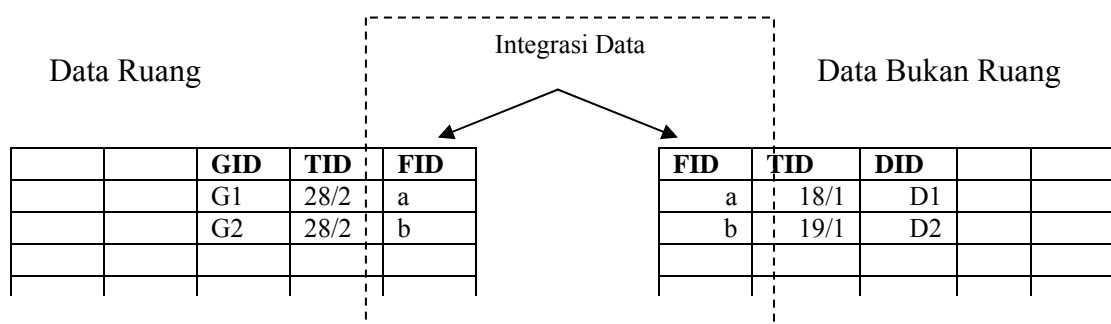
Rajah 4.1: Konsep Model Data Dua Kiub

Model data tersebut mempunyai empat kata kunci penting yang menjadi hubungan antara data-data. Antara kata kunci tersebut ialah:

1. FID (*Feature Identification*) - Kata kunci ini merupakan kata kunci utama yang menjadi rujukan bagi setiap ciri geografi yang terdapat di atas permukaan bumi. Kata kunci ini terdapat di kedua-dua kiub bagi memastikan integrasi antara data ruang dan data bukan ruang berlaku. Ia juga mempunyai jadual tersendiri yang menerangkan secara terperinci tentang maklumat ciri-ciri geografi. Maklumat tersebut adalah maklumat khas yang tidak berubah ciri-ciri geografinya.
2. TID (*Time Identification*) - Kata kunci ini adalah kata kunci untuk rujukan dari semasa ke semasa apabila data direkodkan oleh pengumpul data. Kata kunci ini terdapat di dalam kedua-dua kiub yang masing-masing digunakan untuk merekod masa bagi setiap data. Kegunaannya adalah lebih kepada untuk menguruskan data yang berubah. Data ruang merujuk kepada perubahan bentuk rupa objek yang berlaku apabila data diambil. Data bukan ruang pula merujuk kepada perubahan data. Contoh data hujan yang direkod setiap kali berlaku hujan. Data direkod berdasarkan peristiwa yang berlaku. Selain itu, terdapat data yang diambil mengikut sela masa tertentu. Perubahan bagi data bukan ruang juga berlaku pada atribut data (iaitu data maklumat ruang seperti nama). Perubahan ini mungkin terjadi apabila berlaku perubahan bentuk muka bumi yang melahirkan ciri-ciri geografi yang baru. Sebagai contoh aktiviti meratakan bukit bagi mewujudkan kawasan perumahan atau pembinaan empangan baru, akan memberi perubahan kepada ciri geografi.
3. DID (*Description Identification*)- Kata kunci ini hanya terdapat di dalam kiub data bukan ruang sahaja. Kata kunci ini merujuk kepada keterangan bagi data yang diambil. Contohnya, jika data tersebut adalah data hujan, ia akan merujuk kepada nama stesen dan maklumat terperinci tentang stesen tersebut.

4. *GID (Geometric Identification)*- Kata kunci ini hanya terdapat di dalam kiub data ruang. Ia merupakan satu kata kunci yang merujuk kepada objek geometri bagi ciri-ciri geografi. Ia dilengkapi dengan jadual yang tersendiri. Jadual tersebut menyimpan set titik-titik yang membentuk objek ruang tersebut.

Daripada keterangan di atas, kata kunci yang akan menghubungkan antara data ruang dan juga data bukan ruang adalah kata kunci FID. Pengeluaran data boleh berlaku dengan menggunakan kata kunci ini. Rajah 4.2 menunjukkan jadual yang mempunyai kata kunci yang menghubungkan antara data ruang dan juga data bukan ruang.

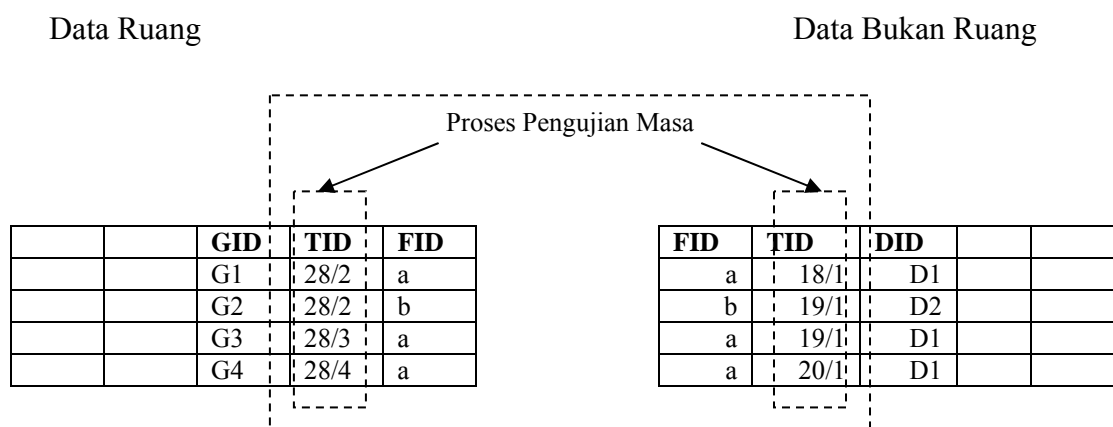


Rajah 4.2: Integrasi Antara Data Ruang dan Data Bukan Ruang

Berdasarkan rajah 4.2 kata kunci FID mempunyai nilai a , berdasarkan kata kunci untuk mengetahui objek ruang, proses pengeluaran data boleh dilakukan dengan mendapatkan nilai GID daripada jadual data ruang dengan nilai $FID = a$. Dari situ tarikh data direkod boleh didapati dengan mengeluarkan nilai TID bagi data ruang. Dengan adanya nilai GID, kita akan memperolehi set data yang membentuk ruang untuk dipaparkan kepada pengguna. Data bukan ruang boleh dikeluarkan berdasarkan FID dengan mendapatkan nilai DID daripada jadual data bukan ruang.

Untuk melakukan analisis masa terhadap data-data yang terdapat di dalam pangkalan data, secara teori, TID merupakan elemen yang penting untuk tujuan tersebut.

Proses untuk mengeluarkan data boleh dibuat berdasarkan kepada pengujian terhadap nilai TID pada kedua-dua jadual. Sekiranya operasi tersebut adalah untuk melihat data ruang, nilai FID dan TID boleh dirujuk pada jadual data ruang untuk mendapatkan objek geometri pada ciri-ciri geografi tertentu. Dalam keadaan ini, pengguna boleh melihat perubahan yang berlaku terhadap data ruang tersebut dengan memberi nilai sela TID yang diperlukan oleh pengguna. Proses yang sama juga berlaku terhadap data bukan ruang. Rajah 4.3 menunjukkan secara fizikal proses ini berlaku.



Rajah 4.3: Proses Pengujian Perubahan Data.

Daripada rajah 4.3, sekiranya pengguna ingin melihat perubahan yang berlaku kepada Ciri-ciri geografi yang bernilai a , pengguna boleh menggunakan FID sebagai a dan memasukkan nilai sela TID ($1/1$ di antara $1/4$). Data yang akan dikeluarkan ialah $\{G1, G3\}$. Nilai ini akan digunakan untuk mendapatkan rupa bentuk objek untuk dipaparkan.

4.3 Komponen Model Data Dua Kiub

Dalam rajah 4.1, komponen yang terdapat di dalam model data adalah terdiri daripada lima komponen yang penting. Komponen tersebut ialah ruang, data atribut, data bukan ruang yang berubah, data ruang yang berubah dan elemen persembahan. Komponen ini melengkap satu set maklumat yang terdapat pada satu ciri geografi.

Ruang ialah satu komponen yang mengandungi data-data yang membentuk rupa bentuk dan lokasi bagi maklumat ciri-ciri geografi. Ia terdiri daripada set data vektor. Data adalah berbentuk set titik-titik (x,y,z).

Data atribut merupakan satu komponen yang menerangkan ciri-ciri geografi yang terdapat di atas permukaan bumi. Ia melengkap data ruang dengan menerangkan maklumat geografi bagi rupa bentuk ruang yang terdapat di dalam pangkalan data.

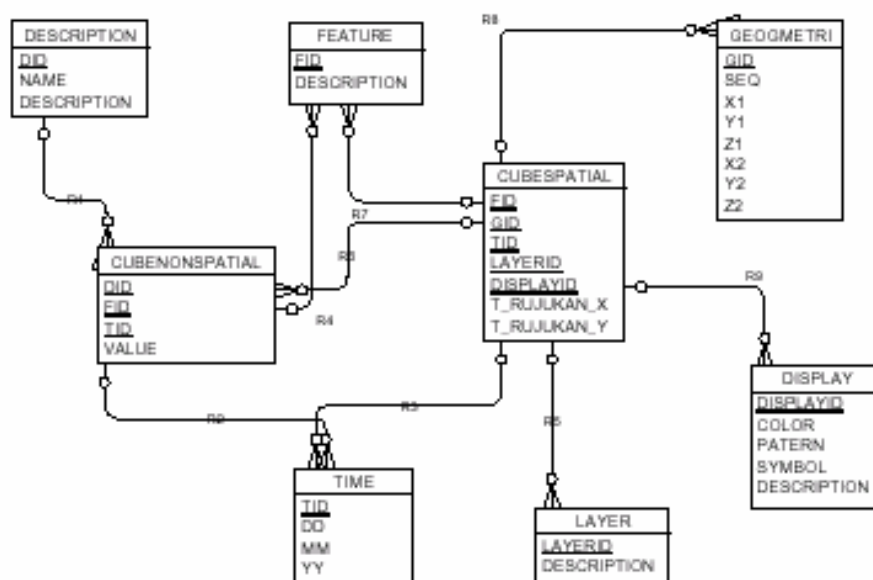
Data bukan ruang yang berubah adalah satu komponen yang merekodkan perubahan yang berlaku terhadap data atribut (maklumat geografi). Terdapat dua jenis perubahan yang berlaku iaitu perubahan berdasarkan fenomena alam dan perubahan yang berlaku berdasarkan kegiatan manusia. Sebagai contoh data hujan, data paras air dan sebagainya. Perubahan yang berlaku berdasarkan kegiatan manusia pula adalah seperti penambahan stesen hujan baru, perubahan nama pada stesen dan sebagainya.

Data spatial yang berubah adalah komponen yang juga bergantung pada perubahan masa. Ia hanya merekodkan perubahan yang melibatkan rupa bentuk dan lokasi. Contohnya, perubahan sungai yang disebabkan banjir ataupun perubahan satu kawasan untuk tujuan pembinaan. Perubahan ini akan membawa perubahan pada paparan digital dan bergantung kepada para penganalisis data untuk mengkelaskan data tersebut. Elemen persembahan ini merupakan satu komponen yang membolehkan data dipersembahkan dalam bentuk digital bersama dengan warna-warna tertentu.

4.4 Rekabentuk Pangkalan Data

Model data cadangan menggunakan kiub sistem dan dan juga kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi. Perbincangan di atas telah diterangkan secara konsep model data tersebut. Dalam perbincangan ini akan diterangkan pula tentang bagaimana model data tersebut boleh diimplimentasikan dengan menggunakan kaedah model pangkalan data hubungan.

Berdasarkan rajah 4.1, kedua-dua kiub ditukarkan ke dalam bentuk jadual untuk merekabentuk pangkalan data. Kiub yang pertama adalah untuk jadual bagi data ruang dan kiub yang kedua adalah untuk menguruskan data bukan ruang. Dalam kiub ruang, FID,TID dan GID menjadi rujukan dan begitu juga dengan kiub bukan ruang, FID, TID dan DID menjadi rujukan kepada data. Rajah 4.4 menunjukkan lakaran fizikal pangkalan data yang menggunakan kaedah model pangkalan data hubungan.



Rajah 4.4: Rekabentuk Fizikal Model Data Dua Kiub

Daripada rajah 4.4 terdapat beberapa jadual yang penting yang perlu ada bagi setiap pangkalan data yang menggunakan model data ini (*Double Cube Data Model*). Antara jadual yang penting ialah:

- Jadual Bagi Data Bukan ruang (Kiub 1)
(FID , DID, TID, Atribut n ,.... Atribut n+1);
- Jadual Bagi Data Ruang (Kiub 2)
(FID , GID, TID, Atribut n ,.... Atribut n+1);
- Jadual Bagi Menyimpan Data Geometri
(GID , SEQ , x1 , y1 , z1 , , Xn , Yn , Zn);
- Jadual Bagi Nilai Masa
(TID , MM, DD , YY);
- Jadual Keterangan Mengenai Ciri-ciri Geografi
(FID , Description);
- Jadual Elemen Paparan
(DisplayID, Color, Symbol, Keterangan, Atribut1,Atribut n);
.....(4.1)

Dalam senarai jadual data di atas terdapat atribut yang menjadi pemboleh ubah iaitu seperti atribut 1, atribut n, yang merupakan pemboleh ubah yang memberi kebebasan kepada pengguna yang menggunakan model data untuk digantikan kepada nilai atribut yang bertepatan dengan keperluan pengguna. Ini kerana model data yang dicadangkan adalah untuk GIS secara umum. Untuk aplikasi GIS yang tertentu, model data boleh diimplimentasikan mengikut keperluan pengguna. Fakta di atas adalah satu garis panduan secara umum untuk menggunakan model data yang dicadangkan.

4.5 Perbincangan Model Data

Dalam rekabentuk model data yang telah dihasilkan terdapat dua kiub yang telah digunakan. Tujuan penggunaan dua kiub adalah untuk mengurangkan penggunaan memori yang tinggi dalam sistem pangkalan data. Perkara ini berlaku kerana perubahan yang berlaku di antara data ruang dan bukan ruang adalah tidak selari. Sekiranya diperhatikan secara teliti, perubahan yang kerap berlaku adalah data bukan ruang. Contohnya hujan, hujan berlaku tidak mengikut masa. Nilainya akan berbeza dari satu masa ke masa yang lain. Oleh yang demikian, nilai hujan direkodkan mengikut masa tersebut.

Sekiranya kiub digabungkan menjadi satu sudah tentu, lajur kata kunci perlu ditambah dengan satu nilai yang berbeza antara dua kiub tersebut iaitu nilai GID. Rajah 4.5 menunjukkan jika menggunakan satu kiub sahaja.

FID	TID	DID	GID	Nilai Hujan	Simbol /warna
Fid1	20/1	StH 1	Kaw1	20	Biru
Fid1	21/1	StH 1	Kaw1	26	Biru
Fid1	22/1	StH 1	Kaw1	27	Biru
Fid1	23/1	StH 1	Kaw1	30	Biru
Fid1	24/1	StH 1	Kaw1	23	Biru
Fid1	25/1	StH 1	Kaw1	24	Biru

Rajah 4.5 :Gabungan Dua Kiub menjadi Satu Kiub

Daripada rajah 4.5 di atas, lajur yang berlorek adalah daripada kiub data ruang dan sebaliknya adalah data bukan ruang. Dalam keadaan nilai hujan yang sentiasa berubah, nilai data ruang tidak berubah. Oleh kerana digabungkan, data itu terpaksa direkod. Kesannya adalah memori sistem pangkalan data akan meningkat dari masa ke masa.

Selain daripada itu, masa juga memainkan peranan penting menunjukkan perubahan yang berlaku. Sekiranya dalam keadaan seperti rajah 4.5 berlaku, tarikh bagi perubahan data ruang turut berubah. Oleh itu, tarikh sebenar data tersebut sudah tidak lagi benar.

Dapat dirumuskan di sini, bahawa penggunaan dua kiub dalam model data adalah untuk memastikan bahawa penggunaan memori dalam sistem pangkalan data tidak tinggi dan untuk memastikan tidak berlaku konflik dalam menyimpan data ruang dan bukan ruang.

Model Data Dua Kiub boleh digunakan oleh semua aplikasi GIS. Model yang dihasilkan adalah satu konsep yang menerangkan secara abstrak ruang storan dan proses penyimpanan data berlaku. Ia menerangkan kaedah pengurusan data ruang dan data bukan ruang. Di samping model data tersebut juga berkemampuan menyimpan data ruang dan data bukan ruang yang berubah.

Pembangun aplikasi GIS boleh menggunakan Model Data Dua Kiub untuk sistem pangkalan data bagi GIS yang dihasilkan. Dalam hal ini, pembangun perlu membuat penambahan entiti dan atribut pada sistem pangkalan data terlebih dahulu. Ini kerana entiti dan atribut yang disediakan adalah selaras dengan semua keperluan aplikasi GIS.

Penambahan berlaku dengan menggantikan *Nilai..1* hingga *Nilai.. n* yang terdapat pada setiap jadual entiti bagi pangkalan data seperti yang terdapat pada ruang (4.1) di atas dengan kata kunci baru yang menghubungkan antara entiti yang diperlukan dengan jadual entiti yang sedia ada. Pertambahan entiti tidak mempunyai had tertentu. Ia bergantung kepada keperluan pembangun GIS menentukannya.

Dapat disimpulkan di sini, bahawa Model Data Dua Kiub adalah bersifat dinamik. Penambahan boleh dilakukan mengikut keperluan penggunaan. Model Data Dua Kiub juga boleh digunakan oleh kesemua aplikasi GIS terutamanya aplikasi yang memerlukan unsur masa dalam sistem itu.

BAB V

IMPLIMENTASI DAN HASIL PENYELIDIKAN

5.1 Pendahuluan

Bab ini akan membincangkan implimentasi Model Data Dua Kiub secara terperinci. Ia juga turut membincangkan hasil penyelidikan yang diperolehi termasuk proses pengujian yang dilakukan.

Model Data Dua Kiub diimplimentasi dengan menggunakan model pangkalan data hubungan. Data yang digunakan adalah berdasarkan kepada data yang terdapat di dalam *Malaysia Hydrological Information System (MHIS)*. Ia diperolehi daripada pemerhatian dan temubual serta data yang sedia ada. Walau bagaimanapun data yang diberikan adalah terhad.

Pengujian dilakukan terhadap aplikasi GIS yang telah dihasilkan. Tiga objektif yang ingin dicapai adalah persembahan peta dua dimensi, persembahan data mengikut sela masa dan pemerhatian terhadap integrasi data ruang dan bukan ruang .

5.2 Implimentasi Model Data

Model Data Dua Kiub diimplimentasikan kepada rekabentuk pangkalan data dengan menggunakan kaedah model pangkalan data hubungan. Melalui proses implimentasi, penyelidik menentukan entiti yang terlibat berdasarkan kepada Model Data Dua Kiub dan kaitannya dengan kajian kes.

Hasil daripada proses rekabentuk sistem pangkalan data, rekabentuk konsep secara fizikal berjaya dihasilkan. Melalui rekabentuk konsep, penulis hanya memberi gambaran tentang atribut dan hubungan antara entiti. Sementara, dalam senibina fizikal, penulis menentukan hubungan yang diperlukan dengan penggunaan kata kunci, menentukan saiz atribut dan data serta format data, di samping menentukan nama medan yang akan digunakan dalam pembangunan pangkalan data.

5.2.1 Senarai Entiti

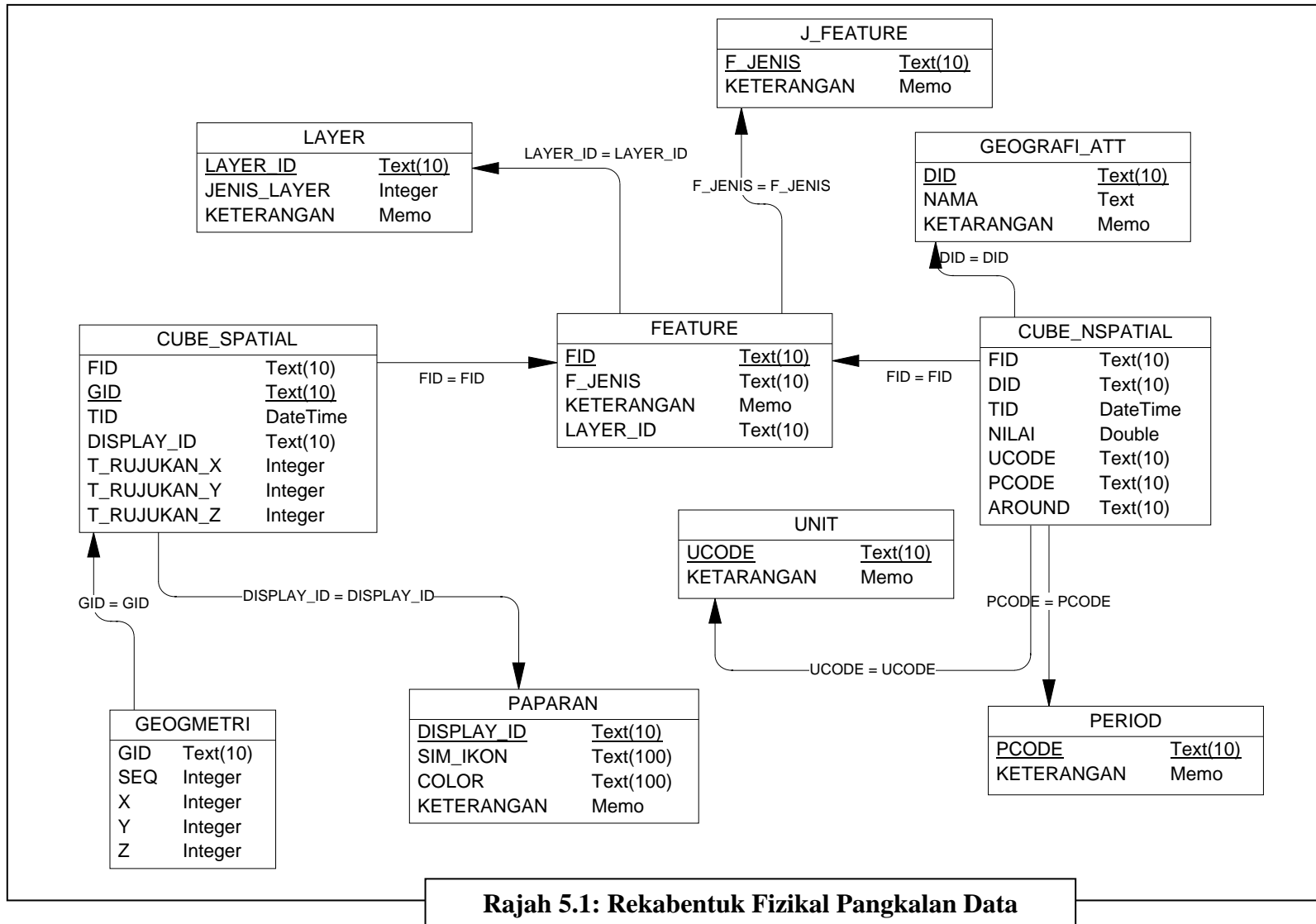
Hasil daripada pemerhatian dan penyelidikan terhadap model data serta keperluan pengguna dan kajian kes, terdapat sepuluh entiti yang terlibat dalam pangkalan data. Jadual 5.1 menerangkan setiap entiti tersebut. Nama entiti tersebut digunakan di dalam pangkalan data yang dibangunkan.

Jadual 5.1: Senarai Entiti

Bil	Entiti	Keterangan
1	Cube_Nspatial	Entiti Cube_Nspatial adalah entiti yang menyimpan data bukan ruang.
2	Cube_Spatial	Entiti Cube_Spatial adalah entiti yang menyimpan data ruang.
3	Feature	Entiti Feature adalah entiti yang menyimpan data mengenai maklumat bagi ciri-ciri geografi yang terdapat di permukaan bentuk muka bumi.
4	Geometri	Entiti Geometri adalah entiti yang menyimpan maklumat mengenai rupa bentuk objek spatial.
5	Geografi_Att	Entiti Geografi_Att adalah entiti yang menyimpan maklumat keterangan secara terperinci mengenai objek yang disimpan di dalam pangkalan data.
6	J_Feature	Entiti J_Feature adalah entiti yang menyimpan maklumat mengenai jenis ciri-ciri geografi.
7	Layer	Entiti Layer adalah entiti yang menyimpan maklumat mengenai lapisan data yang disimpan. Maklumat ini digunakan untuk mengeluarkan data mengikut lapisan.
8	Paparan	Entiti paparan merupakan entiti yang menyimpan maklumat paparan mengenai ciri-ciri geografi yang terdapat di dalam pangkalan data. Ia digunakan untuk mempersembahkan data dalam bentuk yang lebih difahami.
9	Period	Entiti Period adalah entiti yang menyimpan maklumat sela masa data hidrologi yang diambil untuk disimpan ke dalam pangkalan data.
10	Unit	Entiti Unit adalah entiti yang menyimpan maklumat unit bagi setiap data yang diambil. Ia digunakan untuk proses analisis dan juga pengiraan.

5.2.2 Senibina Fizikal Bagi Pangkalan Data

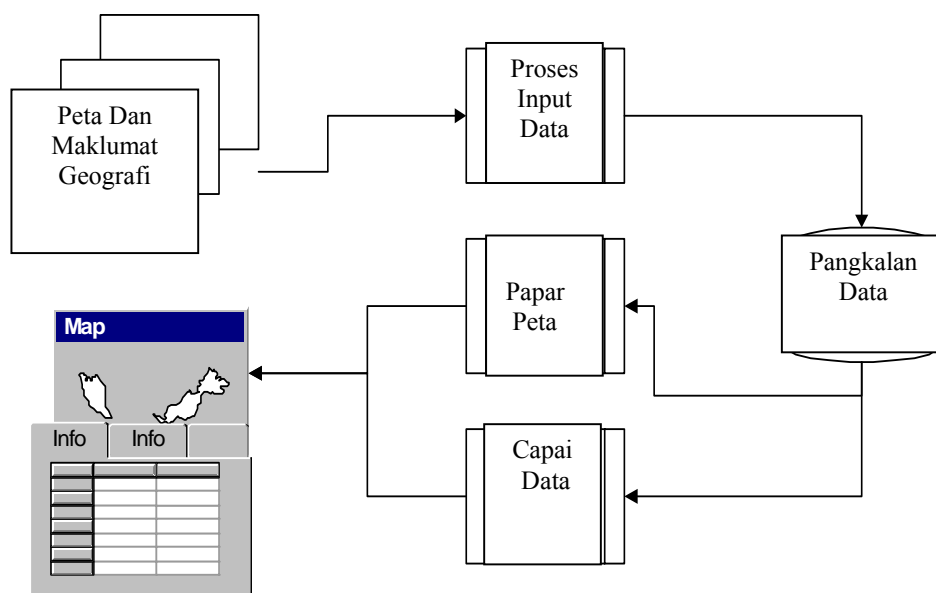
Melalui rekabentuk fizikal data-data ditakrifkan sebagai nama medan data, saiz dan jenis data. Jadual-jadual pula akan ditakrifkan sebagai hubungan antara jadual. Dalam rekabentuk fizikal, kedua-dua kiub yang terdapat di dalam Model data Dua Kiub diterjemahkan dengan menggunakan jadual masing-masing. Setiap jadual tersebut mempunyai tiga kata kunci yang utama yang akan memastikan bahawa data boleh diintegrasikan dan data boleh dikeluarkan untuk persembahan serta untuk pengujian terhadap entiti masa. Rajah 5.1 menunjukkan rekabentuk fizikal bagi pangkalan data menggunakan Model Data Dua Kiub dan penambahan entiti mengikut kajian kes.



5.3 Sistem Pengurusan Data

Satu sistem dibangunkan untuk membolehkan pengurusan data dilakukan bagi melakukan pengujian terhadap proses pengeluaran data untuk persembahan bergrafik, integrasi data ruang dan data bukan ruang serta mempamerkan data mengikut sela masa. Pengujian yang dinyatakan adalah untuk membuktikan bahawa Model Data Dua Kiub boleh digunakan dan melihat sejauh mana keberkesanannya.

Dalam sistem pengurusan data tersebut, penulis mengenalpasti bahawa terdapat tiga modul utama yang perlu dibangunkan iaitu modul kemasukan data, modul persembahan data bergrafik (peta) dan modul pengeluaran data dari pangkalan data. Ketiga-tiga modul ini merangkumi proses pengujian yang akan dilakukan. Rajah 5.2 menunjukkan modul yang terlibat dalam sistem pengurusan data.

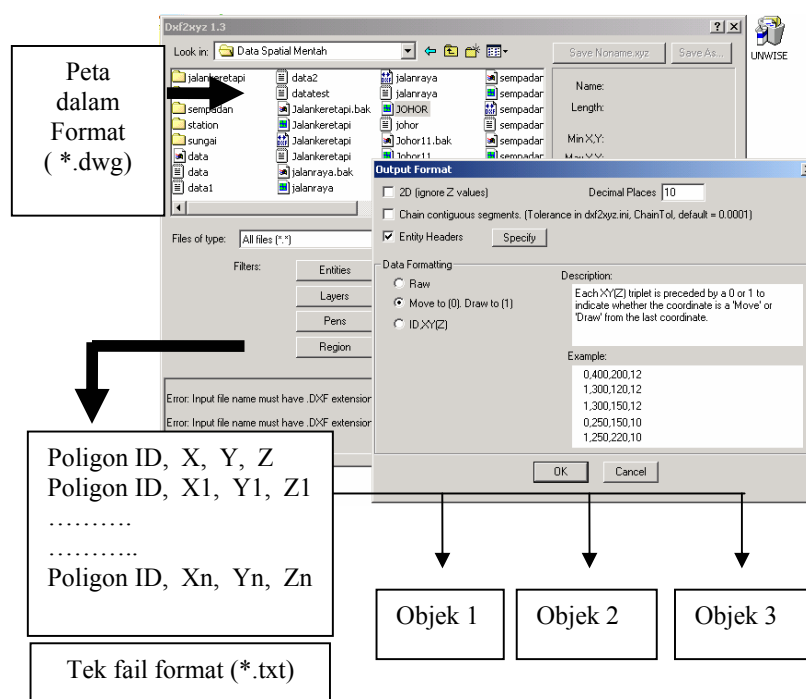


Rajah 5.2 : Modul Sistem Pengurusan Data

5.3.1 Proses Kemasukan Data

Bagi sistem pengurusan data yang dibincangkan, terdapat dua jenis data yang perlu dimasukkan ke dalam pangkalan data yang dibina, iaitu data ruang dan data bukan ruang.

Bagi data ruang, data yang diperolehi adalah data dalam format perisian *AutoCad*. Data tersebut perlu ditukarkan ke bentuk yang boleh difahami. Oleh itu, data ditukarkan ke dalam teks fail format. Data yang ditukarkan ke dalam format teks akan dipecahkan mengikut objek-objek. Rajah 5.3 menunjukkan proses yang berlaku untuk menukarkan data dalam format perisian *AutoCad* kepada format teks fail dan kemudian dipecahkan mengikut objek-objek yang terdapat di dalam satu lapisan untuk dimasukkan ke dalam pangkalan data.

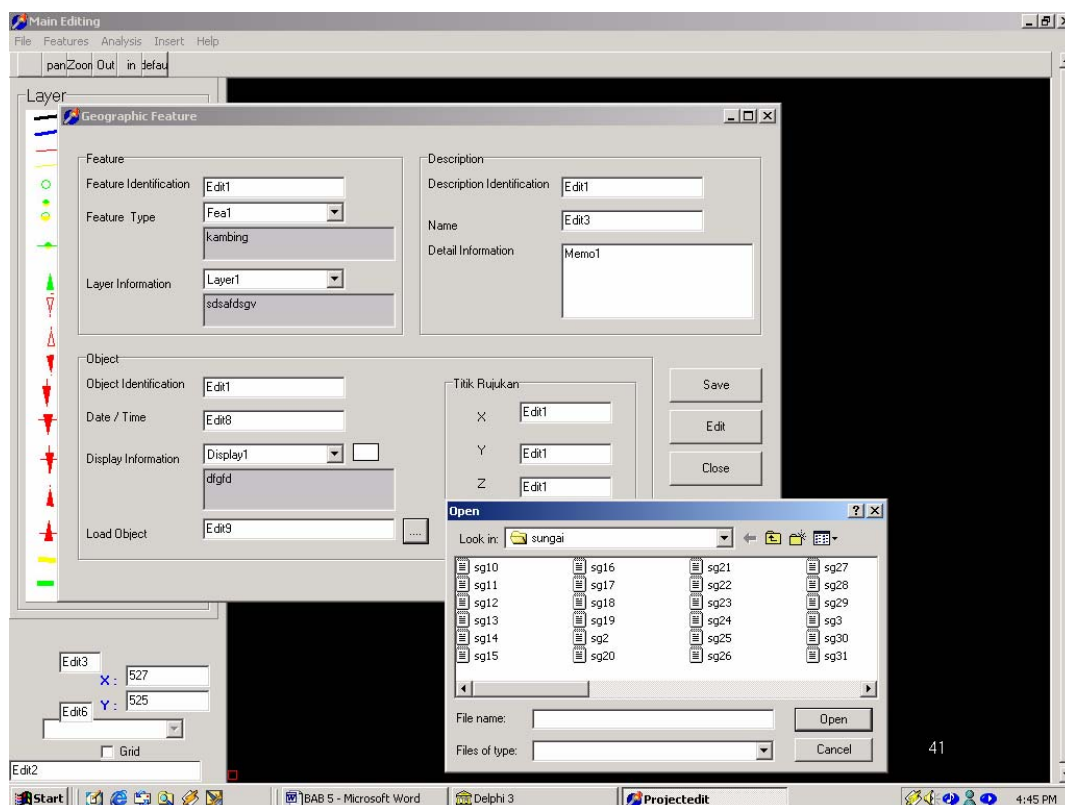


Rajah 5.3: Proses Penukaran Format Data

Data ruang dimasukkan ke dalam pangkalan data mengikut objek bersama dengan atribut. Setiap objek yang dimasukkan mempunyai nilai masa dan tarikh. Ini

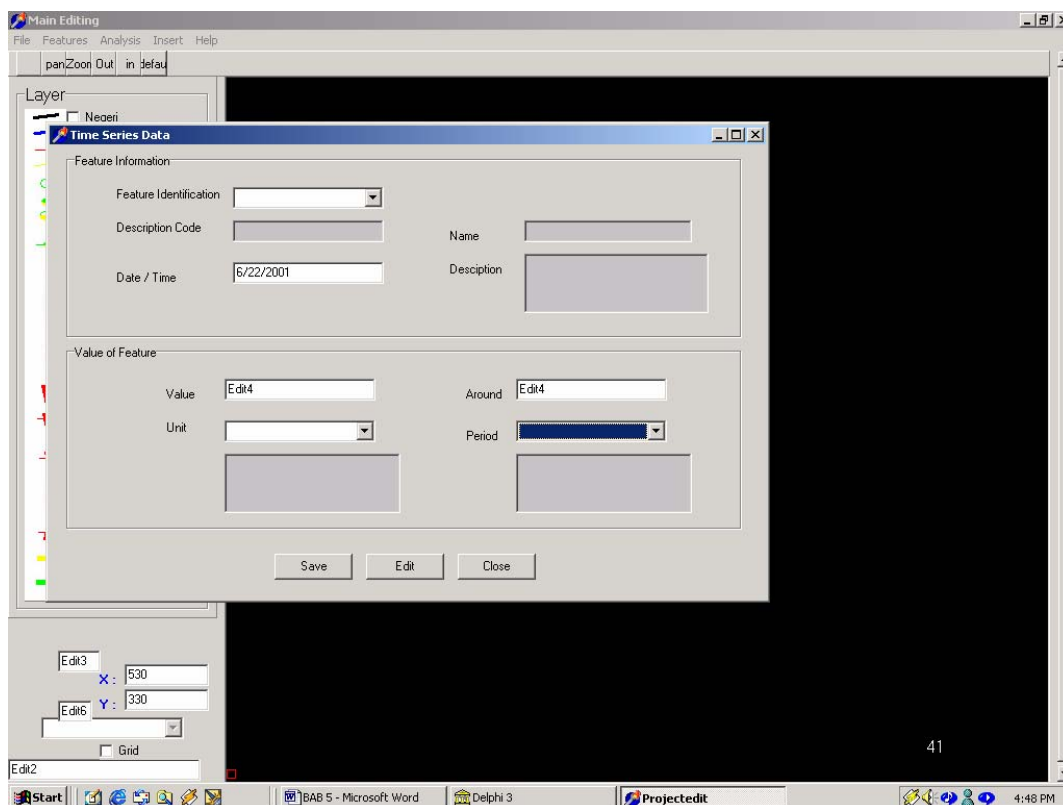
bertujuan untuk mengenal pasti perubahan yang berlaku terhadap ciri-ciri geografi.

Rajah 5.4 menunjukkan antaramuka bergrafik bagi proses kemasukan objek dan data atribut.



Rajah 5.4 : Antaramuka Bergrafik Proses Kemasukan Data.

Bagi data jujukan masa yang melibatkan data ruang, data dimasukkan dengan menggunakan antaramuka seperti di dalam rajah 5.5. Dalam proses tersebut, masa (TID) dan objek (FID) serta maklumat atribut (DID) adalah rujukan kekunci penting yang perlu dimasukkan.



Rajah 5.5: Antaramuka Bergrafik Proses Kemasukan Data Jujukan Masa.

5.3.2 Proses Capaian Data

Proses capaian data yang dilakukan bertujuan untuk membekal data bagi menghasilkan paparan maklumat bergrafik, integrasi data ruang dan data bukan ruang dan juga melakukan proses analisis terhadap masa. Secara umumnya, proses capaian data berlaku dengan membuat pilihan data dengan kata kunci FID yang terdapat dalam jadual dan terdapat aturcara yang perlu diaktifkan untuk mengeluarkan data.

5.3.2.1 Persembahan Bergrafik (Peta 2D)

Persembahan bergrafik atau peta 2 dimensi, digunakan untuk mempersembahkan data hasil daripada pemilihan pengguna mengikut keperluan dan juga hasil pengujian terhadap masa serta integrasi data ruang dan data bukan ruang. Bagi tujuan tersebut, data dikeluarkan dengan menggunakan kata kunci FID dan tarikh yang dipilih. Data itu kemudian dikeluarkan mengikut pilihan dan dijanakan dalam bentuk peta 2 dimensi untuk dipersembahkan.

Algoritma persembahan adalah seperti berikut:

1. Pilih lapisan serta tahun data yang ingin dikeluarkan
2. Berdasarkan kepada nilai tersebut keluarkan kesemua objek yang terdapat bagi setiap lapisan yang dipilih mengikut tahun yang diperlukan.

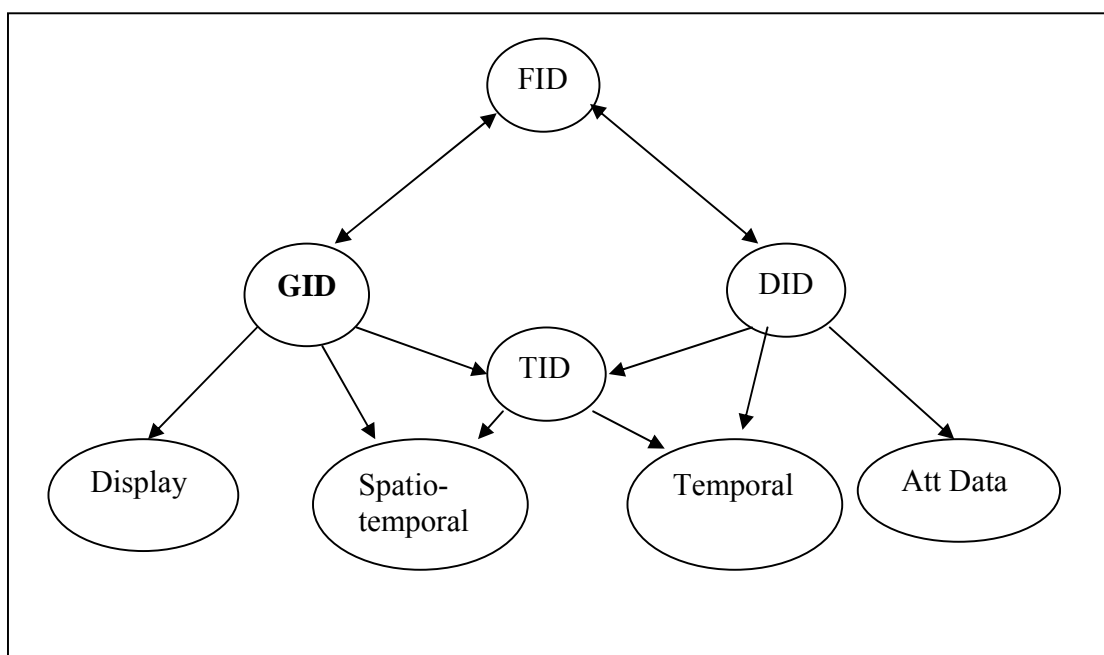
Cth : code SQL

```
select *  
from Geometri  
Where GID=:SP  
order by Seq;
```

Hasil daripada set algoritma adalah set titik-titik yang membentuk peta 2 dimensi bagi satu lapisan. Sekiranya pengguna memilih untuk memaparkan lebih daripada satu lapisan, aturcara ini akan digunakan berulang kali.

5.3.2.2 Integrasi Antara Ruang dan Bukan Ruang

Dalam proses integrasi data ruang dan data bukan ruang, kata kunci FID digunakan sebagai penghubung di antara data ruang dan data bukan ruang. Oleh itu, proses capaian data berlaku dengan memberi nilai FID. Dengan nilai FID itu, data ruang dan juga data bukan ruang dikeluarkan untuk diproses. Rajah 5.6 menunjukkan secara proses integrasi data ruang dan data bukan ruang.



Rajah 5.6 : Proses Integrasi antara Data Ruang dan Data Bukan Ruang

Hasil daripada penggunaan FID, data objek boleh dikeluarkan dengan menggunakan kekunci GID. Proses yang sama berlaku bagi mengeluarkan data atribut untuk setiap ciri geografi yang terdapat dalam pangkalan data.

Dalam rajah 5.6 juga terdapat dua jenis arah anak panah, iaitu dua hala dan satu hala. Dua anak panah menunjukkan interaksi yang boleh berlaku pada dua hala dan hal yang sebaliknya berlaku dalam interaksi satu hala. Ini bermakna, sekiranya pengguna mengetahui kekunci GID (kekunci bagi objek), maklumat atribut boleh dikeluarkan

melalui kata kunci FID. Proses yang sama juga berlaku pada kata kunci DID (kekunci bagi atribut geografi).

Berikut adalah set algoritma untuk mengeluarkan data dan proses integrasi bagi model data yang dibina. Set ini boleh dijadikan panduan secara keseluruhan untuk mengintegrasikan kedua-dua jenis data.

Keluarkan set titik-titik yang membentuk objek

Input : GID (objek identiti)

```
Select * from Geometric
where GID= {GID user need}
orderby SEQ ..... SQL 1.
```

Keluarkan atribut geografi untuk satu objek

Input : GID (objek identiti)

```
Select * from Geografi_Att
Where DID =
{ Select DID from Cube_spatial
where FID =
{ Select FID from Cube_Spatial
where GID= {GID user need}
}
}
} ..... SQL 2.
```

Keluarkan maklumat umum bagi sesuatu objek (ciri-ciri geografi)

Input : GID (objek identiti)

```
Select * from Feature
Where FID =
{ Select FID from Cube_Spatial
where GID= {GID user need}
}..... SQL 3.
```

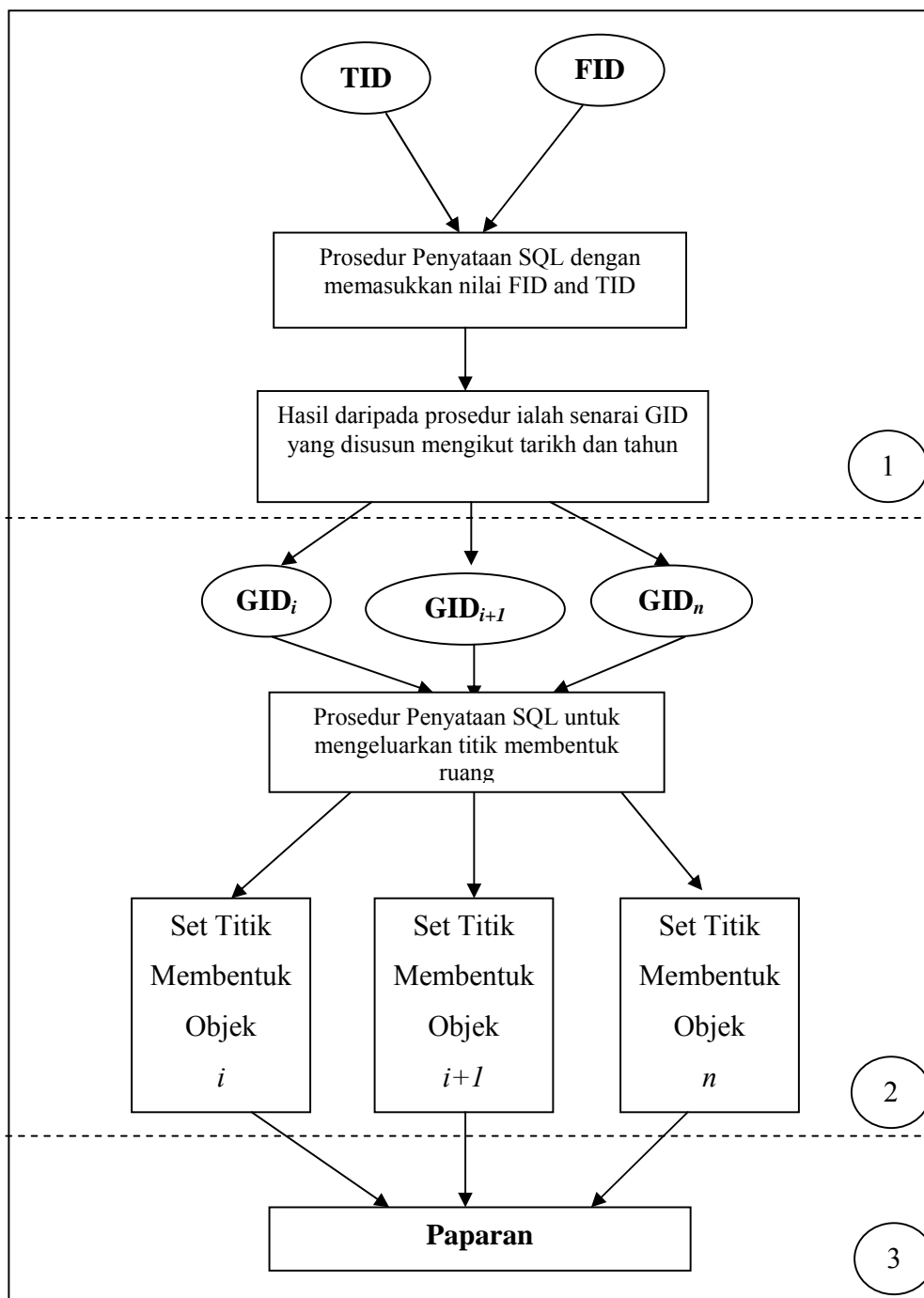

Dalam algoritma di atas, terdapat 3 jenis pernyataan SQL yang menghubungkan data ruang dan data bukan ruang. Pernyataan tersebut digabungkan di bawah satu set aturcara untuk melakukan integrasi antara kedua-dua jenis data. SQL 1 menunjukkan data objek yang dikeluarkan berdasarkan satu kekunci (GID). Apabila GID digunakan, atribut geografi bagi objek tersebut boleh dikeluarkan. Ini berlaku pada pernyataan SQL 2. Dalam SQL 3, pula ditunjukkan maklumat umum (jenis ciri-ciri geografi) mengenai ciri-ciri geografi yang dipaparkan.

Dalam rajah 5.6 menunjukkan satu kekunci TID (kekunci masa). TID mewakili nilai semasa data tersebut direkodkan. Apabila TID digunakan, perubahan data yang berlaku boleh dilihat. Melalui integrasi ini, TID boleh digunakan untuk melihat keadaan semasa bagi setiap data ruang dan data bukan ruang.

5.3.2.3 Data Analisis Masa

Capaian data mengikut sela masa digunakan untuk melaksanakan pengujian dan untuk mengetahui kebolehan Model Data Dua Kiub menguruskan setiap perubahan data. Untuk membolehkan data dikeluarkan, penulis menghasilkan satu set algoritma untuk mengeluarkan data tersebut untuk dipaparkan dalam bentuk bergrafik. Rajah 5.7 memaparkan gambarajah aliran algoritma yang digunakan untuk mengeluarkan data mengikut sela masa.

Proses capaian data untuk melakukan analisis masa adalah bergantung kepada dua kata kunci utama iaitu FID dan TID. Dua kata kunci itu akan menentukan data yang akan dikeluarkan. Sekiranya diperhatikan pada rajah 5.7, terdapat tiga peringkat proses yang dilakukan. Masing-masing ditandakan dengan garisan putus-putus dan terdapat nombor dalam bulatan 1, 2 dan 3 yang mewakili proses 1, proses 2 dan proses 3. Proses 1 dan proses 2 adalah proses yang dilakukan untuk mengeluarkan data. Manakala proses 3 adalah proses paparan data dalam bentuk grafik atau peta 2 dimensi.



Rajah 5.7: Proses Capaian Data untuk Pengujian Masa

Proses yang pertama bermula dengan input dimasukkan bagi mengeluarkan senarai objek yang terlibat dalam satu sela masa. TID merupakan input sela masa yang

diperlukan untuk melihat objek yang terlibat. FID pula adalah kata kunci ciri-ciri geografi yang hendak dilihat perubahannya. Hasil dari penggunaan kedua-dua input tersebut, set senarai objek yang terlibat boleh dikeluarkan. Rajah 4.13 (teori) memaparkan satu nilai pembolehubah n . Pembolehubah tersebut menunjukkan bilangan hasil set objek yang berubah mengikut satu sela masa. Berikut adalah penyataan SQL yang dihasilkan bagi tujuan tersebut.

Penyataan SQL

Input : TID_Awal, TID_Akhir, FID_pengguna

Select GID

From Cube_Spatial

Where FID = FID_pengguna & TID_Awal < TID < TID_Akhir

Orderby TID

Output: Senarai GID yang terlibat

Seperti yang dinyatakan di atas, hasil daripada proses yang pertama adalah senarai kata kunci bagi objek yang terlibat. Melalui proses kedua dengan menggunakan GID, data-data objek tersebut dikeluarkan. Berikut adalah penyataan SQL yang terlibat dalam proses tersebut.

Penyataan SQL

Input : GID (objek hasil daripada proses 1)

Select seq,x,y,z

from Geometric

where GID= GID (objek hasil daripada proses 1)

orderby SEQ

5.3.3 Persembahan Data Bergrafik (Peta 2D)

Semua data yang dikeluarkan dipersembahkan dalam bentuk peta 2 dimensi. Oleh itu, data-data yang diperolehi akan dilukis di atas satu lapisan untuk dipersembahkan. Algoritma yang digunakan adalah kaedah lapisan (*Layer Based Approach*) seperti yang telah dinyatakan dalam Bab 3.

Proses ini dilakukan dengan menukar data yang diperolehi kepada koordinat paparan terlebih dahulu sebelum ia dilukis. Rumus yang digunakan adalah seperti berikut:

Proses Penskalaan

$$X \text{ paparan} = ((X / 100000) * 3) \dots \dots \dots (5.1)$$

$$Y \text{ paparan} = ((Y / 100000) * 3) \dots \dots \dots (5.2)$$

Selepas proses penskalaan kepada koordinat paparan, nilai Y masih lagi terbalik kerana bagi paparan koordinat (0,0) bermula di bawah, bagi data yang diperolehi koordinat (0,0) bermula di atas. Oleh itu, nilai tersebut perlu diselaraskan untuk mendapatkan paparan yang betul. Rumus yang digunakan adalah nilai Y yang diperolehi daripada (5.2) akan ditolak dengan nilai h (tinggi ruang paparan) dan akan dipantulkan kepada ruang paparan dengan -1. Oleh itu, persamaannya adalah

$$Y \text{ ps} = (Y \text{ paparan} - h) - 1 \dots \dots \dots (5.3)$$

Y ps adalah nilai Y untuk paparan sebenar.

Hasil daripada operasi tersebut nilai titik yang akan di lukis adalah berdasarkan kepada koordinat seperti berikut:

$$(X \text{ paparan}, Y \text{ ps}) \dots \dots \dots (5.4)$$

Nilai yang diperoleh bertanda (5.4) akan dimasukkan dalam aturcara untuk dilukis dalam satu lapisan. Aturcara itu adalah seperti berikut:

Baca data dan tukarkan ke koordinat paparan

```

For y := 1 to Query2.RecordCount do
  Begin
    string1:=Floattostr(round((Query2.FieldByName('X').AsInteger/100000
0)*3));
    Titik[1,y] :=StrtoInt(string1);
    string2:=Floattostr(round((Query2.FieldByName('Y').AsInteger/100000
0)*3));
    temp:= StrtoInt(string2);
    Titik[2,y]:= (Temp-663)*(-1);
    Query2.MoveBy(1);
  end;

```

Lukis objek di atas lapisan

```

For y:=2 to Query2.RecordCount do
  begin
    Layerjalan.Canvas.pen.Color:=clRed;
    Layerjalan.Canvas.LineTo(Titik[1,y],Titik[2,y]);
    Layerjalan.Canvas.Pixels[Titik[1,y],Titik[2,y]]:=clred;
  end;
end;

```

5.3.4 Analisis Data Ruang

Analisis data ruang adalah satu aspek penting dalam GIS. Model data yang dihasilkan boleh menyediakan data untuk melakukan analisis terhadap data ruang. Dalam kajian ini, analisis data ruang adalah tertumpu kepada beberapa analisis yang asas. Antara analisis itu ialah carian ciri-ciri geografi, mencari titik tengah objek dan juga mengira panjang garis. Atribut persembahan yang lain seperti proses pembesaran dan pengecilan ruang paparan, dan pergerakan lapisan 'Pan' turut dibincangkan.

5.3.4.1 Proses Carian

Proses carian bagi ciri-ciri geografi boleh dilakukan dengan memberi input nilai kata kunci (GID) atau nama kata kunci. Apabila nama kata kunci digunakan sistem akan mencari objek yang terlibat dan memaparkannya di atas permukaan antara muka lapisan tersebut. Algoritma untuk melakukan carian adalah seperti di bawah:

Penyataan SQL:

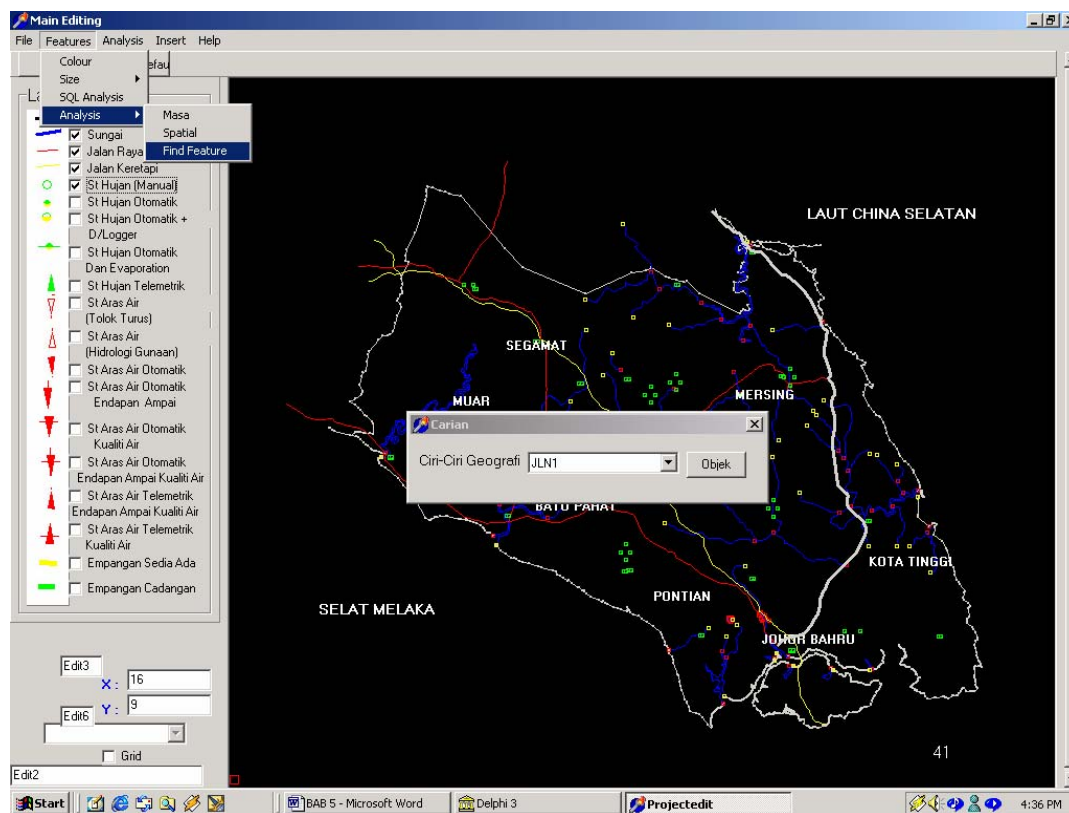
```
Select { Objek }
From Geometric {Jadual set titik yang membentuk objek}
Where GID:= { GID input dari pengguna }
```

Hasil daripada penyataan SQL tersebut data akan dilukis.

Keratan aturcara untuk lukis objek :

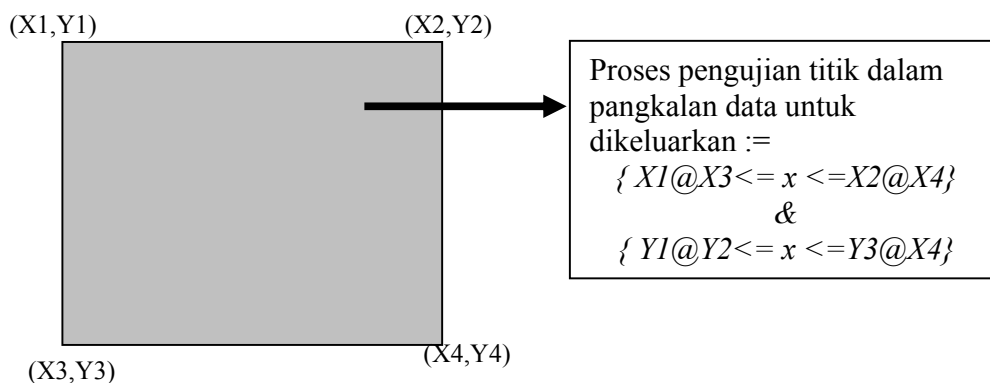
```
pen.Color:=color;
LineTo(Titik[1,y],Titik[2,y]);
Pixels[Titik[1,y],Titik[2,y]]:=color;
```

Rajah 5.8 menunjukkan contoh hasil carian yang dibuat. Dalam contoh tersebut carian dibuat untuk mencari jalan yang terdapat dalam pangkalan data. Garisan berwarna putih ialah hasil daripada proses carian.

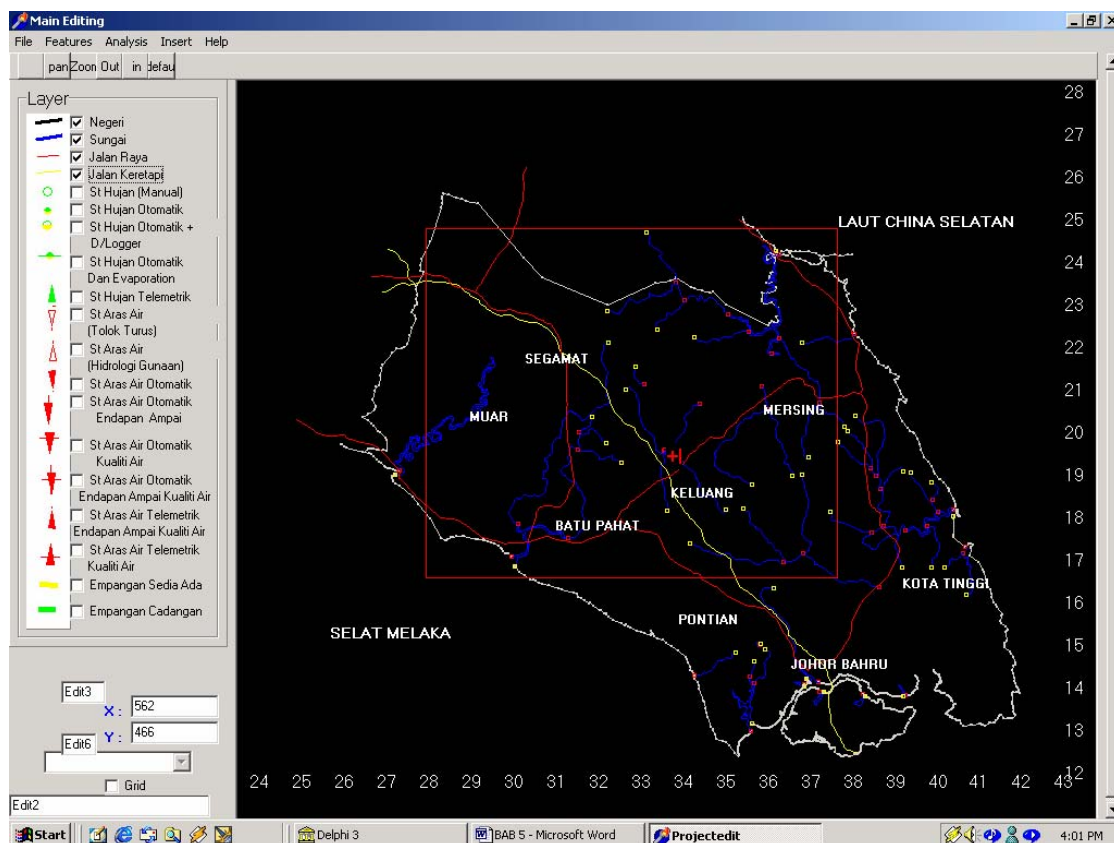


Rajah 5.8: Hasil Proses Pencarian Ciri-Ciri Geografi

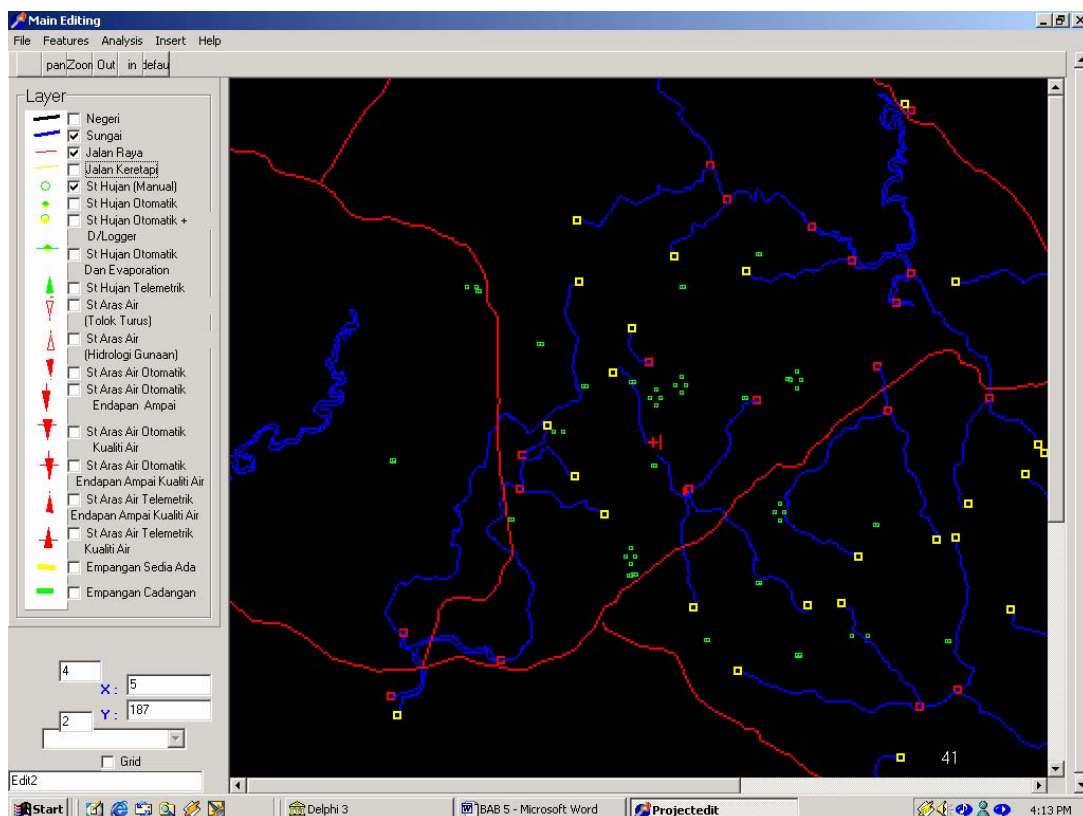
Selain itu, carian boleh dilakukan dalam sebuah segiempat yang dipilih. Dengan segiempat itu, hasilnya ialah empat set titik yang membentuk empat segi. Dengan menggunakan empat titik tersebut, data dikeluarkan untuk dilukis. Algoritma bagi proses carian tersebut adalah seperti di muka surat 80:



Titik yang berada dalam ruang tersebut akan dilukis di atas permukaan yang sedia ada. Rajah 5.9 dan 5.10 masing-masing menunjukkan proses pencarian dan hasil carian.



Rajah 5.9: Antaramuka Proses Pencarian Objek Dalam Ruang Segi Empat



Rajah 5.10: Hasil Proses Pencarian Menggunakan Segiempat

5.3.4.2 Proses Pengiraan Jarak, Luas dan Parameter Data Ruang

Pengiraan titik tengah bagi objek-objek yang terdapat di dalam pangkalan data dilakukan dengan menggunakan kaedah yang telah dihasilkan oleh Gerard Bashien dan Paula R. [51]

Algoritma tersebut adalah dengan menggunakan fomula matematik berikut:

$$x_c = \iint_R x \, dx \, dy / A = \mu_x / A \dots \dots \dots (5.5)$$

$$y_c = \iint_R y \, dx \, dy / A = \mu_y / A \dots \dots \dots (5.6)$$

Dinyatakan bahwa (x_c, y_c) ialah titik tengah bagi objek dan A ialah luas manakala R adalah bilangan titik yang membentuk poligon. Berikut adalah set aturcara yang dihasilkan daripada rumus (5.5) dan (5.6).

```

procedure TFrmMainEdit.TitikTengahObjek;
  var
    i, Term, aSum, xSum, ySum: integer;
  begin
    For i:=0 to 50 do
      begin
        Term:= pointX[i]*pointY[i+1] - pointX[i+1]*pointY[i];
        aSum:=aSum+Term;
        xSum:=xSum + (pointX[i+1]+pointX[i])* Term;
        ySum:=ySum + (pointY[i+1]+pointY[i])* Term;
      end;
      Area:= aSum;
      X:=xSum/(3.0*aSum);
      Y:=ySum/(3.0*aSum);
    end;

```

Daripada persamaan (5.5) dan (5.6) dapat diketahui bahawa luas adalah bersamaan dengan nilai A dan A dikira dengan menggunakan fomula matematik berikut.

$$A = \frac{1}{2} \sum a_i \dots\dots\dots(5.7)$$

dari $i:=0$ sehingga $i:=n-1$, n ialah bilangan titik yang terdapat dalam poligon tersebut.

Oleh yang demikian daripada rumus (5.7) manakala a_i ialah

$$a_i = x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i \dots\dots\dots(5.8)$$

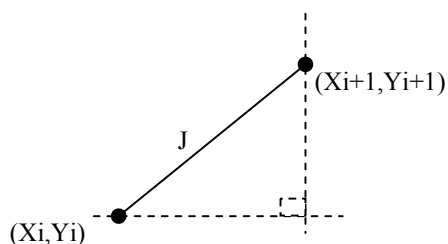
Keratan aturcara bagi persamaan (5.8) adalah seperti berikut:

```

Begin
  begin
    Term:= pointX[i]*pointY[i+1] - pointX[i+1]*pointY[i];
    aSum:=aSum+Term;
  end;
  Area:= aSum;
end;

```

Proses pengiraan garis dilakukan berdasarkan rumus mencari jarak dari satu titik ke satu titik yang lain. Bagi proses pengiraan jarak tersebut formulanya adalah seperti berikut:



$$J_i = ((X_{i+1} - X_i)^2 - (Y_{i+1} - Y_i)^2)^{1/2} \dots\dots\dots(5.9)$$

Rajah 5.11: Pengiraan Jarak Antara Dua Titik

Berdasarkan kepada rumus (5.9), jumlah jarak bagi satu garis ditentukan dengan perjumlahan bagi nilai jarak (J) di antara dua titik.

$$J_{\text{garis}} = \sum J_i \dots\dots\dots(5.10)$$

dari $i:=0$ sehingga $i:=n-1$ di mana n adalah bilangan titik

Keratan aturcara yang melakukan pengiraan bagi panjang garis:

```

For i:=0 to n do
begin
  X2:=(pointX[i+1]-pointX[i])* (pointX[i+1]-pointX[i]) ;
  Y2:=(pointY[i+1]-pointY[i])* (pointY[i+1]-pointY[i]) ;
  Jarak_I := sqrt(X2 + Y2);
  Jarak_garis:= Jarak_garis + Jarak_I
end;

```

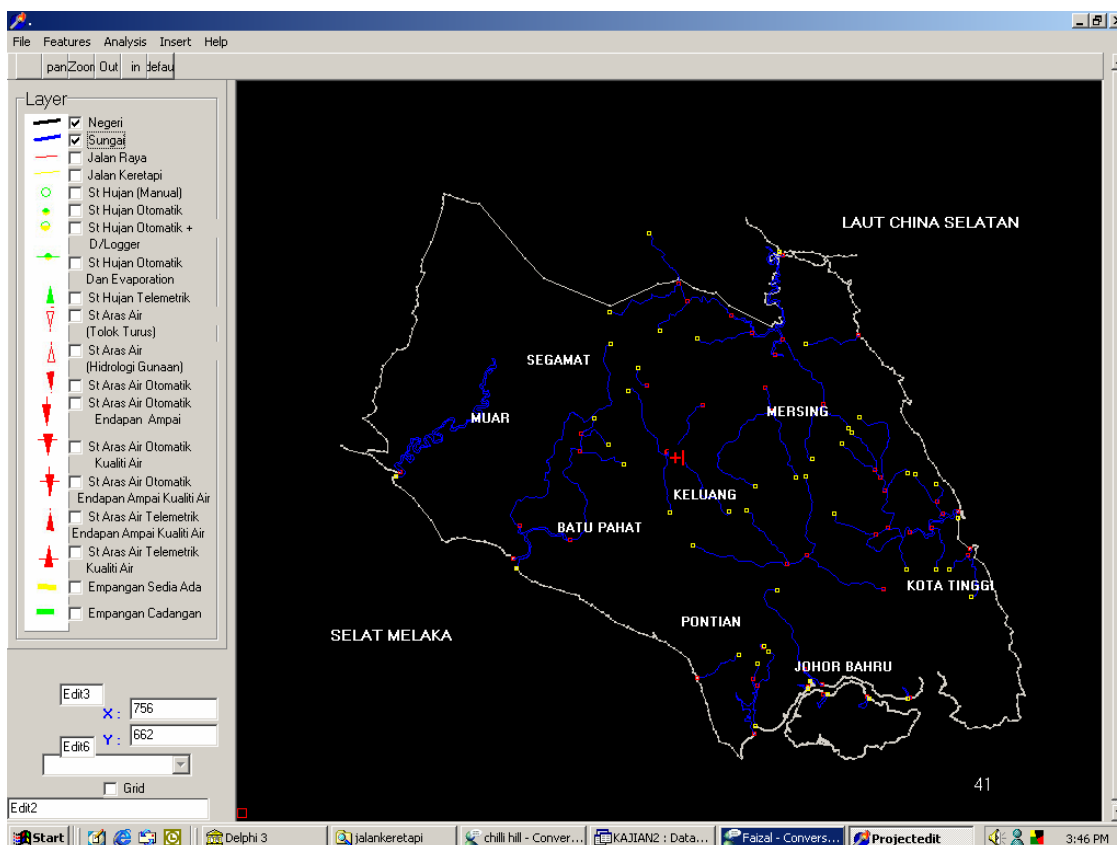
Rumus yang dibincangkan, merupakan proses pengiraan bagi mendapatkan koordinat titik tengah, luas dan juga panjang bagi garis. Data untuk melakukan proses tersebut diambil daripada pangkalan data berdasarkan proses pengeluaran data yang telah dinyatakan.

5.4 Pengujian Model Data dan Pangkalan Data

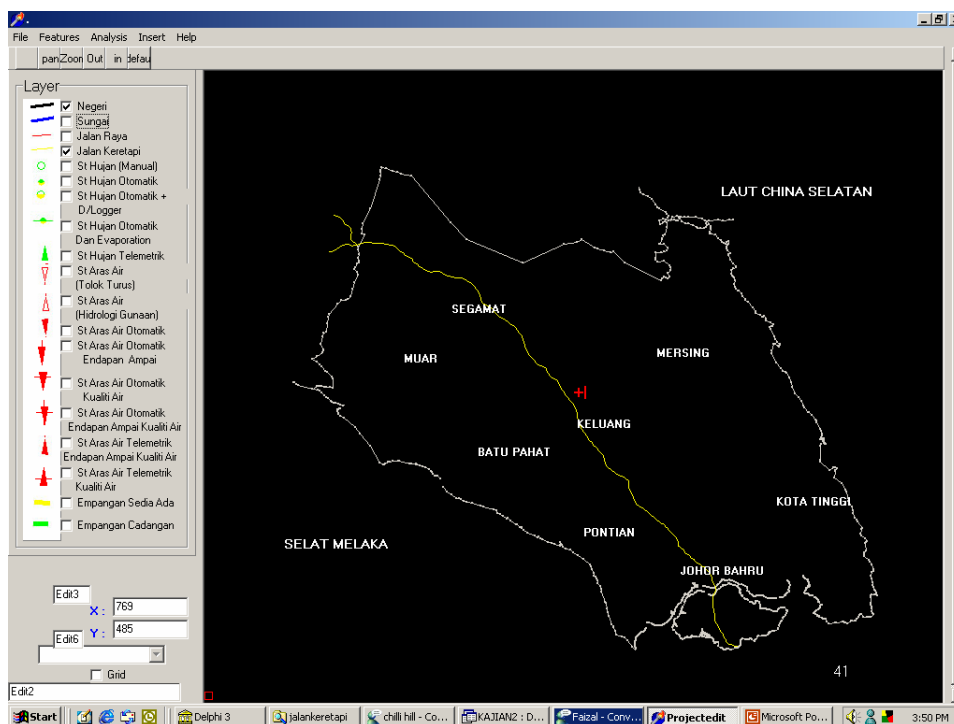
Pengujian dilakukan terhadap sistem yang dibangunkan menggunakan Model Data Dua Kiub. Proses pengujian dilakukan untuk melihat hasil penyelidikan. Pengujian dibahagikan kepada tiga bahagian iaitu untuk melihat persembahan data bergrafik dalam bentuk peta 2 dimensi, integrasi antara data ruang dan data bukan ruang, dan melihat proses persembahan data mengikut sela masa. Proses pengujian ini akan memberi penialaian terhadap Model Data Dua Kiub.

5.4.1 Pemaparan Data Bergeografi (Peta 2D)

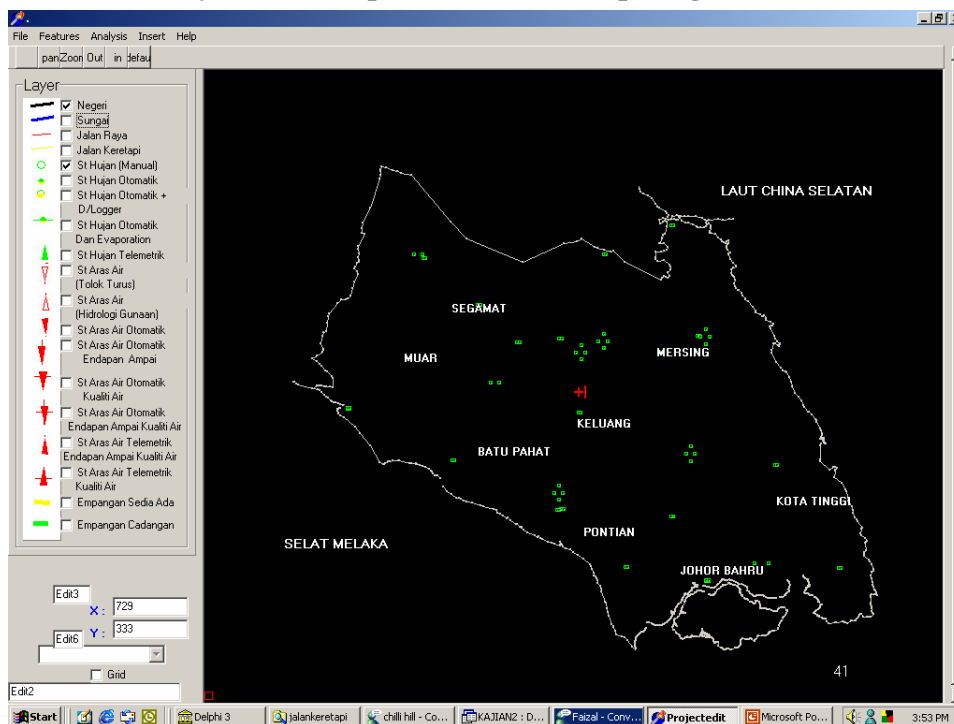
Hasil daripada proses pengujian yang dilakukan untuk menguji kebolehan Model Data Dua Kiub membekal data untuk dipersembahkan dalam persembahan bergrafik (peta 2 dimensi) adalah seperti yang tertera dalam Rajah 5.12, Rajah 5.13, Rajah 5.14, Rajah 5.15 dan Rajah 5.16. Rajah-rajah tersebut menunjukkan lapisan data yang terdapat dalam pangkalan data. Rajah 5.12 menunjukkan lapisan sungai yang terdapat di negeri Johor, Rajah 5.13 menunjukkan jalan keretapi di negeri Johor, rajah 5.14 dan Rajah 5.15 masing-masing menunjukkan stesen-stesen hidrologi dan jalan raya utama yang terdapat di negeri Johor. Manakala Rajah 5.16 menunjukkan gabungan lapisan bagi keseluruhan data yang terdapat di negeri Johor.



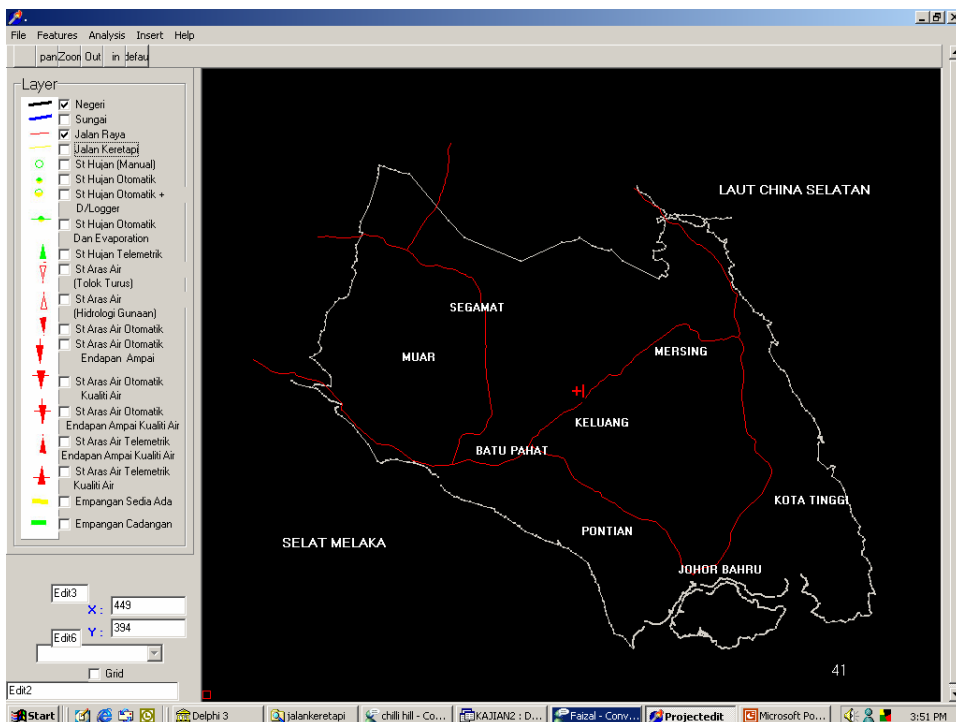
Rajah 5.12 : Lapisan Sungai Negeri Johor



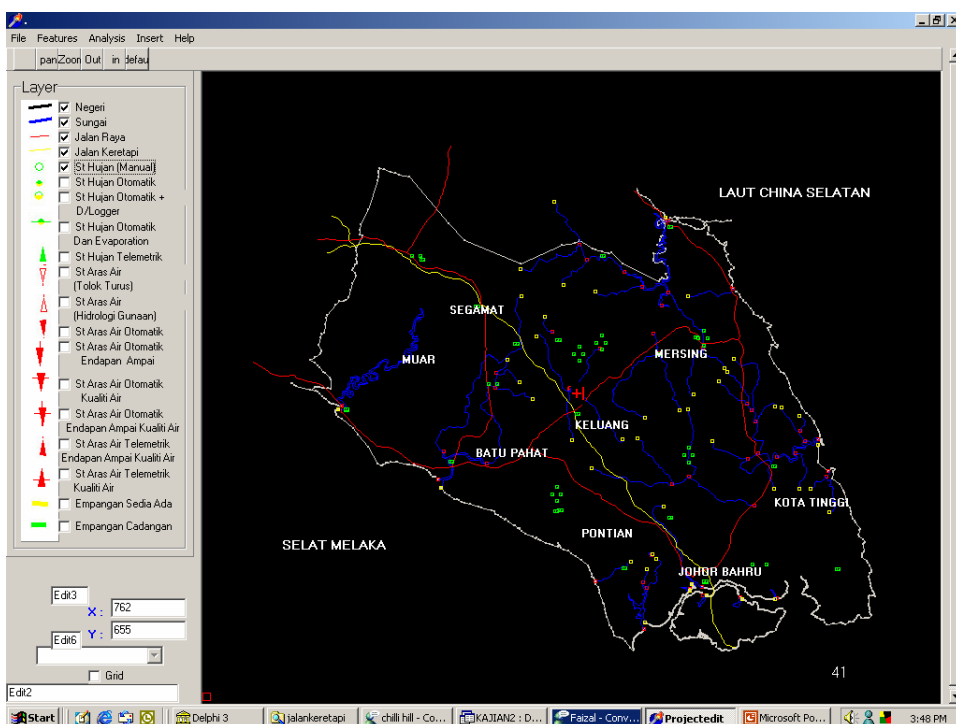
Rajah 5.13 : Lapisan Jalan Keretapi Negeri Johor



Rajah 5.14 : Lapisan Stesen-Stesen Hidrologi Negeri Johor



Rajah 5.15 : Lapisan Jalan Utama Negeri Johor



Rajah 5.16 : Lapisan Gabungan Semua Lapisan

Daripada hasil yang diperolehi, penulis membuat kesimpulan bahawa Model Data Dua Kiub boleh melakukan proses mengeluarkan data untuk dipersembahkan dalam bentuk grafik. Ia juga boleh melakukan proses penggabungan lapisan. Namun begitu, pergantungan terhadap algoritma untuk melukis peta dua dimensi adalah tinggi.

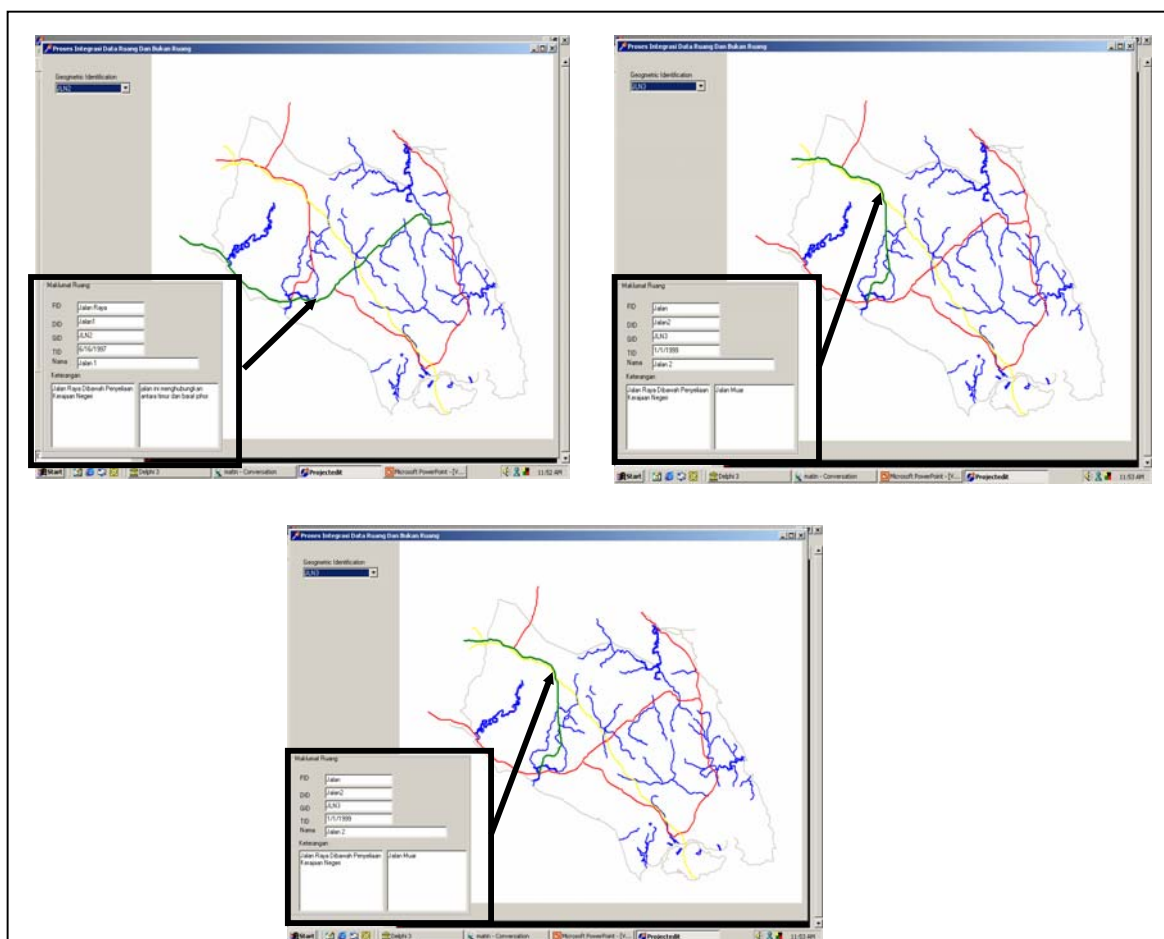
Penulis juga membuat penilaian terhadap proses pengeluaran data dan persembahan data dengan pengujian terhadap masa proses tersebut dilakukan. Jadual 5.2 menunjukkan tempoh masa bagi setiap proses capaian data dan persembahan data mengikut lapisan.

Jadual 5.2: Masa Proses Capaian Data dan Persembahan Data

Lapisan	Saiz Data(KB)	Masa (saat)
Sungai	82.5	7
Jalan Raya	53.3	4
Jalan Kereta Api	11.4	2
Stesen-stesen Hidrologi	16.8	3
Gabungan Lapisan	195	15

5.4.2 Integrasi Data Ruang dan Data Bukan Ruang

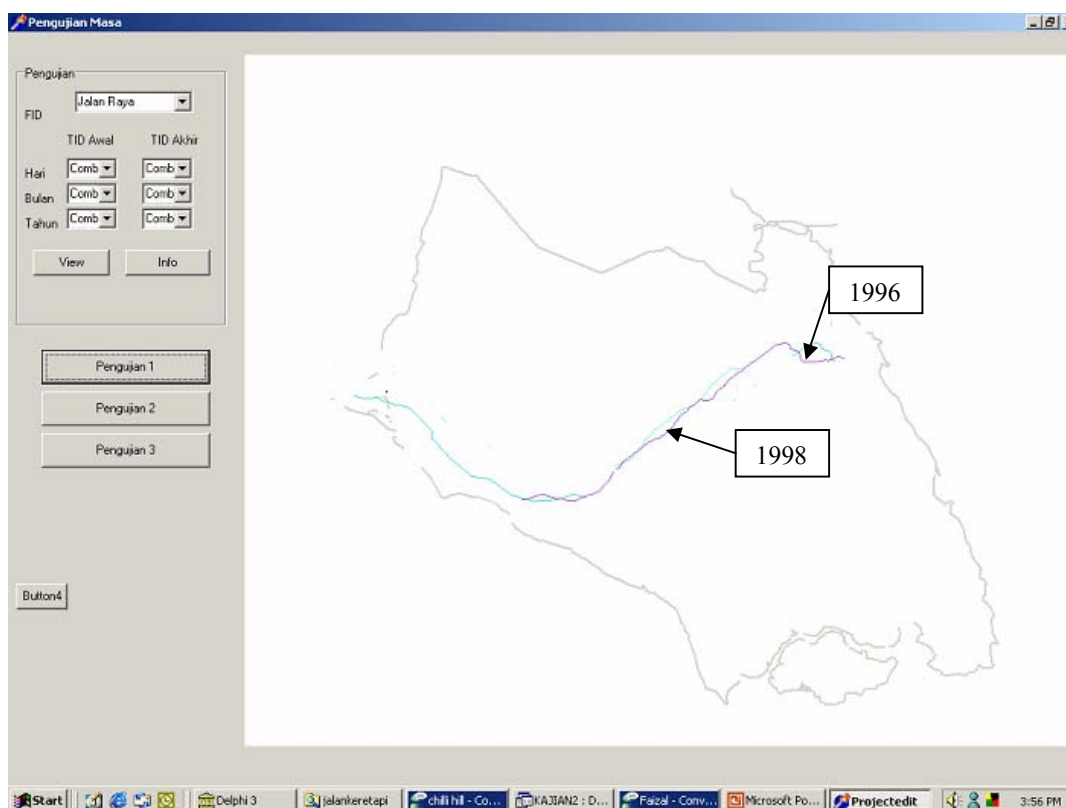
Proses integrasi antara data ruang dan data bukan ruang dibuktikan dengan mengeluarkan data untuk dipersembahkan. Proses tersebut menghasilkan data ruang yang dipersembahkan dalam bentuk grafik iaitu peta 2 dimensi manakala data bukan ruang dipersembahkan sebagai maklumat tambahan kepada data ruang dan dipamerkan di ruang antara muka. Proses tersebut berlaku seiringan. Ini menunjukkan bahawa integrasi data berlaku di peringkat sistem pangkalan data. Pengujian dilakukan dengan memilih FID tertentu dan data ruang berubah warna sebagai bukti data itu dipilih. Seiring dengan itu, data bukan ruang akan dipaparkan. Rajah 5.17 menunjukkan hasil daripada proses integrasi data ruang dan data bukan ruang.



Rajah 5.17 : Hasil Proses Integrasi Data Ruang dan Data Bukan Ruang

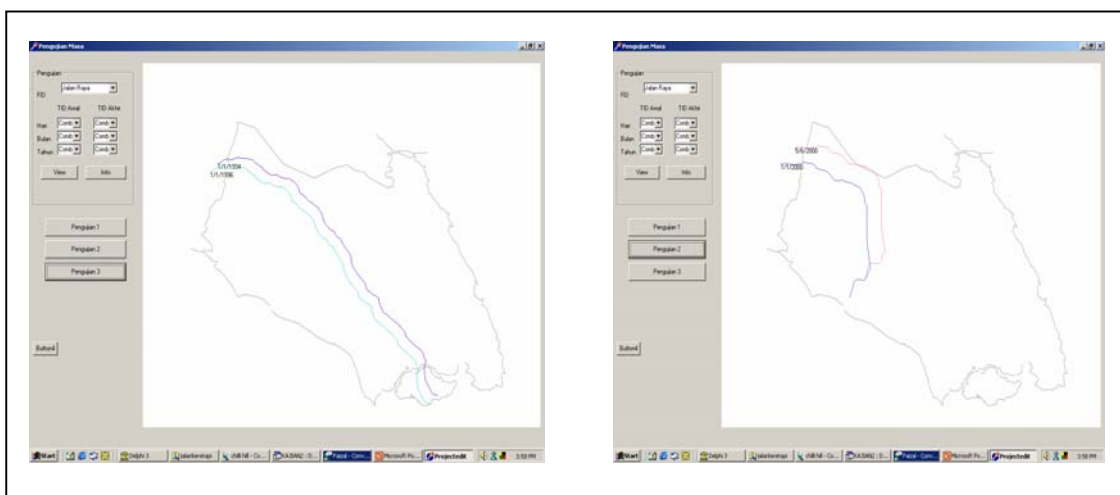
5.4.3 Persembahan Data Mengikut Sela Masa

Pengujian proses analisis masa bagi data ruang dilakukan dengan mempersempakkan data tersebut dalam bentuk grafik. Ia bertujuan untuk menunjukkan berbeza antara data ruang mengikut tarikh dan tahun. Hasil daripada proses pengujian, data ruang dipersembahkan mengikut tahun dengan perbezaan warna. Rajah 5.18 menunjukkan terdapat perubahan yang berlaku di antara tahun bermula -1996 hingga 2000. Sekiranya dilihat pada rajah tersebut, terdapat sedikit perubahan jalan raya yang menghubungkan di antara daerah Muar dan daerah Mersing.



Rajah 5.18 : Perubahan Data Ruang bagi Jalan Raya Muar-Mersing

Selain itu, proses pengujian untuk melihat berbezaan data ruang di antara dua jarak masa yang berbeza juga dijalankan. Rajah 5.19 menunjukkan hasil daripada proses pengujian yang dijalankan. Perbezaan itu ditunjukkan dalam warna yang berbeza.



Rajah 5.19 : Hasil daripada Proses Pengujian Terhadap Analisis Masa

Daripada hasil yang diperolehi seperti tertera dalam rajah 5.18 dan 5.19, penulis membuat kesimpulan bahawa analisis masa boleh dilakukan dalam Model Data Dua Kiub. Model data berkemampuan untuk membekal data bagi tujuan analisis masa. Ia juga bergantung kepada proses pengolahan data yang ingin dilakukan. Kajian ini hanya menunjukkan analisis masa dari sudut perbezaan data antara dua jarak masa. Persembahan data yang dilakukan adalah berdasarkan kepada model buih [50].

5.5 Kesimpulan

Dalam bab ini, penulis membicarakan mengenai implimentasi, proses pengujian dan hasil pengujian yang dilakukan terhadap Model Data Dua Kiub. Proses tersebut meliputi pembinaan sistem pangkalan data dan sistem pengurusan pangkalan data berdasarkan kepada Model Data Dua Kiub dan algoritma yang digunakan.

Sebagai rumusan, Model Data Dua Kiub boleh digunakan untuk menghasilkan satu sistem pangkalan data dan sistem pengurusan data yang melibatkan kepada integrasi data ruang dan bukan ruang serta melibatkan analisis masa. Data-data boleh dipersembahkan dalam bentuk bergrafik (peta 2 dimensi).

Terdapat isu-isu yang penting yang perlu diselesaikan bagi membaiki model data yang telah dihasilkan. Antara isu itu adalah pertindihan data, penstrukturan data dalam pangkalan data dan persembahan data. Ia dibincangkan secara terperinci dalam bab VI.

BAB VI

PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

6.1 Pendahuluan

Model Data Dua Kiub merupakan hasil utama bagi penyelidikan ini. Model data tersebut telah diimplimentasi dan diuji tahap keberkesanannya. Bab ini, akan membincangkan hasil penyelidikan dengan membuat perbandingan dengan model data yang digunakan oleh *Malaysian Hydrological Information System (MHIS)* dan *Tree Level Data Model*. Di samping itu juga, perbandingan dilakukan bagi keseluruhan model data yang dikaji. Antara lain, penulis turut membincangkan mengenai isu-isu implimentasi dan juga kerja-kerja penambahbaikan yang boleh dilakukan untuk melengkapkan Model Data Dua Kiub.

6.2 Perbandingan Hasil Pengujian Model Data Dua Kiub

Untuk melihat lebih lanjut lagi keberkesanan Model Data Dua Kiub, hasil pengujian dibandingkan dengan model data MHIS dan juga TLDM. Perbandingan dilakukan ke atas kedua-duanya kerana kedua-dua model data itu menjadi asas kepada penyelidikan ini. Sistem Kiub digunakan oleh MHIS dan kaedah permodelan berdasarkan ciri-ciri geografi digunakan oleh TLDM. Proses perbandingan dilakukan berdasarkan kepada tiga aspek penting iaitu proses pengeluaran data, analisis masa dan proses persembahan data.

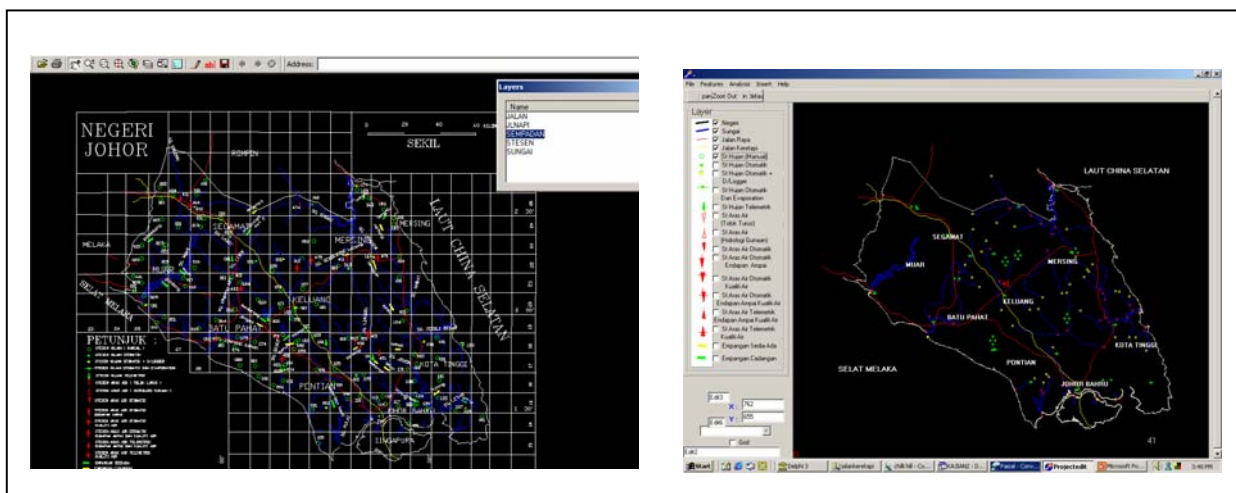
6.2.1 MHIS

Data yang digunakan dalam penyelidikan ini adalah data yang sama dengan data yang terdapat dalam MHIS. Namun, rekabentuk model data adalah berbeza dengan Model Data Dua Kiub. Dalam rekabentuk model data bagi MHIS, pembangunnya menggunakan sistem kiub untuk pengurusan data bukan ruang dan perisian GIS (*ArcInfo*) digunakan untuk menguruskan data ruang. Kesan daripada itu, proses integrasi data tidak berlaku sepenuhnya seperti yang telah dinyatakan oleh Guting [14] bahawa perubahan data ruang tidak melibatkan data bukan ruang dan sebaliknya. Ini kerana komunikasi antara dua perisian hanya boleh berlaku di peringkat lapisan atas iaitu lapisan aplikasi tidak pada lapisan sistem pangkalan data.

Berdasarkan kepada laporan teknikal yang dihasilkan oleh Institut Teknologi Perisian, Universiti Teknologi Malaysia[46], penulis melihat bahawa proses pengeluaran data yang berlaku tiada keserentakan. Keserentakan ini merujuk kepada keupayaan model data mengeluarkan data, kemaskini data dan manipulasi data. Proses-proses berkenaan memberi kesan terhadap analisis masa dan juga persembahan data dalam grafik (peta 2 dimensi).

Dari sudut capaian data, data dikeluarkan secara berbeza iaitu data tersebut dikeluarkan berdasarkan sistem masing-masing. Data ruang dikeluarkan dari aplikasi ArcInfo dan data ruang daripada sistem pangkalan data yang menggunakan kiub sistem. Berbeza daripada Model Data Dua Kiub, kedua-dua jenis data tersebut terdiri daripada satu sistem pangkalan data.

Perisian ArcInfo menyediakan kemudahan untuk mempersembahkan data dalam bentuk bergrafik. Hasil daripada perbandingan yang dilakukan menunjukkan bahawa persembahan peta 2 dimensi oleh MHIS adalah lebih baik berbanding dengan sistem yang dibangunkan berdasarkan Model Data Dua Kiub. Rajah 6.1 memaparkan perbezaannya.



Rajah 6.1 : Perbezaan Hasil Persembahan Antara MHIS dan Aplikasi Yang Dibangunkan

Pada pendapat penulis, persembahan tidak bergantung kepada model data tetapi bergantung kepada algoritma yang untuk mempersembahkan peta tersebut. Dari sudut pengeluaran data, terbukti Model Data Dua Kiub mampu menyediakan data untuk

dipersembahkan. Namun begitu, kadar capaian data juga penting. Ia penting untuk menentukan kesempurnaan bagi GIS. Penulis membuat bandingan antara capaian data bagi sistem yang dibangunkan dengan menggunakan Model Data Dua Kiub dengan *Malaysian Hydrological Information System* (MHIS). Jadual 6.1 menunjukkan perbezaan kadar masa yang diambil untuk proses capaian data.

Jadual 6.1 : Perbezaan Kadar Masa Capaian Antara Model Data Dua Kiub dan Model Data MHIS

Lapisan	Model Data Dua Kiub		Model Data MHIS	
	Saiz Data(KB)	Masa (saat)	Saiz Data(KB)	Masa (saat)
Sungai	82.5	7	82.5	5
Jalan Raya	53.3	4	53.3	2
Jalan Kereta Api	11.4	2	11.4	1
Stesen-stesen Hidrologi	16.8	3	16.8	1
Gabungan Lapisan	195	15	195	5

Analisis masa tidak dapat dilakukan oleh MHIS dalam bentuk bergrafik kerana perisian yang digunakan tidak menampung keperluan tersebut. Pembangun tidak dapat melakukan penambahan untuk memperbaiki kelemahan itu kerana data ruang disimpan dalam perisian ArcInfo dan format data tidak diketahui untuk dilakukan proses manipulasi dan analisis.

Hasil daripada perbandingan tersebut dapat dirumuskan bahawa, Model Data Dua Kiub adalah lebih berkesan jika dibandingkan dengan model data MHIS dari sudut integrasi data dan kebebasan untuk melakukan analisis dan manipulasi data. Walaupun terdapat sedikit kelemahan dari sudut kadar masa pengeluaran data. Namun begitu, ia masih boleh dipertingkatkan.

6.2.2 TLDM

Perbandingan antara Model Data Dua Kiub dengan TLDM tidak dapat dilakukan dengan sempurna kerana penulis tidak dapat menghubungi Wang Feng dan rakan-rakannya bagi tujuan memperolehi tesis mereka. Oleh yang demikian, perbandingan dilakukan dengan hasil penyelidikan mereka yang dibincangkankan di dalam kertas kerja [10].

Dari sudut rekabentuk model data pendekatan yang digunakan adalah sama tetapi penulis melakukan penambahbaikan terhadap kaedah yang digunakan dengan penambahan entiti masa. Dari sudut capaian data, hasil daripada model data TLDM menyatakan bahawa proses capaian yang dilakukannya adalah baik. Ini kerana dia mengumpulkan data ruang dan data bukan ruang di bawah satu lapisan data. Oleh itu, capaian data dilakukan dengan cepat kerana pertindihan data tidak berlaku. Dalam Model Data Dua Kiub, penulis mendapati proses capaian data berlaku agak lambat sedikit kerana terdapat pertindihan sempadan di antara sempadan. Namun begitu, sekiranya data diasingkan mengikut lapisan seperti yang berlaku dalam model data TLDM, proses manipulasi data dan analisis sukar untuk dilakukan.

Dari sudut persembahan data, menurut Wang Feng dan rakan-rakannya [10] model data TLDM berjaya untuk menghasilkan paparan peta 2 dimensi. Perkara ini juga berlaku dalam Model data Dua Kiub yang dihasilkan. Namun begitu, terdapat sedikit perbezaan antara paparan. Ini kerana model data TLDM boleh menghasilkan persembahan peta 2 dimensi dengan memaparkan sekali imej bagi peta tersebut. Mungkin kaedah yang digunakan untuk paparan tersebut adalah lebih baik kerana pengguna akan lebih faham. Ia melibatkan integrasi antara data vektor dan juga data imej. Berbanding dengan model data yang dihasilkan ia lebih memfokuskan kepada data vektor sahaja.

6.3 Perbandingan Keseluruhan Model Data

Perbandingan juga dilakukan terhadap empat model data yang ditemui sepanjang penyelidikan dijalankan. Perbandingan dibuat berdasarkan rekabentuk model data dan hasil perbincangan dalam kertas kerja tersebut. Antara fokus utama dalam perbandingan adalah terhadap integrasi antara data ruang dan data bukan ruang serta terhadap kaedah yang digunakan. Jadual 6.2, menunjukkan perbezaan ringkas antara Model Data Dua Kiub dengan model data yang lain.

Jadual 6.2: Ringkasan Perbandingan Antara Model Data dengan Model Data Lain

Model Data	SAND	GODOT	GISER	TLDM	MDDK
Kandungan Data	Data ruang dan data bukan ruang	Data ruang dan data bukan ruang	Data ruang dan data bukan ruang serta data bukan ruang yang berubah	Data ruang dan data bukan ruang serta data bukan ruang yang berubah	Data ruang dan data bukan ruang serta perubahan bagi kedua jenis data tersebut
Pendekatan Yang digunakan	Permodelan berdasarkan objek Model Pangkalan Data Hiraki	Permodelan berdasarkan objek Model Pangkalan Data Berorientasikan objek	Kombinasi kaedah permodelan berdasarkan objek dan permodelan berdasarkan ruang	Permodelan Berdasarkan Ciri-ciri geografi Model Pangkalan Data Berorientasikan objek	Permodelan Berdasarkan Ciri-ciri geografi Sistem Kiub Model Pangkalan data Hubungan
Skop Data	Data Imej Data vektor	Data vektor Data Atribut	Data vektor Data Atribut	Data vektor Data Atribut Data Imej	Data Vektor Data Atribut

6.4 Isu-Isu Implimentasi Model Data Dua Kiub

Sepanjang proses implimentasi dan pengujian serta perbandingan yang telah dijalankan terdapat isu-isu yang perlu diketengahkan untuk membaiki Model Data Dua Kiub dan meningkatkan lagi pangkalan data bagi GIS. Antara isu yang diketengahkan adalah penggunaan data vektor, integrasi antara data ruang dan data bukan ruang, unsur masa, penstrukturan data dan persembahan data bergrafik.

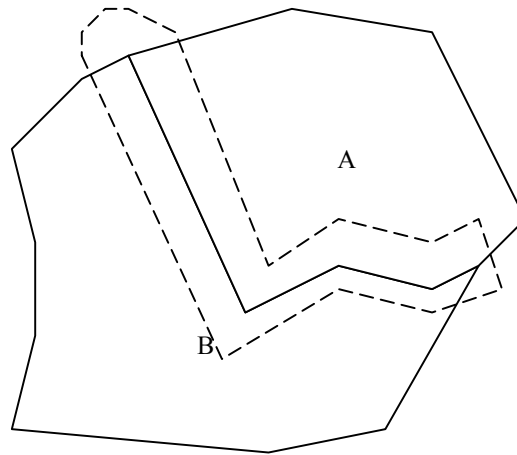
6.4.1 Penggunaan Data Vektor

Data vektor merupakan format data ruang yang digunakan dalam penyelidikan untuk menghasilkan Model Data Dua Kiub. Hasil daripada proses implimentasi dan pengujian, didapati terdapat isu yang perlu diselesaikan. Antara isu yang penting adalah hubungan antara titik-titik yang membentuk satu ruang. Titik-titik tersebut perlu berada dalam keadaan yang tersusun bagi membolehkan data tersebut dilukis dan dianalisis. Ini kerana kekurangan atau kesilapan susunan akan menyebabkan kesilapan analisis dan objek. Bagi mengatasi masalah ini, satu atribut dicipta dan dinamakan sebagai “seq” yang membawa maksud susunan. Jadual 6.3 menunjukkan kedudukan seq dalam jadual entiti yang terdapat dalam pangkalan data.

Jadual 6.3: Kedudukan Data Vektor dalam Jadual Entiti

GID	Seq	X	Y	Z
JLN1	1	174679973	39666352	0
JLN1	2	176412650	41186548	0
JLN1	3	178730859	42406717	0
JLN1	4	180732895	42814635	0
JLN1	5	182881879	43226752	0
JLN1	6	184372010	44921022	0

Selain itu, dalam proses implimentasi Model Data Dua Kiub, pertindihan data vektor berlaku. Ini kerana model data yang dihasilkan tidak mengambilkira faktor sempadan antara dua objek. Rajah 6.2 menunjukkan pertindihan antara dua objek.



Rajah 6.2 : Pertindihan Sempadan Data Ruang

Dalam sistem pangkalan data yang dibangunkan, data disimpan mengikut objek. Kesemua titik yang membentuk objek disimpan. Seperti dalam rajah 6.2 , garisan yang berada dalam objek putus-putus itu direkod dua kali. Penulis cuba untuk menentukan supaya perkara ini tidak berlaku tetapi gagal. Ini kerana susunan “*seq*” seperti yang telah diterangkan dalam jadual 6.3 sukar untuk dilakukan.

Pertindihan ini menyebabkan data direkod dua kali. Penggunaan memori adalah sangat tinggi. Penulis berpendapat mungkin ini juga mempengaruhi kadar capaian data seperti dalam jadual 6.1.

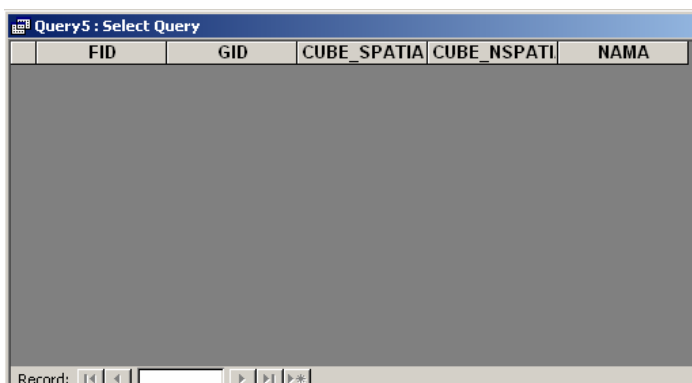
6.4.2 Integrasi Data Ruang dan Bukan Ruang

Integrasi antara data ruang dan data bukan ruang berlaku di peringkat sistem pangkalan data. Proses integrasi berlaku secara dua arah. Data ruang boleh digunakan untuk mengeluarkan data bukan ruang dan sebaliknya.

Namun, terdapat isu yang perlu diselesaikan iaitu isu di peringkat capaian data. Isu merujuk kepada proses capaian yang melibatkan gabungan jadual entiti lebih daripada lima jadual. Perkara berlaku kerana penakrifan hubungan yang tidak tepat. Terdapat konflik antara hubungan. Seperti contoh bagi operasi berikut:

```
Select Cube_Nspatial.Fid, Cube_Spatial.Gid, Cube_Spatial.Tid,
       Cube_Nspatial.Tid, Geografi_Att.Nama
From J_Feature Inner Join (Geografi_Att Inner Join (((Feature Inner Join
Cube_Nspatial On Feature.Fid = Cube_Nspatial.Fid) Inner Join Cube_Spatial
On Feature.Fid = Cube_Spatial.Fid) Inner Join Geometri On
Cube_Spatial.Gid = Geometri.Gid) On Geografi_Att.Did =
Cube_Nspatial.Did) On J_Feature.F_Jenis = Feature.F_Jenis;
```

Hasilnya adalah:



Rajah 6.3: Konflik Hubungan dalam Sistem Pangkalan Data

6.4.3 Masa Dalam Model Data Dua Kiub

Masa adalah satu penambahan dalam kaedah permodelan data berdasarkan ciri-ciri geografi. Penambahan dibuat dengan anggapan bahawa ciri-ciri geografi bergantung terhadap tempoh masa. Perkara ini benar kerana telah dibuktikan dengan pemerhatian dan pengalaman Jabatan Ukur Dan Pemetaan Malaysia seperti yang dinyatakan di peringkat awal laporan. Hasil daripada implimentasi dan pengujian terdapat isu yang perlu diselesaikan iaitu antara masa dengan data ruang dan juga masa dengan data bukan ruang.

Walaupun perubahan pada ciri-ciri geografi berlaku tetapi perubahan tidak melibatkan keseluruhan data bukan ruang dan juga data bukan ruang. Hanya terdapat sesetengah kes sahaja melibatkan perubahan pada kedua-duanya. Oleh itu, penulis mengasingkan antara masa untuk data ruang dan juga masa untuk data bukan ruang mengikut kiub masing-masing. Hasil pengasingan itu, penulis dapat mengenal pasti perubahan-perubahan yang berlaku. Dapat disimpulkan bahawa, kekerapan perubahan yang berlaku adalah pada data bukan ruang yang melibatkan fenomena semula jadi seperti contoh; hujan, paras air dan sebagainya.

Bagi data ruang perubahan yang berlaku adalah secara selanjar. Ini bermakna masa yang direkodkan adalah tidak tepat. Perubahannya berlaku sedikit demi sedikit. Ia dipengaruhi oleh keadaan sekeliling dan juga fenomena alam. Ini merupakan isu yang sangat menarik untuk diselesaikan pada masa yang akan datang.

6.5 Kerja-Kerja Penambahbaikan di Masa Hadapan

Berdasarkan hasil penyelidikan, terdapat isu-isu yang boleh diselesaikan dalam bidang model data GIS dan khusus kepada peningkatan Model Data Dua Kiub. Bagi Model Data Dua Kiub, peningkatan boleh dilakukan dengan menyelesaikan isu-isu implimentasi yang telah dibincangkan. Antaranya mengatasi isu pertindihan data ruang, mengurangkan penggunaan memori, menyelesaikan konflik data dan memperkemaskan lagi kedudukan masa dalam model tersebut.

Penulis berpendapat bahawa, Model Data Dua Kiub boleh diimplimentasikan dengan menggunakan model pangkalan data objek hubungan. Model pangkalan data objek hubungan boleh mentakrifkan hubungan antara objek di samping di dalam objek tersebut mempunyai hubungan tersendiri [22,23,24]. Oleh itu, antara isu yang boleh di selesaikan adalah pertindihan data kerana hubungan antara objek boleh menentukan sempadan bagi objek. Justeru, secara tidak langsung penggunaan memori dalam sistem pangkalan data akan dapat dikurangkan. Selain itu, model pangkalan data objek hubungan juga membenarkan data 3 dimensi disimpan. Seterusnya, penyelidikan data boleh menggunakan Model Data Dua kiub untuk menyimpan data 3 dimensi.

Selain itu, model data juga perlu ditingkatkan dengan mengambil kira faktor perubahan data yang berlaku. Perubahan adalah bersifat selanjar. Model Data Dua Kiub menyediakan kemudahan untuk perubahan yang diskrit. Oleh itu, perubahan perlu dilakukan terhadap Model Data Dua Kiub bagi menampung pengurusan perubahan data yang efektif. Efektif yang dimaksudkan ialah pengurusan perubahan yang bersifat berterusan. Penyelesaiannya mungkin memerlukan kaedah interpolasi matematik yang tinggi. Penyelesaian masalah ini akan membawa kesahihan data dalam persembahan data dan maklumat.

6.6 Kesimpulan

Hasil daripada perbincangan, penyelidikan yang telah dilakukan adalah untuk menghasilkan satu model data yang berkebolehan untuk menyimpan ciri-ciri geografi dan perubahan. Hasil daripada penyelidikan adalah satu model data yang dinamakan Model Data Dua Kiub

Secara kesimpulannya, Model Data Dua Kiub yang dihasilkan mencapai matlamat penyelidikan. Di samping itu, model data tersebut mempunyai kelebihan yang tersendiri berbanding dengan model data yang lain sepertimana yang telah dibincangkan. Dalam penyelidikan ini, penulis telah menghasilkan satu model data dengan menggunakan gabungan antara dua kaedah iaitu antara permodelan data berdasarkan ciri-ciri geografi dan sistem kiub. Disamping itu, penulis melakukan sedikit peningkatan terhadap permodelan data berdasarkan ciri-ciri geografi dan menggunakan sistem kiub dalam domain data yang berbeza. Ini merupakan satu dimensi baru yang membuka ruang kepada penyelidik lain untuk meningkatkan lagi tahap kebolehan dan keupayaan model data tersebut. Selain itu, pendekatan yang sama juga mungkin boleh digunakan untuk menghasilkan model data yang baru.

Satu perkara penting dalam penyelidikan ini, ialah unsur masa dalam data geografi. Kepentingan unsur masa dalam GIS adalah jelas. Ia berdasarkan keperluan untuk menghasilkan simulasi dan visualisasi sejarah perubahan bentuk muka bumi dan juga penganalisan terhadap perubahan tersebut. Ini merupakan alat pembantu bagi jurutera dalam bidang berkenaan alam sekitar untuk menganalisis keadaan muka bumi sekiranya berlaku perubahan.

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. Gütting,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", Environmental System Research Institute.
34. Usery, E.L. (1996) "A features-based Geographic Information System Model". Photogrammetric Engineering & Remote 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.

LAMPIRAN A

Kamus Pangkalan Data Bagi Implementasi

Model Data Dua Kiub

A.1. Jadual Kiub Non-spatial

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
FID	FID ialah katakunci bagi ciri-ciri geografi. Ia merupakan kata kunci jiran yang akan menghubungkan dengan maklumat spatial.	Text(10)
DID	DID ialah katakunci yang merujuk kepada maklumat data non-spatial. Kata kunci ini berfungsi sebagai menghubungkan antara jadual ini dengan jadual data non-spatial.	Text(10)
TID	TID adalah kata kunci bagi masa data direkodkan.	DateTime
Nilai	Nilai ialah satu atribut yang akan menyimpan nilai data jujukan masa yang diambil berdasarkan kepada stesen. Data ini bergantung kepada kata kunci FID, DID, TID	Double
Ucode	Ucode ialah kata kunci jiran yang akan menentukan unit bagi data yang diambil. Ia akan menghubungkan jadual ini dengan jadual kod unit. Ia digunakan bagi tujuan pengiraan dan penghasilan jadual	Text(10)
Pcode	Pcode ialah kata kunci jiran yang menentukan jangka masa data biasanya diambil.	Text(10)
Around	Around nilai ralat bagi data yang direkodkan.	Text(10)

Hubungan:

FID = FID bagi jadual ciri-ciri geografi (feature)

DID= DID bagi jadual non-spatial

Ucode=Ucode bagi jadual kod unit

Pcode=Pcode bagi jadual kod masa

A.2. Jadual Kiub Spatial

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
FID	FID ialah katakunci bagi ciri-ciri geografi. Ia merupakan kata kunci jiran yang akan menghubungkan data spatial dengan data non-spatial.	Text(10)
GID	GID ialah katakunci yang merujukan kepada data-data yang akan membentuk objek. Kata kunci ini berfungsi sebagai menghubungkan antara jadual ini dengan jadual data geogmetri.	Text(10)
TID	TID adalah kata kunci bagi masa data direkodkan.	DateTime
Display_ID	Display_ID ialah kata kunci yang merujuk kepada persembahan data. Ia akan memberi maklumat mengenai simbol, warna dan sifat-sifat persembahan bagi setiap objek yang disimpan	Text(10)
T_Rujukan_X	T_Rujukan_X ialah attribut untuk memberi nilai rujukan bagi nilai X. Titik rujukan ini digunakan untuk memudahkan persembahan dengan wujudnya lokasi rujukan.	Integer
T_Rujukan_Y	T_Rujukan_Y ialah attribut untuk memberi nilai rujukan bagi nilai Y. Titik rujukan ini digunakan untuk memudahkan persembahan dengan wujudnya lokasi rujukan.	Integer
T_Rujukan_Z	T_Rujukan_Z ialah attribut untuk memberi nilai rujukan bagi nilai Z. Titik rujukan ini digunakan untuk memudahkan persembahan dengan wujudnya lokasi rujukan.	Integer

Hubungan:

FID=FID bagi jadual ciri-ciri geografi (feature)

GID=GID bagi jadual objek spatial

Display_ID= Display_ID bagi jadual persembahan data

A.3. Jadual Ciri-Ciri Geografi (Feature)

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
FID	FID merupakan kata kunci utama bagi jadual ini. FID ialah indek kepada ciri-ciri geografi yang terdapat dalam pangkalan data.	Text(10)
F_Jenis	F_Jenis ialah kata kunci kejiranan yang menunjukkan jenis-jenis ciri-ciri geografi.	Text(10)
KETERANGAN	Keterangan ialah data yang akan menerangkan secara terperinci ciri-ciri geografi tersebut.	Memo
LAYER_ID	Layer_ID ialah kata kunci kejiranan yang akan menunjukkan kedudukan ciri-ciri geografi pada lapisan tertentu.	Text(10)

Hubungan:

FID mempunyai hubungan pada jadual kiub non-spatial, kiub spatial.

F_Jenis = F_Jenis bagi jadual jenis ciri-ciri geografi

Layer_ID=Layer_ID bagi jadual lapisan data

A.4. Jadual Jenis ciri-ciri geografi

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
F_Jenis	F_jenis ialah merupakan kata kunci utama yang mengelaskan ciri-ciri geografi pada kelas-kelas tertentu mengikut penggunaan yang diperlukan oleh pengguna.	Text(10)
Keterangan	Keterangan ialah atribut yang akan menerangkan mengenai kata kunci atau pun jenis ciri-ciri geografi yang dikelaskan.	Memo

Hubungan:

F_Jenis mempunyai hubungan dengan jadual ciri-ciri geografi.

A.5. Jadual Objek Spatial

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
GID	GID ialah kata kunci utama yang menyimpan nilai kod bagi objek geografi yang disimpan kedalam pangkalan data.	Text(10)
SEQ	SEQ ialah attribut yang menyimpan data mengenai turutan titik-titik yang akan membentuk objek.	Integer
X	X ialah attribut yang menyimpan nilai bagi koordinat titik-titik untuk bagi nilai X origin	Integer
Y	Y ialah attribut yang menyimpan nilai bagi koordinat titik-titik untuk bagi nilai Y origin	Integer
Z	Z ialah attribut yang menyimpan nilai bagi koordinat titik-titik untuk bagi nilai Z origin	Integer

Hubungan:

GID mempunyai hubungan dengan jadual kiub spatial.

A.6. Jadual Non-spatial

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
DID	DID ialah merupakan kata kunci utama bagi jadual ini. Ia menyimpan nilai kod kepada maklumat bagi data spatial.	Text(10)
Nama	Nama ialah attribut yang menyimpan data nama bagi attribut spatial yang disimpan didalam pangkalan data.	Text
Keterangan	Keterangan ialah attribut tambahan yang menerangkan data non-spatial yang disimpan didalam pangkalan data.	Memo

Hubungan:

DID mempunyai hubungan dengan jadual kiub non-spatial.

A.7. Jadual Persembahan Data

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
Display_ID	Display_ID ialah kata kunci utama bagi jadual ini. Ia menyimpan nilai kod bagi paparan data.	Text(10)
Sim_Ikon	Sim_Ikon ialah atribut yang menyimpan data ikon atau simbol bagi objek spatial.	Text(100)
Color	Color ialah atribut alternatif bagi simbol dan ikon yang mana ia menyimpan kod warna bagi objek spatial.	Text(100)
Keterangan	Keterangan ialah atribut tambahan yang menyimpan data tambahan untuk persembahan data.	Memo

Hubungan:

Display_ID mempunyai hubungan dengan jadual kiub spatial.

A.8. Jadual Kod Masa

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
Pcode	Pcode ialah kod bagi sela masa data diambil. Ia merupakan kekunci utama bagi jadual ini. Ia digunakan untuk menunjukkan kekerapan data diambil.	Text(10)
Keterangan	Keterangan ialah atribut tambahan yang menerangkan mengenai kod sela masa yang disimpan dalam pangkalan data.	Memo

Hubungan:

Pcode mempunyai hubungan dengan jadual kiub non-spatial

A.9. Jadual Kod Unit Data

Nama	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
Ucode	Ucode ialah kod unit bagi data jujukan masa yang diambil. Ia merupakan kekunci utama bagi jadual ini. Nilai yang disimpan adalah nilai unit data yang diambil.	Text(10)
Keterangan	Keterangan ialah atribut yang menerangkan mengenai unit yang disimpan didalam pangkalan data.	Memo

Hubungan:

Ucode mempunyai hubungan dengan jadual kiub non-spatial

A.10.Jadual Lapisan Data

Name	Keterangan	Jenis Pemboleh Ubah
Layer_ID	Layer_ID ialah attribut identity bagi lapisan yang terdapat didalam pangkalan data. Ia merupakan kata kunci utama bagi jadual ini.	Text
Jenis_Layer	Jenis layer ialah attribut yang menerangkan kelas-kelas lapisan yang ditentukan oleh pengguna. Ia menyimpan nilai nama lapisan bagi layer_ID.	Integer
Keterangan	Keterangan ialah attribut tambahan yang menerangkan maklumat lapisan yang dinyatakan diatas.	Memo

Hubungan:

Layer_ID mempunyai hubungan dengan jadual ciri-ciri geografi

LAMPIRAN B
Penyataan SQL

B.1. Pernyataan SQL Untuk Menjana Jadual

```
-- =====  
-- Table: LAYER  
-- =====  
  
create table LAYER  
(  
  LAYER_ID  NUMBER(5)      null ,  
  JENIS_LAYER LONG        null ,  
  KETERANGAN LONG        null  
)  
  
-- =====  
-- Table: GEOGMETRI  
-- =====  
  
create table GEOGMETRI  
(  
  GID      LONG          null ,  
  SEQ      INTEGER       null ,  
  X1       FLOAT(10)     null ,  
  Y1       FLOAT(10)     null ,  
  Z1       FLOAT(10)     null ,  
  X2       FLOAT(10)     null ,  
  Y2       FLOAT(10)     null ,  
  Z2       FLOAT(10)     null  
)  
  
-- =====  
-- Table: J_FEATURE  
-- =====  
  
create table J_FEATURE
```

```
(
  F_JENIS   LONG           null ,
  KETERANGAN LONG         null
)
```

```
-- =====
-- Table: CUBE_SPATIAL
-- =====
```

```
create table CUBE_SPATIAL
(
  FID      LONG           null ,
  GID      LONG           null ,
  TID      DATE           null ,
  DISPLAY_ID LONG         null ,
  LAYER_ID NUMBER(5)      null ,
  T_RUJ_X  FLOAT(10)      null ,
  T_RUJ_Y  FLOAT(10)      null ,
  T_RUJ_Z  FLOAT(10)      null
)
```

```
-- =====
-- Table: FEATURE
-- =====
```

```
create table FEATURE
```

```
(  
  FID      LONG      null ,  
  F_JENIS  LONG      null ,  
  NAMA     LONG      null  
)
```

```
-- =====  
-- Table: PAPARAN  
-- =====
```

```
create table PAPARAN  
(  
  DISPLAY_ID LONG      null ,  
  SIM_IKON   LONG      null ,  
  COLOR_CODE LONG      null ,  
  KETERANGAN LONG      null  
)
```

```
-- =====  
-- Table: COLOR  
-- =====
```

```
create table COLOR  
(  
  COLOR_CODE LONG      null ,  
  KETERANGAN LONG      null  
)
```

```
-- =====  
-- Table: CUBE_NSPATIAL  
-- =====
```

```
create table CUBE_NSPATIAL
```

```
(
  FID      LONG          null ,
  DID      LONG          null ,
  TID      DATE          null ,
  NILAI    FLOAT(10)     null ,
  UCODE    LONG          null ,
  PCODE    LONG          null ,
  AROUND   LONG          null
)

-- =====
-- Table: UNIT
-- =====

create table UNIT
(
  UCODE    LONG          null ,
  KETERANGAN LONG        null
)

-- =====
-- Table: PERIOD
-- =====

create table PERIOD
(
  PCODE    LONG          null ,
  KETERANGAN LONG        null
)

-- =====
-- Table: GEOGRAFI_ATT
-- =====

create table GEOGRAFI_ATT
```

```
(
  DID      LONG          null ,
  NAMA     LONG          null ,
  KETERANGAN LONG      null
)
```

B.2. Pernyataan SQL Untuk Mengeluarkan Data Ruang

```
select *
from Geogmetri
Where GID=:SP
order by Seq;
```

B.3. Pernyataan SQL Untuk Integrasi Data Ruang dan Data Bukan Ruang

```
Select *
From integration
Where GID= :gid ;
```

Jadual Integration

```
Select Cube_Spatial.Gid, Feature.Fid, Feature.Keterangan,
Cube_Nspatial.Did, Geografi_Att.Nama, Geografi_Att.Keterangan,
Cube_Spatial.Tid
From (Geografi_Att Inner Join (Feature Inner Join Cube_Nspatial On
Feature.Fid = Cube_Nspatial.Fid) On Geografi_Att.Did =
Cube_Nspatial.Did) Inner Join Cube_Spatial On Feature.Fid =
Cube_Spatial.Fid;
```

B.4. Pernyataan SQL Untuk Pengujian Masa

```
Select Fid,Gid,Tid
```

From Cube_Spatial

Where (Tid Between :Tid1 And :Tid2)

Select Cube_Spatial.Fid, Cube_Spatial.Gid, Cube_Spatial.Tid,

Paparan.Color

From Paparan Right Join Cube_Spatial On Paparan.Display_Id =

Cube_Spatial.Display_Id

Where (((Cube_Spatial.Tid) Between #6/15/1997# And #6/30/1999#))

Order By Cube_Spatial.Fid;

LAMPIRAN C

**Senarai Kertas Kerja Peringkat Kebangsaan dan
International**

1. **Shafry Rahim**, Daut Daman, Harihodin Selamat, *Discussion On Issue: GIS Data Model*, Malaysian Science and Technology Congress 2000 (MSTC 2000), Symposium B, Konvensyen Sains dan Teknologi Ipoh, Oct 2000
2. Daut Daman, Harihodin Selamat, **Shafry Rahim**, *The Integration Of Spatial and Non-spatial Data Model*, Signal Processing, Towards Global Convergence Through Telecommunication, National Conference On Telecommunication Technology 2000, UTM / IEEE, November 2000
3. Daut Daman, Harihodin Selamat, **Shafry Rahim**, *An Integrated GIS Data Model for Hydrological Information System*, Source Water Protection Symposium: A United Approach, American Water Works Association, Savannah, USA, January 2001
4. **Shafry Rahim**, Daut Daman, Harihodin Selamat, *Integrated Spatial and Non-spatial Data Mode for Geographical Information System (Logical and Physical Design)* , Scored 2001, IEEE Student Conference, February 2001
5. **Shafry Rahim**, Daut Daman, *Double Cube Data Model For GIS Databases*, Advance ICT for The New Millennium, The 2nd Conference On Information Technology, Kuching, Sarawak, 17-19 October 2001
6. **Shafry Rahim**, Daut Daman, Harihodin Selamat, *Extended Feature Based Approach For GIS Databases*, The International Water Association Conference on Water And Wastewater Management for Developing Countries, PWTC, Kuala Lumpur, 29-31 October 2001
7. **Shafry Rahim**, Daut Daman, *A Layer Based Approach for 2D Map Presentation*, Malaysian Science and Technology Congress 2001 (MSTC 2001), Symposium C, Information And Information Technology , Pulau Pinang, 8-10 November 2001
8. **Shafry Rahim**, Daut Daman, *Time Element in Geographical Information System*, Malaysian Science and Technology Congress 2001 (MSTC 2001), Symposium C, Information And Information Technology , Pulau Pinang, 8-10 November 2001

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

**BORANG PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENYELIDIKAN**

**TAJUK PROJEK : SPATIAL AND NON-SPATIAL DATABASES
ENHANCEMENT FOR HYDROLOGICAL
INFORMATION SYSTEM (HIS)**

Saya _____ PROF MADYA DAUT BIN DAMAN _____
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan **Laporan Akhir Penyelidikan** ini disimpan di Perpustakaan Universiti Teknologi Malaysia dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut :

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Teknologi Malaysia.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat penjualan salinan Laporan Akhir Penyelidikan ini bagi kategori TIDAK TERHAD.
4. *Sila tandakan (✓)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dibuat)

TIDAK
TERHAD

(TANDATANGAN KETUA PENYELIDIK)

Nama & Cop Ketua Penyelidik

Tarikh: _____

*CATATAN: * Jika Laporan Akhir Penyelidikan ini SULIT atau TERHAD, Sila Lampirkan surat daripada pihak berkuasa/ organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD*