



**MAPINFO DALAM MENYEDIAKAN MAKLUMAT
FIZIKAL DAN MENENTUKAN SEMPADAN
TADAHAN SEMBRONG**

**NORAZLIN NASAHA
MASIRI KAAMIN
MOHD ADIB MUHAMMAD RAZI**

**PROSIDING KEBANGSAAN AWAM 2007
29 – 31 MEI 2007
LANGKAWI KEDAH**

MapInfo dalam Menyediakan Maklumat Fizikal dan Menentukan Sempadan Tadahan Sembrong

Norazalin Nasaha, Masiri Kaamin, Mohd. Adib Muhamad Razi
Fakulti Kejuruteraan Awam & Alam Sekitar, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia,
86400 Parit Raja, Batu Pahat, Johor.

Abstrak

Lembangan saliran adalah satu kawasan tadahan bagi air hujan yang mengalir masuk ke dalam tasik, sungai atau kawasan paya. Setiap lembangan saliran mempunyai ciri-ciri unik dari segi jenis tanah, kecerunan, gunatanah, tumbuhan semulajadi dan sebagainya. Analisis hidrologi dan pemodelan lembangan saliran yang terperinci hanya dapat dijalankan dengan berkesan sekiranya sifat fizikal lembangan saliran yang anjal, tepat dan mampu memberikan kawasan sublembangan mengikut kehendak pengkaji diperolehi pada masa yang singkat. Dalam kajian ini, pangkalan data dibangunkan menggunakan salah satu perisian GIS iaitu MapInfo dan disokong oleh MapBasic untuk paparan antara muka. Secara khusus, objektif kajian ini adalah mengaplikasikan MapInfo dalam menentukan sempadan tadahan Sungai Sembrong dan membangunkan pangkalan data fizikal tadahan Sungai Sembrong bagi memudahkan proses mengedit data serta menganalisis sistem yang dibangunkan.

Kata kunci: GIS, MapInfo, tadahan, air larian

1.0 Pengenalan

Teknologi Maklumat adalah salah satu daripada cabang teknologi yang membuatkan kehidupan kita lebih mudah dan efektif. Sistem Maklumat Geografi (GIS) diklasifikasikan sebagai teknologi maklumat yang diaplikasikan dalam kejuruteraan awam seperti kejuruteraan jalan raya, hidrologi dan sumber air. Pada asalnya, GIS dibangunkan pada sekitar tahun 1960-an oleh Roger Tomlinson yang menggunakan komputer untuk membangunkan model inventori tanah untuk kerajaan Kanada (P. Wyatt, 2000).

Aplikasi GIS menjadi pilihan kerana kemajuan teknologi yang wujud hari ini. Penggunaan GIS amat membantu dalam perancangan, kawalan dan pengurusan dalam menentukan perletakan serta jumlah pembangunan yang dapat meminimumkan kesan terhadap alam sekitar. Di samping itu, ia membantu dalam menaik taraf perancangan yang lebih baik dalam pembangunan struktur ekonomi. Ini adalah kerana GIS boleh menganalisis data seperti geologi, penggunaan tanah dan risiko banjir

dalam merekabentuk hidrologi dan projek sumber air (P. Wyatt, 2000).

Mendapatkan maklumat kawasan tadahan seperti pembahagian tadahan, mengenal pasti pembahagi saliran dan rangkaian pengairan, kecerunan tanah dan aspek kawasan serta rupa bentuk tadahan sukar dilakukan dari peta dan gambar udara.

Pada kebiasaannya lembangan saliran dihasilkan dengan melukis satu poligon berpandukan sempadan alur sungai dan garisan kontur ketinggian pada peta topo (Vazenilek, 1998). Kaedah konvensional ini bergantung kepada kejayaan operasi carian manual. Pekerjaan menggunakan cara tradisional atau kaedah manual telah terbukti memakan masa dan memerlukan kemahiran kartografi yang tinggi dan tidak mampu memenuhi keperluan pemodelan lembangan saliran moden.

Data sediaada disimpan dalam keadaan tidak sistematik, tidak dikemas kini dan tidak mudah untuk dicapai kerana data yang diperlukan di dalam timbunan data yang banyak. Peta-peta dan data yang banyak ini memerlukan tempat yang luas. Ada kalanya hilang ataupun kertas yang difotokopi, tidak jelas. Apabila sistem GIS dibangunkan, ia

secara langsung menghasilkan atau memaparkan data yang diperlukan, membuat peta dan menyediakan paparan model keputusan secara mudah atau kompleks (Lyon J., 2003).

Bilangan kepenggunaan GIS terhadap sumber air dan lembangan telah dilengkapi dari tahun ke tahun dan ia menunjukkan betapa berpotensi teknologi ini. Sistem Maklumat Geografi (GIS) membekalkan nilai maya perincian pangkalan data dan bagaimana data ini boleh digunakan untuk aplikasi tertentu (Lyon J., 2003).

Dalam mewujudkan (membangunkan) suatu pelan pengurusan kawasan tadahan yang kompetitif, satu analisis yang komprehensif mengenai sifat fizikal tadahan tersebut perlu diarahkan. Sifat-sifat fizikal ini meliputi geologi, tanah, topologi atau kecerunan, sungai, pembahagian saliran, banjir dan tanah lembap.

Sebagai tambahan kepada parameter ciri-ciri fizikal, sosioekonomi dan parameter politik juga diambil kira ke arah membentuk pelan pengurusan keseluruhan tadahan (Lyon J., 2003). GIS tidak hanya menghasilkan format untuk mengenal pasti parameter ciri-ciri tadahan tetapi juga memberi peluang untuk menyiasat parameter yang tidak mudah diperolehi dengan kaedah manual yang mana tidak semua digunakan dalam kajian laminar.

Memandangkan kawasan ini sedang mengalami pembangunan dari segi politik, ekonomi dan sosial, maka adalah penting satu kajian fisiografi tentang kawasan ini dijalankan. Kajian ini menumpu kepada aplikasi GIS di dalam pesempadanan tadahan Sungai Sembrong dan menguruskan data fizikal tadahan untuk mengenalpasti sifat-sifat kawasan tadahan, dan menyiasat parameter-parameter sediaada yang tidak mudah diukur secara manual seperti menggunakan pembaris. Selain itu, kajian ini dapat memperbaiki simpanan dan organisasi pangkalan data serta menyediakan satu sistem untuk memudahkan capaian data oleh pengkaji, jurutera, pelabur dan perancang dalam merekabentuk, merancang, melabur dan menguruskan kawasan tadahan Sungai Sembrong disamping membantu menyediakan maklumat fisiologi tadahan

untuk kajian-kajian yang akan dijalankan pada masa akan datang.

2.0 Bahan dan kaedah kajian

2.1 Kawasan kajian

Kajian ini dilakukan berdasarkan data dan maklumat yang berorientasikan fakta dan kedudukan geografi mengenai Tadahan Sungai Sembrong, Daerah Batu Pahat di Negeri Johor, Semenanjung Malaysia. Sungai Sembrong merupakan sub tadahan kepada tadahan Sungai Batu Pahat. Ia merangkumi 273 km² yang meliputi kawasan pertanian, penempatan dan perindustrian tetapi kajian ini menyediakan hanya sebahagian daripada jumlah keseluruhan tadahan iaitu lingkungan 131 km² iaitu Tadahan Sembrong di Daerah Batu Pahat.

Pemilihan Sungai Sembrong sebagai kawasan kajian adalah dengan melihat kepada fungsi Sungai Sembrong yang berperanan besar sebagai sumber air minuman dan air untuk pertanian dan industri. Di samping itu, banyak kajian yang telah dilakukan di Sungai Sembrong tetapi tiada pangkalan data fizikal yang dibangunkan menggunakan GIS sehingga kajian ini dibuat.

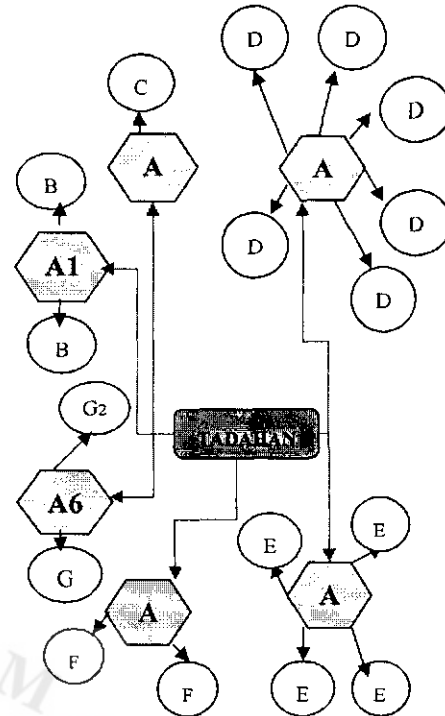
Melihat kepentingan tadahan Sungai Sembrong ini, perlu ada satu sistem yang dapat menguruskan data untuk pengurusan tadahan yang lebih baik. Sementara pula, JPS peringkat negeri sedang giat membangunkan sistem berkomputer ini dalam mengemas kini dan menaik taraf sistem simpanan data. Ini sejajar dengan hasrat negara untuk mencapai negara maju dan berteknologi pada tahun 2020.

2.2 Rekabentuk dan pembangunan system

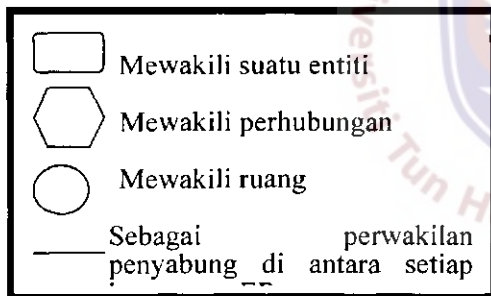
Rekabentuk sistem melibatkan penghasilan gambar rajah Perhubungan Entiti (*ER Diagram*). Ia dibina hasil dari model reka bentuk konsep, rekabentuk logikal dan rekabentuk fizikal sistem. Rekabentuk konsep adalah berdasarkan teori sebenar

sistem (Singh V.P. & Fiorentino M. 1996). Mod konsep data ialah gambaran tepat kepada sistem sebenar. Ia bergantung kepada aspek teknologi dan tidak dipengaruhi oleh kekangan yang dihasilkan dari perisian dan perkakasan tersebut. Kekangan-kekangan ini diambil kira semasa fasa seterusnya iaitu konsep GIS (reka bentuk logikal dan fizikal). Rekabentuk logikal diambil daripada perisian di mana pangkalan data dilaksanakan. Sebagaimana konsep sistem telah mencapai objektif dan biasanya tidak jauh daripada objektif logikal model. Model fizikal ialah langkah terakhir sebelum pangkalan data.

Tujuan rekabentuk konseptual adalah untuk menghasilkan hubungan antara ruang dan atribut dalam sistem yang dibangunkan secara tanggapan. Tanggapan tersebut dapat digambarkan dalam satu gambarajah perhubungan entiti (ER-Diagram) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Berikut ialah komponen asas dalam model perhubungan entiti.



Rajah 2 : Gambarajah perhubungan entiti (ER-Diagram)



Rajah 1: Komponen asas dalam reka bentuk konseptual

Di mana

- A1 – Saliran
- A2 – Siri tanah
- A3 – Kontor
- A4 – Guna tanah
- A5 – Tadahan
- A6 – Sungai Utama
- B₁ – Nama
- B₂ – Order saliran
- C – Luas
- D₁ – Ketinggian kontor
- D₂ – Panjang garis kontor
- D₃ – Nod awal
- D₄ – Nod akhir
- D₅ – Kontur ID
- E₁ – No. Lot
- E₂ – Aktiviti 1
- E₃ – Aktiviti 2
- E₄ – Luas
- F₁ – Luas
- F₂ – Nama
- G₁ – Nama sungai utama
- G₂ – Panjang

Rekabentuk logikal menumpu kepada perancangan atribut. Setiap data atribut mengandungi lapangan, jenis, kedalaman dan saiz. Tujuan rekabentuk fizikal adalah menentukan simpanan atau storan pangkalan data yang dibangunkan secara khusus dan kaedah laluan (*access method*). Rekabentuk fizikal melibatkan proses pernyataan struktur penyimpanan data dan juga laluan capaian. Penentuan storan secara spesifik dan kaedah capaian adalah dengan menentukan cara penyimpanan data, jenis fail, saiz setiap fail dan format fail.

Pembangunan sistem ialah proses memasukkan data ruang dan atribut yang telah menjalani proses pengeditan ke dalam perisian GIS. Ia diolah dan disesuaikan mengikut keperluan pengguna.

2.3 Penghasilan data sempadan tadahan

Penghasilan sempadan tadahan dibuat untuk membahagikan saliran air larian permukaan yang masuk semasa dan selepas aktiviti hujan. Pembahagian saliran ini adalah penting dalam kajian dan merancang suatu projek sumber air. Dalam perancangan projek sumber air, parameter-parameter seperti keluasan tadahan dan kekasaran permukaan diguna pakai dalam meramal banjir dan sebagainya.

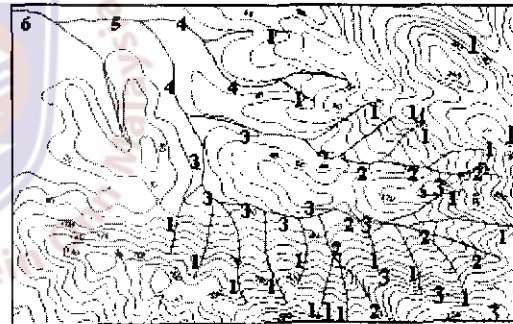
Parameter yang diperlukan ialah ketinggian tanah dan jaringan saliran yang ada dalam sesuatu tadahan. Data kontur mempunyai ketinggian permukaan. Maka, data kontur akan digunakan dalam mengenal pasti titik ketinggian. Data saliran diperlukan untuk mengenal pasti jaringan saliran permukaan tanah dan arah larian air.

Sebelum data saliran boleh digunakan, ia perlu dipastikan arah saliran permukaan sebenar sama dengan arah garisan saliran di dalam model (data). Apabila kita membuat data, kita perlu ingat bahawa data model adalah gambaran kepada dunia sebenar. Penyiasatan arah aliran boleh dilakukan dengan banyak cara. Antaranya pengukuran di atas bumi. Dalam kajian ini, kaedah titik ketinggian digunakan untuk mengenal pasti

arah larian air. Oleh itu, penyiasatan dibuat ke atas peta ruang dan jadual atribut ketinggian garis kontur dan garisan-garisan itu akan ditandai ketinggiannya. Garisan saliran diberi arahan supaya setiap saliran menunjukkan nod dan arah larian. Air perlulah mengalir dari nod mula (*from node*) menuju nod akhir (*to node*). Langkah ini amat penting untuk menentukan titik penumpuan.

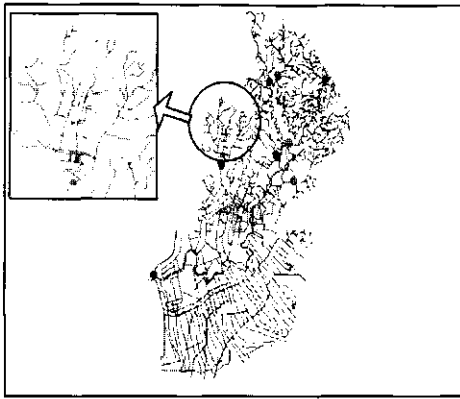
Setiap segmen saliran akan di tanda mengikut hukum penomboran atau dikenali sebagai order saliran. Setiap segmen saliran ditandakan mengikut urutan pertemuan saliran supaya pertemuan setiap saliran dikenal pasti.

Had nombor order saliran ini bergantung kepada saiz kawasan tadahan, dimensi saliran dan aliran keluar sungai. Kepelbagaian order saliran yang terdapat di dalam sistem Sungai Sembrong ditunjukkan di dalam Rajah 3.



Rajah 3: Keplbagaian order saliran.

Air mengalir dari hulu ke hilir dan kebiasaannya keadaan di hulu lebih tinggi berbanding kawasan di hilir. Air yang mengalir akan melalui segmen saliran dari order pertama, kedua, ketiga dan seterusnya secara graviti (dari kawasan tinggi ke kawasan rendah) sehingga ke pertemuan yang terakhir. Titik penumpuan ditandakan dengan simbol (•) pada hilir saliran (lihat Rajah 4) dan terletak di kawasan rendah. Melalui prosedur aliran inilah sub tadahan diperoleh.



Rajah 4: Titik penumpuan pada jaringan saliran.

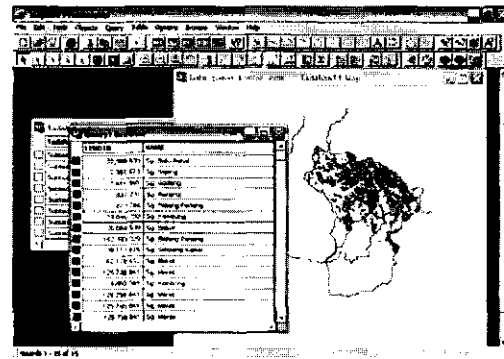


Rajah 5: Arah aliran saliran yang telah dibetulkan semasa proses mengenal pasti titik penumpuan

3.0 Keputusan Dan Perbincangan

3.1 Analisis sistem

Kawasan Tadahan Sungai Sembrong, Batu Pahat terletak di Mukim Sri Gading dan Tanjung Sembrong. Setelah melalui proses pembangunan sistem, sistem yang dibina ini akan dianalisis menggunakan kebolehan GIS-MapInfo yang melibatkan pertanyaan-pertanyaan dan paparan baik terhadap data spatial ataupun data atribut untuk mendapatkan maklumat tadahan yang diperlukan. Rajah 6 di bawah menunjukkan kebolehan GIS memaparkan data panjang sungai dalam bentuk peta dan jadual secara serentak.



Rajah 6: Paparan peta dan jadual melalui arahan *select*

3.2 Analisis pertanyaan

Satu daripada fungsi perisian GIS ialah kebolehan mengekstrak rekod data tertentu (Lary Daniel, 2003). Analisis pertanyaan dibuat menggunakan arahan-arahan pada sub menu *Query* iaitu *select*, *SQL Select*, *Statistic calculation*, *find* dan *find selection*.

Arahan *select* bertujuan membenarkan pengguna untuk membuat pertanyaan terhadap pangkalan data, memilih rekod daripada jadual selaras dengan kriteria-kriteria tertentu dan membina jadual-jadual keputusan (*result*) di mana pengguna boleh memaparkan dalam bentuk peta, jadual atribut, pengimbas (*Browser*) dan graf. Arahan *select* dapat digunakan jika terdapat sekurang-kurangnya ada satu jadual dibuka. Dalam kajian ini, paparan jadual diperolehi dengan memilih menu *Query > select*. Jadual atribut peta yang dikehendaki akan dipaparkan sebagai *Query 1*, *Query 2* dan seterusnya.

SQL select pada menu *Query* bertindak menganalisis pertanyaan yang lebih kompleks daripada arahan *select*. Ia membenarkan pertanyaan yang lebih berdasarkan jadual yang banyak. Analisis pada *SQL select* digunakan dalam kajian ini untuk melaksanakan tugas; i) menapis data untuk memaparkan lajur atau baris yang dikehendaki ii) menggabungkan keputusan dua atau lebih jadual ke dalam satu jadual iii) meringkaskan data melalui huruf atau nombor mengikut kriteria iv) menjumlahkan data, jadi hanya data yang dipaparkan ialah sebahagian daripada

keseluruhan jadual. Sebagai contoh, ketinggian garis kontor.

Daripada analisis pertanyaan yang dijalankan, didapati bilangan saliran berbeza mengikut penomborannya seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1 manakala Jadual 2 dan 3 masing-masing menunjukkan keluasan tadahan dan guna tanah dalam kawasan tadahan.

Jadual 1: Bilangan mengikut order saliran.

Order Saliran	Bilangan
1	90
2	48
3	38
4	12
5	6
6	3

Jadual 2: Keluasan sub tadahan berdasarkan pertanyaan *Query.select*

Tadahan	Luas Batu Persegi
Sub_1	4.21971
Sub_2	5.04079
Sub_3	3.85712
Sub_4	13.7371
Sub_5	8.52967
Sub_6	2.83243
Sub_7	8.3215
Sub_8	85.9357

Jadual 3: Keluasan guna tanah dalam Tadahan Sungai Sembrong

Guna tanah	Luas batu persegi
Perumahan	10.54796
Industri	2.742141
Pertanian	115.89742
Komersial	1.50325
Infrastruktur / kemudahan	0.207574

3.3 Analisis Paparan

Maklumat dalam pangkalan data boleh dipaparkan dengan pelbagai cara. Pada asalnya, pelaksanaan sistem ini dilakukan dengan pembentukan data spatial dan disusuli dengan penghasilan atribut. umumnya, data spatial seperti peta kontur, guna tanah dan sebagainya disimpan secara

berasingan dengan atributnya. Oleh itu, analisis paparan perlu dilakukan untuk melihat keupayaan sistem yang dibangunkan berjaya membuat paparan data atau sebaliknya. Jika paparan data yang dicari dihasilkan cepat, mudah dan difahami maka sistem yang dibina adalah baik dan tidak perlu dibaiki.

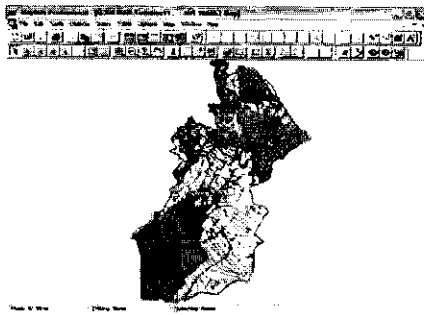
Tetapi jika hal sebaliknya berlaku, proses pembinaan sistem perlu diperbaiki bagi menghasilkan paparan yang menepati kehendak pengguna. Pemeriksaan yang teliti perlu dibuat bagi mengelakkan kesilapan wujud dalam persembahan data. Kesilapan persembahan data akan menghasilkan ketidak tepatan hasil dan wujud kekangan sendiri dalam sistem yang dibangunkan.

Paparan data spatial iaitu peta dianalisis dengan memberi arahan di dalam perisian MapInfo. Analisis tersebut dilakukan dengan membuka rekod atau fail peta yang dikehendaki akan dipaparkan. Persembahan data spatial memaparkan komponen-komponen data spatial seperti lokasi objek di dalam peta dan disimpan di dalam *workspace*.

Pengguna MapInfo boleh mendapatkan maklumat daripada beberapa beberapa objek terpilih dengan menggunakan alat *show/hide Statistic*. Proses memilih objek dilakukan dengan mengklik atau memilih beberapa objek dalam satu masa dengan bantuan SHIFT. Maklumat statistik ini adalah nilai jumlah (*Sum*) dan purata (*Average*) dari semua atribut yang bersifat numerik iaitu nombor. Bagi data yang bersifat bukan numerik, ia tidak akan ditampikan.



Rajah 7: Peta saliran dalam tadahan dan sub tadahan



Rajah 8: Paparan peta guna tanah dan saliran bagi tadahan Sungai Sembrong.

Tadahan #	Area_sq_mi	Length_mi	Slope
Susunan_1	4.21871	3.625	1.1
Susunan_2	5.04079	3.295	1.7
Susunan_3	3.65712	3.781	1.0
Susunan_4	13.7321	4.631	1.4
Susunan_5	8.52867	4.948	1.2
Susunan_6	7.63243	2.735	2.3
Susunan_7	8.3215	3.181	1.8
Susunan_8	85.3357	11.800	1.0

Rajah 9. Paparan atribut tadahan

siri_tanah	Area_sq_mi
Rengam-Jerangau	8.50188
peat	0.664393
Rengam-Jerangau	0.752473
Tolonong-Akob-Local Alluvium	2.13019
Holyrood-Lunas	0.576793
Holyrood-Lunas	2.38549
Tolonong-Akob-Local Alluvium	1.20996
Batu Anam-Durian	1.53258
Serdang-Gungor-Munchong	0.546464
peat	0.12182
Holyrood-Lunas	0.876511
Gajah Mati-Munchong-Melacca	1.55505
Rengam-Jerangau	3.60635
Organic Clay and Muck	1.47219
Gajah Mati-Munchong-Melacca	0.722667
Sleepand	0.517472
Durian-Melacca-Tery	17.0167
Ehah-Organic Clay and Muck	1.53408
Ehah-Organic Clay and Muck	10.5243
Organic Clay and Muck	0.351592
air	2.88553

Rajah 10: Paparan atribut siri Tanah

4.0 Kesimpulan

Objektif kajian ini ialah mengaplikasikan Sistem Maklumat Geografi dalam tadahan Sungai Sembrong bagi membangunkan pangkalan data sifat fizikal tadahan menggunakan perisian MapInfo V7.0 dan menganalisis sistem yang dibangunkan dan disokong oleh MapBasic untuk paparan antaramuka.

Selama menjalankan kajian ini, beberapa masalah timbul dalam pelaksanaan kajian seperti masalah memperoleh data dan kaedah pesempadanan tadahan. Namun, masalah-masalah ini dapat diatasi bagi menjayakan kajian ini.

Pada akhir kajian ini, didapati terdapat banyak kebaikan pada sistem yang dibangunkan. Antaranya, pangkalan data fizikal tadahan yang dibangunkan ini memudahkan pengkaji lain mengaplikasikan dalam penghasilan model hidrologi dan sumber air. Berbanding kaedah konvensional, parameter seperti panjang dan luas dengan mudah diperolehi melalui implimentasi arahan yang difahami oleh MapInfo. Sementelahan pula, proses mengemaskini data seperti guna tanah dapat dilakukan dengan mudah dan carian data-data tertentu mampu diperolehi dalam masa yang singkat.

Sekiranya satu perancangan pembangunan baru dalam tadahan ingin dilakukan, perancang boleh mendapatkan maklumat dengan melakukan analisis ke atas sistem bagi mendapatkan maklumat keadaan fizikal sesebuah kawasan dalam tadahan tanpa turun ke tapak.

Jika dilihat kembali kepada penyataan masalah, tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk mengatasi masalah mendapatkan maklumat fizikal tadahan di atas peta kertas kepada kaedah baru yang mana dapat memberikan maklumat-maklumat geografi serta dapat menyiasat parameter-parameter yang sukar dilakukan di atas peta kertas. Penggunaan arahan *Area (object, "sq mi")* pada menu *Query* memberikan nilai keluasan tadahan (di daerah Batu Pahat) iaitu seluas 131 km² dan panjang Sungai Sembrong ialah (di daerah Batu Pahat) 38 km.

Penghargaan

Dalam ruangan terhad ini, penulis mengucapkan jutaan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah serta individu yang membantu beliau dalam menjayakan projek sarjana muda ini terutama sekali dua orang pensyarah dari Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Sekitar, UTHM kerana banyak



Prosiding Kebangsaan Awam '07, Langkawi, Kedah, 29th – 31th Mei 2007

membantu dalam menyiapkan projek akhir Ijazah Sarjana Muda beliau.

Rujukan

- A. M. Gurnell and D. R. Montgomery (Ed.) (2000). "Hydrological Applications of GIS." England: John Wiley & Sons.
- Daniel L., Loree P. and Whitener A. (2002). "Inside MapInfo Professional." Third Edition. New York: OnWord Press.
- DeBerry P. (2004). "Watersheds: Process, Assessment and Management." Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Dodson R. D., P.E. (1999). "Hydrology: Standard Practices and Technological Advances." Dodson & Associates, Inc., Houston, Texas: None Published.
- Aminuddin Ab Ghani, Shanker Kumar Sinnakaudan, Mohd Sanusi S. Ahamad, Nor Azazi Zakaria, Rozi Abdullah & Ismail Abustan. National Civil Engineering Conference- Awam (1999). "Isu Dan Amalan Dalam Rekabentuk Sistem Pemetaan Risiko Banjir Secara Menyeluruh." Lumut, Perak.
- Halinawati Hirol, Mohd Zulkifli Mohd Yunus GIS Spatial Data Management for Lui River Flood Analysis System.
- Lyon J. (Ed.) (2003). "GIS for Water Resources and Watershed Management." London: Taylor & Francis. 1 - 6.
- MapInfo Co. (2002). "MapInfo Professional User's Guide." Troy, New York: MapInfo.
- Nzewi E. U. (2001). "Civil Engineering Pe Exam Depth Guide." United State: McGraw-Hill. 4.1 – 4.3.
- Pocter P., (Ed.) (1998). "Cambridge International Dictionary of English." New York: Cambridge University Press.
- R.C. Ward and M. Robinson (2000). "Principle of Hydrology." Fourth Edition. United Kingdom: McGraw-Hill. 1 - 8.
- Ruslan Rainis & Noresah Mohd Shariff (1998). "Sistem Maklumat Geografi." Kuala Lumpur: DBP.
- Singh V.P. and Fiorentino M. (1996), "Geographical Information Systems in Hydrology", Kluwer Academic Publisher.
- Shanker Kumar, S. (1999). "Kaedah Penghasilan Model Ketinggian Berdigit (DEM) dan Kesan Pada Penghasilan Lembangan Saliran Secara Digital." Universiti Sains Malaysia Tesis M.A. (tidak diterbitkan).
- Vazenilek, V. (1998). "Generating Surface Models Using Elevations Digitized From Topographical Maps." New York: EGIS Foundation.