

PEMBANGUNAN SISTEM PANGKALAN DATA MARIN
UNTUK BANTUAN NAVIGASI DI PELABUHAN

NOORZALIANEE GHAZALI

Tesis ini dikemukakan
sebagai memenuhi syarat penganugerahan
ijazah Sarjana Sains (Hidrografi)

Fakulti Kejuruteraan dan Sains Geoinformasi
Universiti Teknologi Malaysia

APRIL 2008

ABSTRAK

Kepesatan pembangunan industri pengangkutan maritim menuntut pembangunan pelabuhan baru mahupun menaik taraf pelabuhan sedia ada bagi menampung keperluan industri perkapalan. Kelemahan utama pelabuhan ialah kegagalan untuk memanipulasikan maklumat secara efektif melalui pengintegrasian maklumat berlainan sumber. Limitasi ini kritikal kerana prestasi pelabuhan bergantung kepada efisiensi maklumat yang menyokong operasi pelabuhan tersebut. Data pelbagai format dan skala yang dimiliki oleh berlainan agensi cenderung untuk disalah interpretasi kerana perbezaan sistem koordinat, simbol, warna dan objek yang dipersembahkan. Ini diburukkan lagi dengan tahap ketepatan data yang tidak konsisten antara agensi yang terbabit. Kelemahan komunikasi antara agensi turut mengakibatkan data pembangunan tidak dikemaskini dengan sempurna dan ini menghalang kelancaran operasi di pelabuhan apabila parameter yang penting bagi simulasi atau ramalan kejadian tidak tepat. Permodelan dunia sebenar melalui perwakilan data spatial dan atribut dalam pangkalan data membolehkan interpretasi manual dilakukan disamping melalui ujian keupayaan pangkalan data menyokong pengguna melakukan kerja penyelenggaraan teknikal serta pemantauan kawasan pelabuhan. Pemilihan dan pengumpulan data berasaskan fungsi data digunakan bagi pembangunan aplikasi tambahan untuk menyokong keperluan operator lapangan dengan bantuan data model yang lengkap. Permodelan ini menyumbang kepada pembangunan aplikasi melalui data interpretasi dan siri analisa dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D). Ujian lapangan yang dilakukan secara automasi total dan keputusan bersifat masa hakiki telah memberikan dimensi baru kepada prosidur lapangan dan secara langsung meningkatkan mutu kerja dan mengurangkan pembaziran kos dan masa dengan cara memaksimumkan keupayaan pengguna pelabuhan untuk navigasi di kawasan pelabuhan terutama pada situasi kritikal seperti waktu kapal akan berlabuh dan berlepas.

ABSTRACT

Maritime transportation has grown rapidly and thus the need for new or upgrading of the existing ports is an ongoing development. The main weakness for many ports is the inability to manipulate data in such an effective manner through information integration from various source. This limitation is critical since the reputation of the ports is mainly driven by the efficiency of information supporting the port operation. Information in various format and scale owned by various agency have the tendency to be misinterpreted due to the discrepancy in coordinate system, symbol, colour and object presentation. This is made worse by inconsistent data accuracy among these agency. Apart from inconsistent data accuracy, miscommunication between agency also cause data not to be fully updated. Thus it will become obstacle for smooth operation at ports since important parameter for simulation or prediction are not accurate. Real world modelling by spatial and attribute data representation in database enable manual interpretation to be done alongside the testing of database capability to support user in technical maintenance job as well as monitoring the port area. Data selection and collection based on data functionality has been used to develop additional application to support user with the help of perfect data model. The model has contribute to application development through data interpretation on series of two dimension (2D) analysis and and 3D analytical series. Total automation field test and real time result has given new dimension to field procedure and concurrently increase quality of work and reduce cost and time by maximising users ability to navigation in port area especially at stringent area when ship about to berth and departure.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	JUDUL	i
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI SIMBOL	xv
	SENARAI SINGKATAN	xvi
	SENARAI ISTILAH	xvii
	SENARAI LAMPIRAN	xx
1	Pengenalan	1
1.1	Pendahuluan	1

1.2	Pernyataan Masalah	2
1.3	Objektif Kajian	4
1.4	Skop Kajian	5
1.5	Kepentingan dan Sumbangan Kajian	6
1.6	Metodologi Kajian	7
2	PANGKALAN DATA MARIN	10
2.1	Pendahuluan	10
2.2	Pangkalan Data	11
2.2.1	Sistem Pengurusan Pangkalan Data	12
2.2.1.1	Kelebihan Sistem Pengurusan Pangkalan Data	13
2.2.1.2	Senibina Sistem Pengurusan Pangkalan Data	14
2.2.2	Model Data	16
2.2.2.1	Model Hubungan Entiti Sistem Pengurusan Pangkalan Data	16
2.2.2.2	Jenis Entiti	17
2.2.2.3	Jenis Hubungan	18
2.2.2.4	Atribut – Nilai	20
2.2.2.5	<i>Identity Dependencies</i>	20
2.2.2.6	Hubungan Lengkap dan Separa	20
2.2.3	Analisis Spatial	21
2.2.3.1	Fungsi Perolehan Kembali, Pengelasan dan Pengukuran	22
2.3	Hidrografi	25
2.3.1	Hidrografi di Pelabuhan	29
2.3.1.1	Hidrografi di Alur Pelayaran	30
2.3.1.2	Hidrografi Sekitar Dermaga	30
2.3.1.3	Hidrografi Untuk Pengerukan	31
3	PROSEDUR BERLABUH	28
3.1	Pendahuluan	33
3.2	Elemen Prosedur Berlabuh	34

3.2.1	<i>Passage Planning</i>	34
3.2.2	Kapal Pelabuhan	35
3.2.3	<i>Vessel Manoeuvring</i>	35
3.3	Faktor Kapal	36
3.3.1	<i>Underwater Hull Geometry</i>	36
3.3.2	Titik Pivot (P)	37
3.3.3	Pergerakan Lateral (<i>Lateral Motion</i>)	38
3.3.4	Kelajuan Kapal	38
3.4	Faktor Angin	39
3.4.1	Pusat Rintang Lateral (<i>Centre of Lateral Resistance</i>)	40
3.4.2	Titik Pengaruh Angin (W)	40
3.5	Faktor Arus	42
3.6	Faktor Pasang Surut	46
4	PEMBANGUNAN PANGKALAN DATA Vmex	50
4.1	Pendahuluan	50
4.2	Modul Pangkalan Data	51
4.3	Perolehan Data, Perkakasan dan Perisian	52
4.3.1	Data	52
4.3.1.1	Carta Nautika	53
4.3.1.2	Data Ramalan Pasang Surut	55
4.3.1.3	Arus	58
4.3.2	Perkakasan	60
4.3.3	Perisian	61
4.4	Pembangunan Sistem Pangkalan Data Marin	65
4.4.1	Konsep Perisian	66
4.4.2	Laporan Analisis Keperluan Sistem (<i>Requirement Analysis</i>)	67
4.4.3	Reka bentuk Sistem	67
4.4.3.1	Reka Bentuk Kerangka Utama Vmex	68
4.4.3.2	Reka Bentuk Subsistem Berthing Procedure	72
4.4.3.2	Reka Bentuk Subsistem Marine Operation	75

5	PENGUJIAN SISTEM	82
5.1	Pendahuluan	82
5.2	Pengujian Sistem Fasa 1 – Ujian Makmal	82
5.3	Pengujian Sistem Fasa 2 – Ujian Lapangan	91
6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	95
6.1	Pendahuluan	95
6.2	Kesimpulan	97
6.3	Permasalahan Kajian	98
6.4	Cadangan	100
6.5	Penutup	101
	BIBLIOGRAFI	102 - 105
	Lampiran A	106 - 150

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	PERKARA	MUKA SURAT
4.1	Paras pasang surut di Pelabuhan Kelang	57
5.1	Jadual pengiraan UKC dan <i>Berthing Side</i>	88

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Sebagai salah sebuah negara pesisir pantai, ekonomi Malaysia banyak disumbang oleh aktiviti yang berkisar pada kawasan pesisir pantai seperti perikanan, pelancongan dan perdagangan melalui industri import eksport. Kesemua aktiviti ini merupakan penyumbang terbesar kepada pendapatan negara sama ada melalui eksais duti import, cukai mahupun peluang tenaga kerja. Bermula seawal abad ke-15 melalui zaman kegemilangan pelabuhan Melaka dibawah pemerintahan kesultanan Melayu Melaka, pelabuhan telah memainkan peranan penting dalam pembangunan sesebuah negara. Melalui pelabuhan, aktiviti perdagangan antara benua dijalankan secara efektif dengan kos yang minima. Ini adalah faktor utama banyak pelabuhan bersaing sesama sendiri untuk merebut peluang menjadi pangkalan atau hub bagi kapal-kapal dagang dari seluruh dunia.

Di Malaysia terdapat beberapa pelabuhan yang bersaing maju dengan pelabuhan-pelabuhan besar di negara-negara jiran. Pelabuhan Kelang, pelabuhan Tanjung Pelepas dan pelabuhan Bintulu adalah antara beberapa contoh pelabuhan yang terdapat di Malaysia. Kesemua pelabuhan di Malaysia adalah dibawah kawal selia badan-badan kerajaan bersekutu yang bertanggungjawab penuh sebagai pengawalselia dan fasilitator untuk menjadikan pelabuhan sebagai pusat perdagangan

maritim yang berterusan dalam menyediakan pelbagai kemudahan dan perkhidmatan yang optimum dan berkualiti. Ini adalah mustahak bagi menjaga kepentingan pengguna-pengguna pelabuhan dan memastikan perjalanan operasi, pembangunan dan perkembangan pelabuhan yang berjaya dan teratur.

1.2 Pernyataan Masalah

Aktiviti perdagangan di kawasan pelabuhan yang rancak berjalan sangat memerlukan kelancaran sistem pengangkutan laut melalui pelabuhan-pelabuhan di seluruh Malaysia, namun sehingga kini terdapat banyak faktor yang sering menyukarkan pelabuhan-pelabuhan ini untuk memaksimumkan keupayaan sistem pengoperasiannya sama ada dalam pengendalian laluan kapal mahupun operasi kawasan pelabuhan itu sendiri. Hal ini berlaku kesan daripada beberapa kelemahan pengurusan pelabuhan tersebut akibat daripada kegagalan maklumat-maklumat yang diperlukan untuk bertindak secara bersepadu bagi operasi kawasan pelabuhan tersebut. Maklumat spatial atau atribut yang dimiliki oleh agensi berlainan lebih menjurus kepada keperluan individu agensi tersebut sahaja. Sehingga kini konsep penyeliaan marin yang wujud di negara ini gagal dimanupulasikan secara efektif oleh pelbagai pihak kerana masalah di atas. Ini bukan sahaja merugikan negara dari segi pendapatan tetapi turut melibatkan kerugian akibat menanggung kos yang banyak akibat dari pertindihan kerja yang sama pada kawasan yang sama secara berulang-ulang oleh agensi yang berlainan.

Kelancaran pengoperasian sesebuah kawasan pelabuhan banyak bergantung kepada keupayaan pelbagai agensi marin yang bertanggungjawab terhadap operasi kawasan tersebut. Agensi-agensi ini bertanggungjawab membekalkan maklumat kepada pengguna kawasan laluan tersebut sama ada pelayar, penyelidik perihal marin dan oceanografi mahupun jurutera marin. Kesemua ini melibatkan pelbagai jenis data dan terdiri daripada pelbagai jenis format perisian. Agensi yang berlainan yang menjalankan tugas berlainan menyimpan data yang berbeza antara satu sama lain.

Namun terdapat sesetengah data yang sama tetapi mempunyai perwakilan yang berlainan berdasarkan interpretasi tersendiri agensi tersebut. Ini kerana setiap agensi terbabit mempersembahkan data mereka menjurus kepada keperluan bidang tugas mereka tersendiri. Namun harus diberi perhatian bahawa maklumat yang dimiliki oleh agensi yang berbeza bakal mewujudkan masalah apabila cuba diintegrasikan kerana wujudnya perbezaan sama ada dari segi sistem koordinat, simbol, warna, objek yang dipaparkan serta cara persembahannya. Perbezaan ini boleh mengakibatkan percanggahan akibat kekeliruan yang timbul dalam menginterpretasikan data yang bercampur aduk. Operator yang bertanggungjawab melakukan interpretasi data dari pelbagai pihak seharusnya cekap dan mampu memahami maksud setiap warna, simbol, sistem koordinat dan maklumat penting dari setiap agensi yang berlainan. Ini penting kerana kelemahan operator dalam memahami perkara penting di atas boleh mengundang kepada masalah yang lebih serius lagi seperti kemalangan dan ini pastinya akan mengakibatkan kerugian kepada pihak pengurusan pelabuhan tersebut.

Selain dari itu juga, masalah yang bakal berlaku apabila data yang berbeza cuba diintegrasikan ialah wujudnya perbezaan data walaupun pada lokasi ia mewakili maklumat yang sama. Ini banyak berlaku kerana data yang sama dari agensi yang berlainan mempunyai tahap kepentingan yang berbeza mengikut kepakaran agensi terbabit. Agensi yang bertanggungjawab terhadap keselamatan pelayaran amat teliti dalam maklumat penentuan lokasi tetapi agensi perikanan lebih mementingkan kuantiti hidupan laut bagi perikanan berbanding lokasi habitat hidupan laut terbabit. Ini membuatkan maklumat lokasi yang sama dalam kedua-dua data dari agensi tersebut mungkin mempunyai perbezaan. Operator yang tidak cekap dan kurang pengetahuan berkemungkinan gagal menentukan data mana yang lebih berkualiti. Apabila ini berlaku, risiko yang ditanggung oleh pihak pengguna lebih tinggi dan menjurus kepada kemalangan.

Kepesatan pembangunan sektor perdagangan negara banyak bergantung kepada kelancaran sistem pengangkutan laut. Kerajaan telah membelanjakan wang yang banyak bagi memastikan kelancaran sistem pengangkutan laut ini. Banyak pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam usaha menjamin kelancaran operasi melalui usaha penyeliaan yang ketat. Ini perlu kerana kerja-kerja

penyelidikan dan pembangunan kawasan perairan terbabit perlu dilakukan dengan teliti dan pantas. Pembangunan pesat kawasan pesisir memperlihatkan pelbagai perubahan yang berlaku di kawasan tersebut. Perubahan yang dilakukan penting bagi menampung keperluan pembangunan kawasan tersebut. Perubahan ini bukan sahaja merubah keadaan fizikal kawasan tersebut malah ia juga memberi kesan kepada sosio ekonomi kawasan tersebut juga. Perubahan yang pantas sering kali gagal diselarikan dengan proses pengemaskinian data oleh pihak yang bertanggungjawab pada pembangunan kawasan pesisir pantai tersebut. Masalah yang sering berlaku ialah pihak berkuasa yang bertindak selaku penyelia kawasan perairan tersebut seperti lembaga pelabuhan atau majlis perbandaran lambat menerima data pembangunan terbaru dalam bentuk digital. Terdapat juga keadaan dimana walaupun data digital diberikan namun ianya dalam format yang berlainan dan ini akan memakan masa untuk ditukar kepada format baru. Semua masalah ini akan menyebabkan proses pengemaskinian data menjadi lambat dan tidak efisien.

1.3 Objektif Kajian

Objektif penyelidikan ini tertumpu terhadap pembangunan sistem pangkalan data digital yang mengandungi maklumat-maklumat spatial dan atribut untuk tujuan pengautomasian sepenuhnya usaha-usaha pembangunan dan penyelenggaraan kawasan pelabuhan secara menyeluruh.

Menghasilkan satu pangkalan data digital bersepadu kawasan Pelabuhan Kelang meliputi maklumat hidrografi, oceanografi dan sains marin berdasarkan sumber daripada pelbagai agensi yang terlibat dalam pengurusan kawasan pelabuhan tersebut. Pangkalan data ini akan bertindak selaku pemangkin kepada bantuan teknikal (*technical support*) bagi pihak berkuasa pelabuhan.

Mengkaji kemampuan pangkalan data bertindak selaku sistem bantuan navigasi masa hakiki melalui keupayaannya untuk memberikan maklumat terperinci

bagi memenuhi keperluan kapal dalam melakukan pelayaran di kawasan kritikal di pelabuhan terutama semasa berlabuh, berlepas dan navigasi di alur pelayaran.

Mengkaji keberkesanan pangkalan data sebagai medium kutipan, penyimpanan dan pemprosesan data bagi operasi lapangan di kawasan pelabuhan.

1.4 Skop Kajian

Melakukan permodelan data sebagai usaha memudahkan dunia sebenar melalui proses mengumpul, mengolah, mendigital dan mengintegrasikan maklumat spatial serta atribut dalam satu sistem pangkalan data berasaskan konsep Sistem Maklumat Geografi (*GIS*).

Melakukan interpretasi keatas pangkalan data induk untuk menguji keupayaan pangkalan data melakukan kerja-kerja penyelenggaraan teknikal kawasan kajian melalui kedudukan objek-objek halangan pelayaran serta kajian terhadap data hidrografi dan oceanografi bagi kerja pemantauan dan penyelenggaraan kawasan pelabuhan.

Pembangunan aplikasi tambahan berasaskan pengaturcaraan Visual Basic Application yang memfokus keperluan khas operator teknikal bagi operasi perancangan, kutipan data dan pemprosesan data secara masa hakiki (*real time*) ataupun masa lepas (*post processing*).

Menguji keberkesanan pangkalan data sebagai sistem bantuan pelayaran masa hakiki di kawasan kritikal dan kemampuannya untuk bertindak selaku sistem penyelenggaraan di kawasan pelabuhan.

1.5 Kepentingan dan Sumbangan Kajian

Pengintegrasian data spatial dan atribut melalui medium digital seperti pangkalan data membolehkan operator melakukan analisis yang bersifat analitikal mahupun logikal ke atas data-data spatial dan atribut yang disimpan di dalamnya. Maklumat-maklumat ini dipecahkan kepada beberapa lapisan utama bagi membolehkan analisa terperinci seperti penentududukan, penentudalaman dan interpretasi permukaan dasar laut dapat dilakukan dengan lebih teliti lagi.

Keupayaan kawalan secara terperinci yang sering terbatas dalam kerja pengumpulan data bagi kawasan pelabuhan kini akan dapat diatasi apabila aplikasi tambahan yang dibangunkan akan dapat memenuhi spesifikasi kerja yang diperlukan oleh operator lapangan. Ini akan dapat membantu operator lapangan mendapatkan data secara lebih terperinci di kawasan yang lebih luas dalam masa yang lebih singkat.

Kaedah pengintegrasian data secara tidak langsung akan menjimatkan masa, tenaga dan kos. Selain itu, melalui medium kutipan data elektronik, beban peralatan berat akan dapat diatasi dan ini akan memudahkan operator untuk melakukan kerja lapangan. Kelebihan sistem digital ialah ia akan dapat menghapuskan ralat akibat kesilapan manusia (*blunder*) kerana data yang dikutip akan terus disimpan dalam alat digital yang disambung terus pada pangkalan data.

Pangkalan data bersepadu akan membolehkan sebarang perubahan atau amaran yang terdapat pada sesuatu kawasan pelabuhan akan dapat dikemas kini dengan lebih efektif lagi. Pengabungan data daripada pelbagai agensi akan membolehkan sistem ini bertindak dengan lebih berkesan dalam membantu kerja-kerja penyelenggaraan mahupun keselamatan pelayaran. Melalui pangkalan data digital ini, maklumat pelayaran seperti notis untuk pelayar, kedudukan objek halangan pelayaran, pasang surut dan laluan trafik akan dapat diakses dengan lebih efektif lagi oleh pelbagai pihak. Ini secara tidak langsung akan dapat membantu dalam soal keselamatan kapal dalam pelayaran.

Reka bentuk pangkalan data yang menyeluruh meliputi seluruh kawasan kerja atau radius tertentu kawasan kerja akan dapat menghapuskan masalah data yang tidak konsisten di samping membantu dalam menyeragamkan data milik pelbagai agensi. Ini dapat dicapai melalui proses permodelan data yang boleh menjamin kepada pengurusan data yang konsisten, perkongsian maklumat antara agensi secara pantas dan keupayaan pangkalan data menampung aplikasi tambahan yang di bangunkan.

1.6 Metodologi Kajian

Bagi merealisasikan kajian berdasarkan objektif-objektif yang telah ditetapkan, langkah-langkah yang teratur adalah diperlukan untuk menjalankan kajian ini. Langkah-langkah ini dapat dibahagikan kepada beberapa peringkat utama iaitu :-

Membuat kajian literatur dengan mendapatkan maklumat berkenaan kawasan kajian daripada monograf kuliah, buku-buku ilmiah, kertas kerja, tesis-tesis sarjana terdahulu, laporan kajian mendapan, laporan hidraulik, laporan penilaian alam sekitar dan maklumat daripada internet.

Pemilihan dan pengumpulan data spatial dan atribut daripada pihak-pihak yang bertanggungjawab keatas kerja-kerja penyelenggaraan dan pemantauan di kawasan pelabuhan.

Mengenalpasti fungsi-fungsi bagi agensi-agensi yang terlibat dan mendapatkan maklumat terperinci tentang aplikasi-aplikasi *GIS* (Geographical Information System) sedia ada. Selain itu, kajian dilakukan bagi mengidentifikasikan keperluan aplikasi tambahan dan data-data yang diperlukan untuk menyokong aplikasi tersebut.

Pembangunan model data yang dapat memenuhi keperluan spesifikasi kajian meliputi proses mengumpul, mengolah, mendigit dan mengintegrasikan maklumat hinggalah kepada pembangunan aplikasi spesifik untuk sesuatu kerja.

Membuat interpretasi dan analisa terhadap data spatial dan atribut dengan memanipulasi pangkalan data mengikut kelas fungsi bagi analisa GIS meliputi fungsi pengukuran, perolehan, pengelasan, fungsi tindihan, fungsi kejiranan dan fungsi penyambungan.

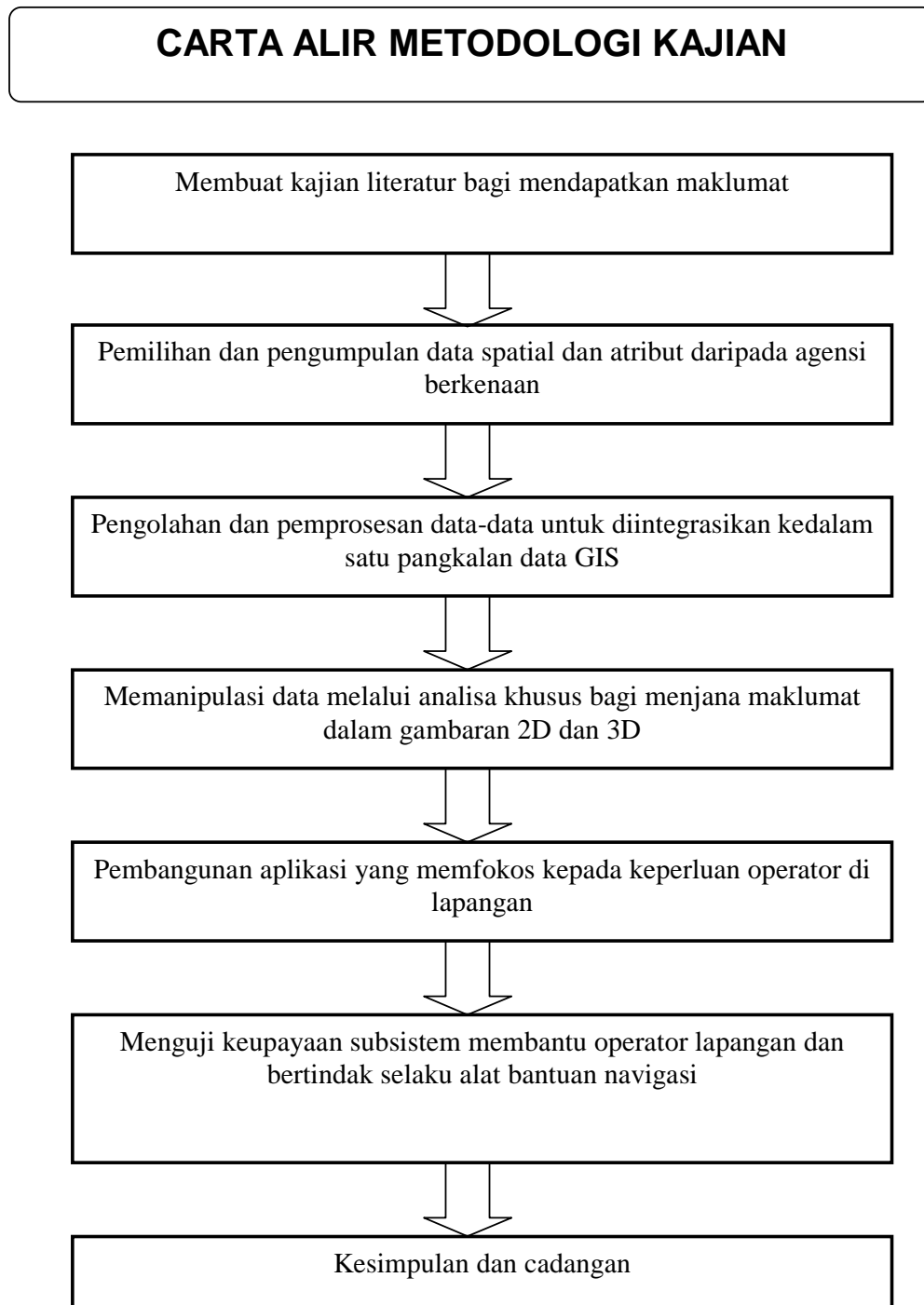
Persembahan peta melalui perspektif dua dimensi dan tiga dimensi bagi mendapatkan gambaran sebenar kawasan pelabuhan.

Pembangunan aplikasi tambahan yang memfokus kepada keperluan operator di lapangan melalui subsistem dengan menggunakan pengaturcaraan Visual Basic Application (VBA) dan Arcpad Application Builder.

Menguji keupayaan subsistem membantu operator lapangan melakukan perancangan, kutipan data dan pemprosesan data semasa di lapangan dengan menggunakan aplikasi tambahan yang dibina.

Menguji keupayaan pangkalan data dan subsistem untuk bertindak selaku alat bantuan navigasi dengan bantuan peta dan carta pelayaran elektronik yang diintegrasikan dengan alat GPS.

Membuat kesimpulan keupayaan sistem pangkalan data berdasarkan kemampuan aplikasi dalam pangkalan data dalam memenuhi objektif pembangunannya. Cadangan bagi mengatasi masalah yang dihadapi oleh operator semasa mengendalikan sistem akibat limitasi sistem dan cadangan untuk menambah baik sistem akan turut dimuatkan dalam peringkat ini.



Rajah 1.1 Carta alir metodologi kajian

BIBLIOGRAFI

- Ahmad Jassihan Jaafar (2002). Pengesanan perubahan batimetri menggunakan data berbilang epok. Kajian kes : Teluk Ramunia . Projek Sarjana Muda Kejuruteraan Geomatik. Universiti Teknologi Malaysia
- Ahmad Shahlan Mardi dan Abu Bakar Fadzil @ Zulkifli (2000). Pengenalan Kepada Oceanografi. Monograf, Fakulti Kejuruteraan dan Sains Geoinformasi, Universiti Teknologi Malaysia.
- Bob. B. and Andy. M(1999-2001). Getting Started with ArcGIS. Environmental System Research Institute, Inc.
- Bray, R.N (1997). Dredging: A Handbook For Engineers. 2nd ed. Edward Arnold (Publisher) Ltd, London.
- Chua, T.E. (1993). "Essential Elements of Integrated Coastal Zone Management". Ocean and Coastal Management". 21(1), 81-109.
- Cicin-Sain, B., Knetch, R.W. (1998). Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices. Island Press, Washington DC.
- Coode & Partners and Hydraulics research Ltd. (1986). Study of Siltation and Ancillary Problem In the Navigation Waterways of the Klang Delta (Vol 1-15). Laporan Kajian.
- Economic Planning Unit (EPU) (1993). "National Conservation Strategy: Volume 2 (Administration)". Kuala Lumpur: EPU.
- Eric M. (2004). A Master Guide to Berthing. Standard P&I Club. 1st Katharine's Way, London.
- Felix Tongkol (2000). Sedimentologi. Penerbitan Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.
- Fisher W.L, Brown A.J, Scott & McGowen J.H (1969). Delta Systems In The Exploration For Oil and Gas. Bureau Economic Geol. Austin, Texas.
- Hebrank, Albert J. (1994). An application of volume determination by vertical prisms. Surveying and Mapping, Vol 44, No 4, pp 323-337

prismoids. *Surveying and Mapping*, Vol 44, No 4, pp 323-337

- Herbich, D.F (1992). *Handbook Of Dredging Engineering*. First Edition. McGraw-Hill Book Company, New York
- Ingham, A.E.(1974). *Sea surveying*. John Wiley & Sons Publishing Ltd.
- Ingham, A.E.(1984). *Hydrography for the Surveyor and Engineer*. Second Edition, Granada Publishing Ltd.
- ISO14825:2004 , *Intelligent Transport Systems - Geographic Data Files - Overall Data Specification (GDF4.0)*, ISO , 2004-02-15
- Jerome Williams (1972). *Oceanography* . Franklin Watts, Inc / New York, USA
- John Huston, P.E (1970). *Hydraulic Dredging*. Cornell Maritime Press. Inc
- Lim C.K. dan Wong W.K. (2000). *Aplikasi Perisian Arcview Tracking Analyst Dan Arcview Network Analyst Dalam Menganalisis Masalah Kesyakan Lalu-Lintas*. Universiti Teknologi Malaysia. Tesis Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Geomatik).
- Lim, J. C. (2000). *Pembangunan Pangkalan Data Carta Panduarah Elektronik (ENC) S-57 Edisi 3 Untuk Perairan Malaysia*. Tesis Sarjana. Universiti Teknologi Malaysia
- Mazlin, B.Mokhtar, Sarah Aziz (2003). “Integrated Coastal Zone Management Using the Ecosystems Approach, Some Perceptives In Malaysia”. *Ocean and Coastal Management*. 46(2003), 407-419.
- Mohamad Abdul Rahman (2000). *Visualisasi Kualiti Data Spatial*. Universiti Teknologi Malaysia. Tesis Sarjana Sains (Ukur Tanah).
- Mohamed Sharif Salehudin (1994). *Kajian Prosedur Dalam Menkaji Endapan di Dasar Laut serta Penglibatan Jurukur Hidrografi*. Projek Sarjana Muda Ukur Tanah. Universiti Teknologi Malaysia
- Mohd Nizam Basiron (1998). “Integrated Coastal Zone Management in Malaysia: A Status Report”. Malaysia Maritime Institute.
- Mohd Razali bin Mahmud (2001). *Nota Kuliah Hidrografi Lanjutan*. Universiti Teknologi Malaysia
- Mohd Razali bin Mahmud, Rusli bin Othman, Ahmad Sahlan bin Mardi dan Usmuni bin Din (1997). *Nota Kuliah Hidrografi Asas*. Universiti Teknologi Malaysia
- Nawawi Jusoh (1991). *Geologi Asas untuk Jurukur*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

- Nik and Associates (2003). Laporan Kajian Hidraulik Sekitar Perairan NorthPort dan North Approach Channel, Pelabuhan Kelang. Laporan Kajian Hidraulik
- Noor Zukhi Harun, Muhammad Razin Abdullah, Yacob Ismail (1995). Manual Admiralti Ilmu Kepelautan Jilid 1. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Norkhair Ibrahim dan Zulkepli Majid (2002). Prinsip Sistem Maklumat Geografi. Universiti Teknologi Malaysia.
- Othman Yusof, Kamaludin Talib, Mat Akhir Md. Wazir (2002). Penggunaan GPS Bimbit dalam Ukur Hidrografi. Laporan Penyelidikan Biro Penyelidikan dan Perundingan, Universiti Teknologi Mara.
- Pan N. F (1995). Menghitung Isipadu Projek Korekan Menggunakan perisian Navmap. Projek Sarjana Muda Ukur Tanah. Universiti Teknologi Malaysia
- Pan N. F (1997). Pemprosesan Data Ukur Hidrografi untuk Projek Kerukan. Ijazah Sarjana Ukur Tanah. Universiti Teknologi Malaysia
- Pettijohn F.j, Potter P.E & Siever R.(1972). Sand and Sandstone. Springer, New York.
- Rahmat Haji Mohd Sharif (1977). Sedimentation and Dredging In Port Klang. Projek Sarjana Muda Ukur Tanah. Universiti Teknologi Malaysia
- Razali bin Roslan (2004). Projek Kawalan Hakisan Bagi Pembangunan Pantai Kajian Kes: Pantai Cahaya Bulan, Kota Bharu, Kelantan. Universiti Teknologi Malaysia. Tesis Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Geomatik).
- Robert T. G. and Maryann B.(2001). Exploring Microsoft Access 2000 With VBA. Prentice-Hall, Inc.
- Russell K.A. (2002) Quick Study : System Development Life Cycle. Technical Report C.W.D
- Sarah E. H. and Glen J. C.(2002). Advantage Series Microsoft Access 2002, Complete Edition. McGraw-Hill Inc.
- Shaiffulrizal bin Zainordin (2004). Keperluan Dan Analisa Data Hidrografi Bagi Tujuan Kajian Hidraulik. Universiti Teknologi Malaysia. Tesis Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Geomatik).
- Stephenson, A.G (1979). Analysis of Dredging Volume Obtained By Automated Surveys. Guardline Hydrographic Survey, Houston: The Hydrographic Journal
- Taher Buyong, Ghazali Desa, Ahris Yaakup, Aminuddin Abu Bakar (1994). Prinsip-Prinsip G.I.S. Nota kuliah kursus pendek. Universiti Teknologi Malaysia.

- Tang, K. M. (2001). "Pembentukan Algoritma Bagi Keperluan DGPS Alat Penerima GPS Kos Rendah Kod C/A". Tesis Sarjana. Universiti Teknologi Malaysia
- Teh, T.S., Lee, S.C. (2001). "Coastal Zone Management Malaysia : National Response Strategies To Climate Change". Kuala Lumpur. MOSTE 2001. p 423-51.
- Thomas G.L.(1991-1996). What's New In ArcView GIS. Environmental System Research Institute, Inc.
- Thomas G.L.(1991-1997). ArcView 3D Analyst; 3D Surface Creation, Visualization And Analysis. Environmental System Research Institute, Inc.
- Trimble Navigation Limited (1999). HYDROpro Processing Software User Guide VOL 1 . Trimble, USA
- Trimble Navigation Limited (1999). HYDROpro Processing Software User Guide VOL 2 . Trimble, USA
- Trimble Navigation Limited (1999). HYDROpro Processing Software User Guide VOL 3 . Trimble, USA
- Weikko A. H and Helmut M (1996). Physical Geodesy. San Francisco and London: W. H. Freeman And Company.
- Wong, C. S. (2004). "The Integration of PDA, Emtec GPS Receiver and ARCPAD Software in Mobile Mapping". Projek Sarjana Muda. Universiti Teknologi Malaysia
- Wright L.D (1977). Sediment Transport and Deposition at River Mouths. Geol. J Spec. Issue.