

**PENILAIAN KAEDAH LALUAN TERPENDEK :
RANGKAIAN JALAN RAYA
KAJIAN KES : NEGERI JOHOR DAN MELAKA**

ROHAIZAN BINTI RAMLAN

Tesis ini telah dikemukakan
sebagai memenuhi syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Sains (Teknologi Maklumat - Pembuatan)

Fakulti Sains Komputer dan Sistem Maklumat
Universiti Teknologi Malaysia

OKTOBER 2005

Faiz & Ayra...



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah yang maha pemurah lagi maha penyayang. Syukur kehadiran Illahi kerana dipermudahkan dalam segala urusan.

Jutaan terima kasih kepada Prof. Madya Dr Ab Rahman Bin Ahmad selaku penyelia di atas nasihat dan sokongan serta tunjuk ajar dan bantuan sepanjang pelaksanaan projek ini.

Ribuan terima kasih juga buat pensyarah-pensyarah yang membantu dalam memberikan nasihat serta panduan.

Ucapan teristimewa buat keluarga di atas doa dan sokongan sepanjang pengajian di UTM.

Buat rakan-rakan seperjuangan yang sentiasa bersama-sama dalam memberikan pendapat dan tunjuk ajar ketika diperlukan.



PTTA UTM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

ABSTRAK

Penggunaan teknologi moden dalam mencari rangkaian laluan terpendek telah menyebabkan masalah pencarian laluan terpendek antara dua lokasi dapat diselesaikan. Kebanyakan kajian laluan terpendek menggunakan rangkaian yang dijana secara rawak yang mana tidak mempunyai sifat rangkaian jalan raya yang sebenar. Terdapat pelbagai kaedah klasik yang digunakan untuk mencari laluan terpendek. Antara kaedah-kaedah yang digunakan adalah *Dijkstra*, *Floyd-Warshall* dan *Bellman-Ford*. Akan tetapi, setiap kaedah berikut mempunyai kekangan dan kelebihan untuk diimplementasi kepada rangkaian jalan raya sebenar. Penilaian akan dibuat dengan pengiraan terhadap kompleksiti algoritma serta masa larian menggunakan komputer. Berdasarkan penilaian, satu kaedah terbaik bagi mencari laluan terpendek rangkaian jalan raya bagi negeri Johor dan Melaka dikenalpasti.



PTM
PERPUSTAKAAN TUNJUKKAN AMINAH

ABSTRACT

Modern technology that is used to find the shortest path had clear up problems like finding the shortest path between the two location. Random networking, which didn't have the exact road network, is used in most of the shortest path's research. There are various classical methods that are used to find the shortest path. Some of it are *Dijkstra*, *Floyd-Warshall* and *Bellman-Ford*. But every method has it's restriction and advantage to implement for the exact road networking. Assessment will be done by calculate the algorithm complexion and runtime using the computer. From the assessment, a proper method is found in order to find Johore's and Malacca's shortest path road networking.



PTTA UTM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	Dedikasi	iii
	Penghargaan	iv
	Abstrak	v
	Abstract	vi
	Kandungan	vii
	Senarai Jadual	xi
	Senarai Rajah	xiv
	Senarai Istilah	xvii
	Senarai Lampiran	xviii
BAB 1	PENGENALAN	1
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Penyata Masalah	2
	1.3 Kepentingan Kajian	3
	1.4 Matlamat Kajian	3
	1.5 Objektif Kajian	4
	1.6 Skop Kajian	4
	1.7 Aliran Bab dan Kajian	5
	1.8 Kesimpulan	5
BAB 2	KAJIAN LITERATUR	6
	2.1 Pengenalan	6

2.2	Struktur Jalan Raya Negeri Johor	6
2.3	Laluan Terpendek	8
2.4	Rangkaian	9
2.4.1	Nod dan Arka	10
2.5	Pengiraan Kompleksiti	11
2.6	Masa Larian	13
2.7	Algoritma-algoritma pilihan	14
2.7.1	Algoritma Dijkstra	15
2.7.1.1	Algoritma	15
2.7.1.2	Langkah-langkah penyelesaian	16
2.7.1.3	Contoh Pengiraan	17
2.7.1.4	Kompleksiti Algoritma	28
2.7.1.5	Perbincangan	28
2.7.2	Algoritma Bellman-Ford	29
2.7.2.1	Algoritma	29
2.7.2.2	Langkah-langkah penyelesaian	30
2.7.2.3	Contoh Pengiraan	31
2.7.2.4	Kompleksiti Algoritma	42
2.7.2.5	Perbincangan	42
2.7.3	Algoritma Floyd Warshall	43
2.7.3.1	Algoritma	43
2.7.3.2	Langkah-langkah penyelesaian	44
2.7.3.3	Contoh Pengiraan	45
2.7.3.4	Kompleksiti Algoritma	56
2.8	Perbincangan Umum	56
2.9	Kesimpulan	59
BAB 3	METODOLOGI	60
3.1	Pengenalan	60

3.2	Rangka Kerja Kajian	60
3.3	Fasa 1: Perancangan	61
3.4	Fasa 2: Analisa masalah	62
3.5	Fasa 3: Implementasi	62
3.6	Fasa 4: Hasil	62
3.7	Pecahan Rangka kerja	63
3.8	Kesimpulan	64
BAB 4	HASIL DAN ANALISIS	65
4.1	Pengenalan	65
4.2	Pengiraan Kompleksiti	65
4.3	Masa Larian	67
4.3.1	Perbandingan Pertama	69
4.3.2	Perbandingan Kedua	78
4.4	Analisis	88
4.5	Kesimpulan	97
BAB 5	PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN	98
5.1	Pengenalan	98
5.2	Kelebihan Kajian	99
5.3	Kelemahan Kajian	99
5.4	Cadangan Pembaikan	100
	BIBLIOGRAFI	101
	LAMPIRAN A	
	Perancangan Projek I	
	LAMPIRAN B	
	Perancangan Projek II	



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

LAMPIRAN C

Peta Laluan Jalan Raya Negeri

Johor dan Melaka

LAMPIRAN D

Data Laluan Jalan Raya Negeri

Johor dan Melaka



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Tandaan nod jalan negeri bagi setiap negeri	7
2.2	Rumusan data laluan secara keseluruhan	7
2.3	Rumusan data laluan negeri Johor dan Melaka	8
2.4	Kaitan di antara fungsi polinomial dengan kelajuan komputer	13
2.5	Penyelesaian langkah 1	18
2.6	Penyelesaian langkah 2	18
2.7	Penyelesaian langkah 3	19
2.8	Penyelesaian langkah 4	19
2.9	Penyelesaian langkah 5	20
2.10	Penyelesaian langkah 6	20
2.11	Penyelesaian langkah 7	21
2.12	Penyelesaian langkah 8	21
2.13	Penyelesaian langkah 9	22
2.14	Penyelesaian langkah 10	22
2.15	Penyelesaian langkah 11	23
2.16	Penyelesaian langkah 12	23
2.17	Penyelesaian langkah 13	24
2.18	Penyelesaian langkah 14	24
2.19	Penyelesaian langkah 15	25
2.20	Penyelesaian langkah 16	25
2.21	Penyelesaian langkah 17	26
2.22	Penyelesaian langkah 18	26
2.23	Penyelesaian langkah 19	27

2.24	Jadual C_{ij} bagi lelaran 1	46
2.25	Jadual D_{ij} bagi lelaran 1	46
2.26	Jadual C_{ij} bagi lelaran 2	47
2.27	Jadual D_{ij} bagi lelaran 2	47
2.28	Jadual C_{ij} bagi lelaran 3	48
2.29	Jadual D_{ij} bagi lelaran 3	48
2.30	Jadual C_{ij} bagi lelaran 4	49
2.31	Jadual D_{ij} bagi lelaran 4	49
2.32	Jadual C_{ij} bagi lelaran 5	50
2.33	Jadual D_{ij} bagi lelaran 5	50
2.34	Jadual C_{ij} bagi lelaran 6	51
2.35	Jadual D_{ij} bagi lelaran 6	51
2.36	Jadual C_{ij} bagi lelaran 7	52
2.37	Jadual D_{ij} bagi lelaran 7	52
2.38	Jadual C_{ij} bagi lelaran 8	53
2.39	Jadual D_{ij} bagi lelaran 8	53
2.40	Jadual C_{ij} bagi lelaran 9	54
2.41	Jadual D_{ij} bagi lelaran 9	54
2.42	Jadual C_{ij} bagi lelaran 10	55
2.43	Jadual D_{ij} bagi lelaran 10	55
2.44	Menunjukkan perbandingan masa larian dan kompleksiti bagi algoritma <i>Floyd-Warshall</i> dan <i>Johnson</i>	57
2.45	Keputusan perbandingan masa proses bagi algoritma <i>Floyd-Warshall</i> menggunakan set nod yang berbeza	58
2.46	Keputusan kadar kerumitan algoritma	58
4.1	Jumlah operasi untuk setiap kaedah yang telah dibincangkan	67
4.2	Hasil larian <i>Floyd-Warshall</i> menggunakan ketiga-tiga perkakasan bagi perbandingan pertama	70
4.3	Hasil larian <i>Dijkstra</i> menggunakan ketiga-tiga perkakasan bagi perbandingan pertama	73

4.4	Hasil larian <i>Bellman-Ford</i> menggunakan ketiga-tiga perkakasan bagi perbandingan pertama	76
4.5	Hasil larian keseluruhan masa larian bagi <i>Floyd-Warshall</i> bagi perbandingan kedua	79
4.6	Hasil larian keseluruhan masa larian bagi <i>Dijkstra</i> bagi perbandingan kedua	83
4.7	Hasil larian keseluruhan masa larian bagi <i>Bellman-Ford</i> bagi perbandingan kedua	86
4.8	Perbandingan kaedah-kaedah laluan terpendek	95



SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Contoh graf berarah yang mengandungi enam nod (A,B,C,D,E,F) dan sembilan arka dengan arka yang mempunyai pemberat	9
2.2	Contoh graf dengan empat nod	10
2.3	Contoh-contoh tandaan nod	10
2.4	Contoh graf dengan arka dan nod	11
2.5	Jenis-jenis arka a: Berpemberat Positif. b: Berpemberat Negatif	11
2.6	Model rangkaian bagi <i>Dijkstra</i>	17
2.7	Model rangkaian bagi <i>Bellman-Ford</i>	31
2.8	Model penyelesaian bagi langkah 1	32
2.9	Model penyelesaian bagi langkah 2	33
2.10	Model penyelesaian bagi langkah 3	34
2.11	Model penyelesaian bagi langkah 4	35
2.13	Model penyelesaian bagi langkah 5	36
2.14	Model penyelesaian bagi langkah 6	37
2.15	Model penyelesaian bagi langkah 7	38
2.16	Model penyelesaian bagi langkah 8	39
2.17	Model penyelesaian bagi langkah 9	40
2.18	Model penyelesaian bagi langkah 10	41
2.19	Model penyelesaian bagi pengiraan <i>Bellman-Ford</i>	42
2.20	Model rangkaian bagi <i>Floyd-Warshall</i>	45
3.1	Rangka kerja kajian	61
4.1	Masa larian janaan pertama <i>Floyd-Warshall</i> bagi	71

	laluhan Johor Bahru ke Skudai menggunakan komputer riba	
4.2	Hasil larian kedua bagi kaedah <i>Floyd-Warshall</i>	72
4.3	Masa larian janaan pertama <i>Dijkstra</i> bagi laluhan Johor Bahru ke Skudai menggunakan komputer riba	74
4.4	Hasil larian kedua bagi kaedah <i>Dijkstra</i>	75
4.5	Masa larian janaan pertama <i>Bellman-Ford</i> bagi laluhan Johor Bahru ke Skudai menggunakan komputer riba	77
4.6	Hasil larian kedua bagi kaedah <i>Bellman-Ford</i>	78
4.7	Masa larian kaedah <i>Floyd-Warshall</i> janaan Pertama Bagi Komputer Riba	80
4.8	Masa larian kaedah <i>Floyd-Warshall</i> dari Johor Bahru ke Skudai bagi komputer riba	81
4.9	Masa larian kaedah <i>Floyd-Warshall</i> dari Merlimau ke Batang Melaka bagi komputer riba	82
4.10	Masa larian kaedah <i>Dijkstra</i> dari Johor Bahru ke Skudai bagi komputer riba	84
4.11	Masa larian kaedah <i>Dijkstra</i> dari Merlimau ke Batang Melaka bagi komputer riba	85
4.12	Masa larian Kaedah <i>Bellman_Ford</i> dari Johor Bahru ke Skudai bagi komputer riba	87
4.13	Masa larian kaedah <i>Bellman_Ford</i> dari Merlimau ke Batang Melaka bagi komputer riba	88
4.14	Hubungan masa larian bagi kaedah <i>Floyd-Warshall</i>	89
4.15	Hubungan masa larian bagi kaedah <i>Dijkstra</i>	90
4.16	Hubungan masa larian bagi kaedah <i>Bellman-Ford</i>	90
4.17	Hubungan masa larian dengan laluhan bagi kaedah <i>Floyd-Warshall</i>	91
4.18	Hubungan masa larian dengan laluhan bagi kaedah <i>Dijkstra</i>	92
4.19	Hubungan masa larian dengan laluhan bagi kaedah <i>Bellman-Ford</i>	93

4.20	Perbandingan masa larian bagi kaedah <i>Dijkstra</i> dan <i>Bellman-Ford</i>	93
4.21	Hubungan bilangan nod dengan masa larian bagi kaedah <i>Dijkstra</i>	94
4.22	Anggaran masa larian bagi ketiga-tiga kaedah	96



SENARAI ISTILAH

Pendaraban Matrik	- <i>Matrix Multiplication</i>
Pencontoh	- <i>Template</i>
Dwibahagian	- <i>Bipartite</i>
Arka	- <i>Acr</i>
Nod	- <i>Node</i>
Berarah	- <i>Directed</i>
Pemberat	- <i>Weight</i>
Mercu	- <i>Vertex</i>
Pinggir	- <i>Edge</i>
Orientasi Objek	- <i>Object Oriented</i>
Pangkalan Data	- <i>Database</i>
Pemberat	- <i>Cost</i>
Bukan Negatif	- <i>Non-Negative</i>
Punca Tunggal	- <i>Single Source</i>
Setiap Pasangan	- <i>All Pairs</i>

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK
A	Perancangan Projek I
B	Perancangan Projek II
C	Peta Laluan Jalan Raya Negeri Johor dan Melaka
D	Data Laluan Jalan Raya Negeri Johor dan Melaka



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH

BAB 1

Pengenalan

1.1 Pendahuluan

Laluan terpendek selalunya digunakan dalam keadaan seharian seperti perjalanan di antara dua lokasi, samada berjalan dari satu bilik ke satu bilik yang lain, dari satu jalan ke jalan yang lain, atau dari satu bandar ke bandar yang lain. Dengan penyelesaian laluan terpendek juga, laluan yang dapat menjimatkan masa dan kos dapat dicari.

Data jalan raya negeri Johor dan negeri Melaka digunakan dalam kajian ini. Data digunakan bagi menunjukkan perbandingan masa larian di antara kaedah-kaedah laluan terpendek yang dipilih.

Struktur jalan raya yang telah meningkat menyebabkan rangkaian jalan rayanya bertambah. Ini merupakan satu pertambahan yang baik bagi pengguna jalan raya. Dengan ini, terdapat pelbagai alternatif jalan raya di setiap laluan. Keadaan ini menyumbangkan kepada masalah mencari laluan terpendek terbaik antara dua lokasi.

1.2 Penyata Masalah

Walaupun pengiraan laluan terpendek adalah matlamat utama dalam banyak sistem pengangkutan dan analisa rangkaian, tetapi untuk mendapatkan satu algoritma laluan terpendek bagi rangkaian jalan raya yang sebenar adalah sukar. Ini kerana kebanyakan kajian yang dibuat menggunakan data yang dijana secara rawak. Di samping itu, tiada satu pun algoritma yang dikaji oleh penyelidik-penyelidik dapat menyediakan algoritma yang terbaik dan dapat mengatasi permasalahan yang timbul semasa pengiraan laluan terpendek dilakukan pada jaringan sebenar [19].

Algoritma yang biasa digunakan untuk mendapatkan laluan terpendek adalah *Dijkstra* dan digunakan secara meluas pada sistem *GIS* dan perisian yang dibangunkan menerusi model jaringan [2]. Manakala penggunaan algoritma *Dijkstra* pula memang diketahui umum keantasan penjanaannya. Akan tetapi, algoritma ini hanya mencari laluan bagi nod yang bersumber tunggal (*single source shortest path*). Larian terpaksa dilakukan berulang-ulang kali bagi mendapatkan laluan terpendek bagi nod yang dikehendaki. Pencarian kaedah yang terbaik diperlukan bagi memperbaiki masalah ini

Algoritma *Floyd-Warshall* merupakan algoritma yang terbaik bagi mencari laluan terpendek, tetapi mengambil masa pengiraan yang lama [2]. Ini berlaku kerana algoritma *Floyd-Warshall* menganggap setiap nod adalah nod punca. Manakala nod punca ini juga boleh dijadikan sebagai nod destinasi.

Algoritma *Belman Ford* pula hanya memperbaiki sedikit kelemahan yang ada pada algoritma *Dijkstra* untuk kes-kes tertentu tetapi tidak dapat memperoleh keputusan yang lebih baik dari algoritma *Dijkstra* [2].

Zhan dan Noon (1998), telah membuat kajian berkenaan dengan kaedah laluan terpendek yang paling sesuai dengan struktur rangkaian jalan raya di Amerika Syarikat. Beliau mendapati *Dijkstra* yang telah diubahsuai merupakan kaedah yang paling sesuai dengan rangkaian ini.

1.3 Kepentingan Projek

Kajian berkenaan pencarian algoritma terbaik bagi rangkaian jalan raya sebenar negeri Johor dan negeri Melaka belum lagi pernah di jalankan. Terutamanya kajian yang melibatkan keberkesanan algoritma *Floyd-Warshall* dalam laluan terpendek. Oleh itu, kajian ini merupakan satu permulaan bagi kajian-kajian yang melibatkan algoritma laluan terpendek khususnya algoritma *Floyd-Warshall*.

1.4 Matlamat Projek

Dengan adanya analisa perbandingan ini, diharap dapat membantu mengenalpasti dan membuktikan kaedah yang terbaik dalam mencari laluan terpendek berdasarkan kajian kes jalan raya negeri Johor dan negeri Melaka. Pembuktian dilakukan dengan mencari pengiraan kompleksiti dan masa larian bagi algoritma-algoritma yang dipilih.

1.5 Objektif Projek

Objektif utama projek ini adalah seperti berikut:

Membuat perbandingan algoritma yang sedia ada bagi mendapatkan algoritma laluan terpendek yang terbaik. Ini dilakukan dengan pembuktian dari segi:-

- i. Pengiraan kompleksiti.
- ii. Masa larian.

1.6 Skop Projek

Bagi menghasilkan output yang sesuai, kajian akan mempertimbangkan beberapa kriteria :-

1. Skop bagi kaedah.
 - i) Kaedah yang digunakan adalah kaedah-kaedah laluan terpendek tradisional. (*Dijkstra, Bellman-Ford, Floyd Warshall.*)
2. Skop bagi data.
 - i) Data yang digunakan merupakan data sebenar dalam laluan jalan raya negeri Johor dan Melaka.
 - ii) Set data yang diuji tidak mengambil kira laluan negatif dalam struktur rangkaian.
 - iii) Rangkaian mempunyai laluan berarah dari nod ke semua nod dalam rangkaian tersebut.
 - iv) Rangkaian mempunyai laluan berarah dua hala.

- v) Tidak mengambil kira halangan dalam rangkaian seperti faktor lampu isyarat, kesesakan dan jalan rosak.
3. Parameter yang ingin dikaji adalah dari segi masa larian dan pengiraan kompleksiti.

1.7 Aliran Bab dan Kajian

Analisa berkenaan dengan kajian literatur berada dalam bab dua. Bab ini menerangkan secara terperinci mengenai set data dan kaedah laluan terpendek tradisional serta membincangkan aplikasi dan penggunaan bagi setiap kaedah yang pernah digunakan. Bab tiga berkenaan dengan metodologi yang digunakan dalam membantu menyelesaikan kajian ini. Bab empat pula menerangkan hasil dan analisa bagi objektif yang ingin dicapai. Kesimpulan mengenai kaedah yang terbaik bagi kajian kes ini dinyatakan dalam bab ini. Seterusnya penambahbaikan dan kesimpulan terhadap kajian ini, berada dalam bab lima.

1.8 Kesimpulan

Bab ini merupakan bab pengenalan yang memberi pandangan keseluruhan berkenaan dengan perbincangan bagi bab-bab seterusnya. Dalam bab ini perbincangan mengenai pernyataan masalah serta objektif kajian diberikan. Skop bagi kajian ini juga dihuraikan. Akhir sekali disertakan aliran bab serta kajian dalam tesis.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Bab ini memberikan pengenalan berkenaan dengan jalan raya negeri Johor dan Melaka, laluan terpendek dan rangkaian. Manakala penerangan yang lebih jelas dihuraikan dalam kaedah-keadah yang dipilih. Ini termasuklah menyenaraikan algoritma, langkah-langkah penyelesaian, contoh pengiraan serta perbincangan aplikasi yang telah dihasilkan menggunakan kaedah tersebut. Perbincangan dan perbandingan secara umum dihuraikan di akhir bab ini.

2.2 Rangkaian Jalan Raya Negeri Johor dan Melaka

Jalan raya di Negeri Johor dan Melaka umumnya boleh dibahagikan kepada tiga iaitu lebuhraya, jalan Persekutuan dan jalan Negeri. Lebuhraya merupakan jalan yang dibina oleh kerajaan atau di swastakan kepada pihak lain. Pengguna yang menggunakan laluan ini akan dikenakan bayaran yang dipanggil tol. Jalan Persekutuan merupakan jalan yang diisytiharkan dalam ordinan Jalan Persekutuan (1959). Jalan Negeri merupakan jalan utama yang menghubungkan antara pusat pentadbiran daerah dalam setiap negeri. Sistem penandaan bagi lebuhraya adalah gabungan huruf E dan nombor. Contohnya E1, E2 dan E5. Bagi jalan Persekutuan, sistem penomboran tunggal digunakan seperti 1, 3, 50 dan 76. Manakala bagi jalan

Negeri pula, penandaannya adalah gabungan antara huruf pengenalan negeri dengan nombor-nombor. Contohnya J1 bagi negeri Johor, dan M9 bagi negeri Melaka. Penandaan bagi jalan-jalan ini bermula dari negeri Johor.

Lampiran C menunjukkan peta jalan raya negeri Johor dan Melaka. Peta dibahagikan mengikut negeri. Setiap jalan raya di warnakan mengikut jenis jalan. Bagi yang berwarna hijau merupakan lebuh raya. Jalan persekutuan berwarna merah, manakala warna biru adalah jalan negeri. Di samping itu, jalan Negeri ditandakan dengan nod yang mewakili negeri seperti Jadual 2.1.

Analisa telah dibuat bagi set data laluan negeri Johor dan Melaka menggunakan data dalam Lampiran D. Jadual 2.1 menunjukkan analisa bagi keseluruhan data negeri Johor dan Melaka. Jadual 2.3 menunjukkan hubungan di antara bilangan arka dan nod serta nisbah arka per nod bagi setiap negeri. Nisbah arka per nod menunjukkan perbezaan nilai nisbah di antara rangkaian buatan dengan rangkaian sebenar jalan raya. [21]. Rangkaian jalan raya sebenar dalam kajian ini mempunyai nilai nisbah arka per nod dalam lingkungan 3.45 hingga 9.16. Nilai ini berbeza dengan rangkaian buatan di mana nisbah arka per nod adalah lebih tinggi dari 10.00 [21].

Jadual 2.1 : Tandaan nod jalan Negeri bagi setiap negeri

Negeri	Tandaan
Johor	J
Melaka	M

Jadual 2.2 : Rumusan data laluan secara keseluruhan

	Bil Nod	Bil Arka	Nisbah Arka/Nod
Johor dan Melaka	196	481	2.45

BIBLIOGRAFI

- 1 A.L. Roginsky, K.J. Christensen, V. Srinivasan (1999). *New methods for shortest path selection for multimedia traffic with two delay constraints*. Computer Communications 22 (1999) 1531–1539
- 2 Brian., V.G (2000). Exploring Shortest Path Algorithms, Department Of Geography, University of Wisconsin.
- 3 Farag Sallabi, Ahmed Karmouch, Khaled Shuaib (2005). *Design and implementation of a network domain agency for scaleable QoS in the Internet*. Computer Communications 28 (2005) 12–24
- 4 Herbert S. Wilf (1994). *Algorithms and Complexity*. Internet Edition
- 5 Hochbaum, Dorit (1997), *Graph Algorithms and Network Flows, IEOR*, 266
- 6 <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u064/u064.html>
- 7 http://www.ece.nwu.edu/~guanghui/Transportation/spt/section3_2.html
Bellman-Ford Algorithm, 13 Februari 2005
- 8 [http:// users.forthnet.gr/ath/kimon/CC/CCC1b.htm](http://users.forthnet.gr/ath/kimon/CC/CCC1b.htm)
An Introduction to Computational Complexity
- 9 Huabei Yin dan Yuejiao Zhou (2003), Empirical Evaluation of All-Pairs Shortest Paths Algorithms
- 10 Kiseok Sung , Michael G.H. Bell, Myeongki Seong, Soondal Park (2000). *Shortest paths in a network with time-dependent flow speeds*. European Journal of Operational Research 121 (2000) 32 – 39

- 11 Kyu-Yeul Lee, Myung-Il Roh, Hyuk-Su Jeong (2005). *An improved genetic algorithm for multi-floor facility layout problems having inner structure walls and passages*. Computers & Operations Research 32 (2005) 879–899.
- 12 Mc Hugh, James A (1990). "*Algorithmic Graph Theory*". Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall.
- 13 Mustafa Anjang Ahmad (2003). Analisis Laluan Terpendek Untuk GIS Navigasi Kendaraan.
- 14 Saunders, Shane (2004). *Improved Shortest Path Algorithms for Nearly Acyclic Graphs*. University of Canterbury: Ph.D. Thesis.
- 15 S. Namkoong, J.-H. Rho, J.-U. Choi (1998). *Development of the Tree-Based Link Labeling Algorithm for optimal Path-Finding in Urban Transportation Networks*. M&I. Computer. Modelling Vol. 27, No. 11, pp. 51-65, 1998
- 16 Wem's (2001), *Peta Panduan Jalan dan Lebuhraya Malaysia*
- 17 Wen-Lin Yang (2004). *A comparison of two optimal approaches for the MCOP problem*. Journal of Network and Computer Applications 27 (2004), 151–162
- 18 West, D.B (2001), *Introduction To Graph Theory Second Edition*, PrenticeHall, Inc
- 19 Yen, J.Y. *Shortest Path Network Problems*, Herstellung: Verlag Anton Hain KG-Meisenheim am Glan
- 20 Yijie Han (2004). *Improved Algorithm for All Pairs Shortest Path*. InformationProcessing Letters 9 (2004), 245-250.
- 21 Zhan, F. B. and Noon, C. E (1998). *Shortest Path Algorithm : An Evaluation using Real Road Network*. Transportation Science, Vol. 32, No. 1, February 1998.

- 22 Zhiyang Yao, Satyandra K. Gupta, Dana S. Nau (2003). *Algorithms for selecting cutters in multi-part milling problems*. *Computer-Aided Design* 35 (2003) 825–839

