

**INVESTIGATING AND DEVELOPING THE BEST METHOD IN
SHORTEST PATH FOR IMPLEMENTING A GEOGRAPHICAL
INFORMATION SYSTEM (E-MAP) FOR PENINSULAR
MALAYSIA**

IRPA 2003 / 2005

KETUA PENYELIDIK:

PROF. MADYA DR. AB RAHMAN AHMAD (SEP 2003 – AUG 2005)

PENYELIDIK:

PROF. MADYA DR. AB RAHMAN AHMAD

DR. NASARUDIN ZENON

HASWADI HASAN

**Faculty of Computer Science and Information System
Universiti Teknologi Malaysia
Skudai, Johor.**

TEMPOH PENYELIDIKAN: SEP 2003 – AUG 2004

VOT RMC 74205

**PUSAT PENGURUSAN PENYELIDIKAN
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA**

R & D DIRECTORY UTM

VOT: 74205

PROJECT TITLE: INVESTIGATING AND DEVELOPING THE
BEST METHOD IN SHORTEST PATH FOR
IMPLEMENTING A GEOGRAPHICAL
INFORMATION SYSTEM (E-MAP) FOR
PENINSULAR MALAYSIA

HEAD OF RESEARCHERS: PROF. MADYA DR. AB RAHMAN AHMAD
(SEP 2003 – AUG 2005)

RESEARCHERS: DR. NASARUDIN ZENON
HASWADI HASAN

FACULTY: FACULTY OF COMPUTER SCIENCE AND
INFORMATION SYSTEM UNIVERSITI
TEKNOLOGI MALAYSIA SKUDAI, JOHOR.

KEYWORDS: TRAVEL, E-MAP, SHORTEST PATH,
GEOGRAPHICAL INFORMATION
SYSTEM, GRAPH THEORY

DATE OF COMPLETION: AUG 2005

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah dan Penyayang, lagi Maha Mengasihani. Selawat dan salam ke atas junjungan besar Nabi Muhammad s.a.w. Alhamdulillah, segala puji-pujian dan kesyukuran dipanjatkan kepada Allah S.W.T tuhan sekalian alam kerana rahmat, keizinan dan ilham yang diberikanNya, projek ini berjaya disiapkan.

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada pihak Ministry of Science, Technology and Innovation (MOSTI), Malaysia kerana dana projek IRPA yang diberikan sepanjang tempoh penyelidikan projek ini.

Selain itu, penulis juga ingin menghulurkan ribuan terima kasih kepada Pusat Penyelidikan dan Pengurusan (RMC), Universiti Teknologi Malaysia (UTM) yang menyalurkan dana daripada MOSTI dengan berkesan sehingga projek ini berjaya dilaksanakan.

Dengan pandangan, pertolongan dan kesabaran ahli kumpulan penyelidikan ini, saya juga bersyukur dapat menyempurnakan projek ini. Segala budi dan pengorbanan mereka yang tidak ternilai akan sentiasa dalam ingatan.

Penghargaan turut ditujukan kepada semua panel penilai yang sedia meneliti dan memberi komen dalam memperbaiki mutu projek ini. Juga penghargaan terima kasih kepada Jabatan Pemetaan Malaysia dan Jabatan Kerja Raya yang menyediakan data.

Dengan bantuan yang diberi oleh pembantu penyelidik Fakulti Sains Komputer dan Sistem Maklumat sehingga projek ini berjaya, jasa anda juga turut dihargai.

ABSTRACT

The shortest path is a part of the subject in the graph theory in the field of operational research. The idea of the shortest path is to find the best possible routes that linking between a given source and a destination. There are many algorithms have been designed to find these paths. The algorithms such as *Dijkstra*, *Bellman-Ford* or *Floyd-Warshall* are difference from one to another due to the simplicity, effectiveness and duration of processing the nodes. This research will be focused on determining the best shortest path algorithm for the first possible best (fastest, safest and cheapest) route and also to search the other possible best routes. Assessment will be done by calculating the algorithm complexion and runtime using the computer. The fastest route can be attained via traveling on the highway. The safest route is might considered as a route with an accident free (data from police department). The cheapest route is a toll-free route, i.e., federal or state routes. The numbering assigned to every route in Peninsular Malaysia will be used to calculate and distinguish these routes and the alternatives. A development of GIS database is also involved in prototype covering the road network in Peninsular Malaysia (the *e-map*) will be developed to show the viability or validity of the findings. The system will be developed by using *Microsoft Visual Basic* and some supporting software. It is hoped the system will serve at test platform for the deeper research in the future.

ABSTRAK

Laluan terpendek ada sebahagian daripada mata pelajaran teori graf dalam bidang penyelidikan operasi. Ide laluan terpendek ialah untuk mendapatkan laluan sebaik mungkin yang menghubungkan sumber yang diberi dengan destinasi. Terdapat banyak algoritma yang direka bentuk untuk mencari laluan ini. Algoritma seperti *Dijkstra*, *Bellman-Ford* atau *Floyd-Warshall* adalah berbeza antara satu dengan lain kerana ringkas, berkesan dan masa memproses nod. Kajian ini akan menumpukan pada penentuan algoritma laluan terpendek paling baik untuk laluan pertama paling baik (terpantas, paling selamat, termurah) dan juga mendapatkan laluan lain yang terbaik. Penilaian akan dilakukan dengan mengira kerumitan algoritma dan masa larian dengan menggunakan komputer. Laluan terpantas boleh didapati dengan memandu di Lebuhraya. Jalan paling selamat boleh diandaikan sebagai laluan tanpa kemalangan (data dari jabatan polis). Laluan termurah adalah laluan tanpa tol iaitu jalan Persekutuan atau jalan negeri. Nombor yang diumpukkan untuk setiap laluan di Semenanjung Malaysia akan digunakan untuk menghitung dan membezakan laluan ini dan yang lain-lain. Pembangunan pangkalan data *GIS* juga terlibat dalam prototaip yang merangkumi rangkaian jalan di Semenanjung Malaysia (*eMap-Malaysia Road Map*) akan dibangunkan untuk menunjukkan kesediaan dan pengesahan hasil. Sistem akan dibangunkan dengan menggunakan *Microsoft Visual Basic* dan beberapa perisian sokongan. Adalah diharapkan sistem ini akan menjadi landasan ujian untuk penyelidikan lebih mendalam pada masa akan datang.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	JUDUL	i
	R & D DIRECTORY	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRACT	iv
	ABSTRAK	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	ix
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI ISTILAH	xiv
BAB I	Pengenalan	
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Pernyataan Masalah	2
	1.3 Matlamat Projek	3
	1.4 Objektif Projek	3
	1.5 Skop Projek	3
	1.6 Kepentingan Kajian	4
	1.7 Kesimpulan	4
BAB II	Kajian Literatur	
	2.1 Pengenalan	5
	2.2 Rangkaian Jalan Raya Semenanjung Malaysia	5
	2.3 Laluan Terpendek	8
	2.4 Rangkaian	8
	2.4.1 Nod dan Arka	10

2.5	Pengiraan Kompleksiti	11
2.6	Masa Larian	12
2.7	Kaedah yang dipilih	13
2.8	Algoritma <i>Dijkstra</i>	14
2.8.1	Langkah-langkah penyelesaian	15
2.8.2	Contoh Pengiraan	16
2.8.3	Kompleksiti Algoritma	28
2.8.4	Perbincangan	28
2.9	Algoritma <i>Bellman-Ford</i>	29
2.9.1	Langkah-langkah penyelesaian	29
2.9.2	Contoh Pengiraan	30
2.9.3	Kompleksiti Algoritma	37
2.9.4	Perbincangan	37
2.10	Algoritma <i>Floyd-Warshall</i>	38
2.10.1	Algoritma	38
2.10.2	Langkah-langkah penyelesaian	39
2.10.3	Contoh Pengiraan	40
2.10.4	Kompleksiti Algoritma	50
2.11	Perbincangan Umum	50
2.12	Kesimpulan	53

BAB III METODOLOGI

3.1	Pengenalan	55
3.2	Rangka Kerja Kajian	55
3.3	Fasa 1 : Perancangan	56
3.4	Fasa 2 : Analisa masalah	57
3.5	Fasa 3 : Implementasi	57
3.6	Fasa 4 : Pembangunan <i>eMap – Malaysia Road Map</i>	57
3.5	Kesimpulan	58

BAB IV	DATA DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengenalan	59
4.2	Kompleksiti Berkomputer	59
4.3	Masa larian	61
4.4	Perbincangan pilihan kaedah	62
4.5	Rangkaian Jalan Raya di Malaysia	62
4.6	CD-ROM <i>eMap - Malaysia Road Map</i>	75
4.7	Kesimpulan	81
BAB V	KESIMPULAN DAN CADANGAN	
5.1	Pengenalan	82
5.2	Perbincangan hasil	82
5.3	Cadangan akan datang	83
5.4	Kesimpulan	83
	BIBLIOGRAFI	84
	LAMPIRAN A	87
	LAMPIRAN B	96

SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK	HALAMAN
2.1	Tandaan nod jalan Negeri bagi setiap negeri	7
2.2	Rumusan data laluan semenanjung Malaysia	7
2.3	Rumusan data laluan negeri-negeri di Malaysia	7
2.4	Kaitan antara fungsi polinomial dengan kelajuan komputer	12
2.5	Penyelesaian Langkah 1	16
2.6	Penyelesaian Langkah 2	17
2.7	Penyelesaian Langkah 3	18
2.8	Penyelesaian Langkah 4	18
2.9	Penyelesaian Langkah 5	19
2.10	Penyelesaian Langkah 6	19
2.11	Penyelesaian Langkah 7	20
2.12	Penyelesaian Langkah 8	21
2.13	Penyelesaian Langkah 9	21
2.14	Penyelesaian Langkah 10	22
2.15	Penyelesaian Langkah 11	22
2.16	Penyelesaian Langkah 12	23
2.17	Penyelesaian Langkah 13	23
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	40

2.25	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 1	41
2.26	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 2	41
2.27	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 2	42
2.28	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 3	42
2.29	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 3	43
2.30	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 4	43
2.31	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 4	44
2.32	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 5	44
2.33	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 5	45
2.34	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 6	45
2.35	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 6	46
2.36	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 7	46
2.37	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 7	47
2.38	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 8	47
2.39	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 8	48
2.40	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 9	48
2.41	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 9	49
2.42	Jadual C_{ij} bagi Lelaran 10	49
2.43	Jadual D_{ij} bagi Lelaran 10	50
2.44	Perbandingan masa larian dan kompleksiti bagi algoritma <i>Floyd-Warshall</i> dan <i>Johnson</i>	51
2.45	Keputusan perbandingan masa proses bagi algoritma <i>Floyd-Warshall</i> menggunakan set nod yang berbeza	52
2.46	Keputusan kadar kerumitan algoritma	53
4.1	Jumlah Operasi	60
4.2	Masa Larian untuk ketiga-tiga kaedah	61

4.3	<i>ID</i> pekan atau bandar di negeri Johor	73
4.3	<i>ID</i> pekan atau bandar di negeri Johor (sambungan)	74
4.4	<i>ID</i> pekan atau bandar di negeri Melaka	74
4.5	Contoh pautan SUMBER, DESTINASI dan JARAK	75

SENARAI RAJAH

RAJAH	BUTIRAN	HALAMAN
2.1	Contoh graf berarah	9
2.2	Contoh graf dengan empat nod	10
2.3	Contoh tandaan nod	10
2.4	Contoh graf dengan arka dan nod	10
2.5	Jenis-jenis arka a: Berpemberat Positif. b: Berpemberat Negatif	11
2.6	Model rangkaian	16
2.7	Model penyelesaian bagi Langkah 1	30
2.8	Model penyelesaian bagi Langkah 2	31
2.9	Model penyelesaian bagi Langkah 3	32
2.10	Model penyelesaian bagi Langkah 4	32
2.11	Model penyelesaian bagi Langkah 5	33
2.12	Model penyelesaian bagi Langkah 6	34
2.13	Model penyelesaian bagi Langkah 7	34
2.14	Model penyelesaian bagi Langkah 8	35
2.15	Model penyelesaian bagi Langkah 9	36
2.16	Model penyelesaian bagi Langkah 10	36
2.17	Model penyelesaian bagi pengiraan <i>Bellman-Ford</i>	37
3.1	Rangka kerja kajian	55
4.1	Peta Jalan Raya Negeri Johor	63
4.2	Peta Jalan Raya Negeri Melaka	63
4.3	Peta Jalan Raya Negeri Sembilan	64
4.4	Peta Jalan Raya Negeri Pahang	65
4.5	Peta Jalan Raya Negeri Terengganu	66
4.6	Peta Jalan Raya Negeri Kelantan	67

4.7	Peta Jalan Raya Negeri Selangor	68
4.8	Peta Jalan Raya Negeri Perak	69
4.9	Peta Jalan Raya Negeri Kedah	70
4.10	Peta Jalan Raya Negeri Pulau Pinang	71
4.11	Peta Jalan Raya Negeri Perlis	72
4.12	CD-ROM <i>eMap - Malaysia Road Map</i>	76
4.13	Kulit CD-ROM <i>eMap - Malaysia Road Map</i>	76
4.14	skrin permulaan	77
4.15	skrin utama	77
4.16	skrin pilih laluan	78
4.17	skrin pilihan perjalanan	78
4.18	Laluan Kangkar Pulai – Kluang	79
4.19	Laluan Kangkar Pulai – Kuala Terengganu	79
4.20	Laluan Seremban – Johor Bahru (permulaan)	80
4.21	Laluan Seremban – Johor Bahru (penghujung)	80

SENARAI ISTILAH

Pendaraban Matrik	<i>Matrix Multiplication</i>
Pencontoh	<i>Template</i>
Dwibahagian	<i>Bipartition</i>
Arka	<i>Arc</i>
Nod	<i>Node</i>
Berarah	<i>Directed</i>
Pemberat	<i>Weight</i>
Bucu	<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>

LAPORAN PENYELIDIKAN

**INVESTIGATING AND DEVELOPING THE BEST METHOD IN
SHORTEST PATH FOR IMPLEMENTING A GEOGRAPHICAL
INFORMATION SYSTEM (E-MAP) FOR PENINSULAR MALAYSIA**

VOT RMC 74205

PENYELIDIK:

PROF. MADYA DR. AB RAHMAN AHMAD

DR. NASARUDIN ZENON

HASWADI HASAN

PUSAT PENGURUSAN PENYELIDIKAN

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

SESI 2003 / 2005

BAB I

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 semenanjung Malaysia digunakan dalam kajian ini. Data digunakan bagi menunjukkan perbandingan perjalanan yang melibatkan jarak, kos dan masa dari sumber ke destinasi.

Struktur jalan raya di semenanjung Malaysia 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 menyumbang kepada masalah mencari laluan terpendek terbaik antara dua lokasi.

1.2 Pernyataan 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, jarang kedapatan algoritma yang dikaji oleh penyelidik dapat menyediakan algoritma yang terbaik dan dapat mengatasi permasalahan yang timbul semasa pengiraan laluan terpendek dilakukan pada jaringan sebenar. (Zhan & Noon, 1998).

Algoritma yang biasa digunakan untuk mendapatkan laluan terpendek adalah *Dijkstra* dan digunakan secara meluas pada sistem *GIS* dan perisian yang dibangunkan menerusi model jaringan (Brian, 2000). Manakala penggunaan algoritma *Dijkstra* pula memang diketahui umum kepantasan penjanaan masanya. Akan tetapi, algoritma ini hanya mencari laluan bagi nod yang bersumber tunggal. 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 (Brian, 2000). 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* (Brian, 2000).

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 Matlamat Projek

Dengan adanya analisa perbandingan ini, diharap dapat membantu mengenalpasti dan membuktikan kaedah yang terbaik dalam mencari laluan terpendek berdasarkan kajian kes jalanraya di semenanjung Malaysia. Pembuktian dilakukan dengan mencari pengiraan kompleksiti dan masa larian bagi algoritma-algoritma yang dipilih. Seterusnya suatu sistem akan dibangunkan yang diberi nama *e-map*.

1.4 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.

Seterusnya membangunkan satu sistem berkomputer disebut *e-map* khusus untuk jalan raya di Malaysia.

1.5 Skop Projek

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

1. Kaedah yang digunakan adalah kaedah-kaedah laluan terpendek tradisional iaitu *Dijkstra*, *Bellman-Ford* dan *Floyd Warshall*.
2. Data yang digunakan merupakan data sebenar dalam laluan jalan raya semenanjung Malaysia. Set data yang diuji tidak mengambil kira laluan negatif dalam struktur rangkaian. Rangkaian mempunyai laluan berarah dari nod ke semua nod dalam rangkaian tersebut. Rangkaian mempunyai laluan berarah dua hala. Tidak

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

1.6 Kepentingan Kajian

Di negara maju seperti Jepun, Amerika Syarikat dan England mereka sudah mempunyai satu sistem pemetaan jalan raya berkomputer untuk memudahkan pengguna jalan raya. Di Amerika Syarikat misalnya, mereka mempunyai sistem yang disebut *MapPoint* yang membantu pengguna bergerak dari satu tempat ke tempat lain dengan mudah, cepat dan selamat. Sistem *e-map* yang akan dibangunkan ini akan memberi keselesaan bagi rakyat yang menggunakan jalan raya. Tiga aspek yang dititikberatkan ialah jarak, kos dan masa bagi sesuatu perjalanan.

1.7 Kesimpulan

Bab ini memberi pandangan keseluruhan berkenaan dengan perbincangan bagi bab-bab seterusnya. Dalam bab ini perbincangan mengenai penyataan masalah serta objektif kajian diberikan. Skop bagi kajian ini juga dihuraikan. Akhir sekali disertakan kepentingan kajian.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Bab ini memberikan pengenalan berkenaan dengan jalan raya di semenanjung Malaysia, laluan terpendek dan rangkaian. Manakala penerangan yang lebih jelas dihuraikan dalam kaedah yang dipilih. Ini termasuklah menyenaraikan algoritma, 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 Semenanjung Malaysia

Jalan raya di Malaysia dibahagikan kepada tiga kategori iaitu Lebuhraya, Jalan Persekutuan dan Jalan Negeri. Lebuhraya ada yang dibina oleh kerajaan atau diswastakan. Pengguna yang menggunakan laluan ini akan dikenakan bayaran 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. Contohnya J1 bagi negeri Johor, A9 bagi negeri Perak dan D13 bagi negeri Kelantan. Penandaan bagi kesemua jalan ini bermula dari bahagian selatan semenanjung Malaysia.

Semenanjung Malaysia mempunyai 13 buah negeri yang dibahagikan kepada empat zon iaitu selatan, utara, timur dan barat. Johor, Negeri Sembilan dan Melaka adalah negeri di bahagian selatan. Pahang, Terengganu dan Kelantan negeri di bahagian timur. Negeri di bahagian barat pula adalah Selangor, Perak, Kuala Lumpur dan Putrajaya. Manakala negeri di bahagian utara adalah Pulau Pinang, Kedah dan Perlis.

Peta jalan raya di semenanjung Malaysia dibahagikan mengikut negeri. Perjalanan bermula dari selatan iaitu Johor dan seterusnya ke Melaka, Negeri Sembilan, Pahang, Kuala Lumpur, Selangor, Ipoh, Kedah, Pulau Pinang, Perlis, Terengganu dan Kelantan. Dalam peta, jalan raya diwarnakan mengikut jenis jalan iaitu warna hijau untuk lebuhraya, merah untuk jalan persekutuan, manakala warna biru adalah jalan negeri. Di samping itu, jalan Negeri ditandai dengan nod yang mewakili negeri seperti Jadual 2.1.

Jadual 2.2 dan 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. 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.

Jadual 2.1: Tandaan nod jalan Negeri bagi setiap negeri

Negeri	Tandaan
Johor	J
Melaka	M
Pahang	C
Negeri Sembilan	N
Selangor	B
Perak	A
Kedah	K
Pulau Pinang	P
Perlis	R
Kelantan	D
Terengganu	T

Jadual 2.2 : Rumusan data laluan Semenanjung Malaysia

	Bil Nod	Bil Arka	Nisbah Arka/Nod
Semenanjung Malaysia	515	2718	5.28

Jadual 2.3 : Rumusan data laluan negeri-negeri di Malaysia

Negeri	Bil Nod	Bil Arka	Nisbah Arka/Nod
Johor	146	673	3.45
Melaka	50	298	5.96
Pahang	72	520	7.22
Negeri Sembilan	42	385	9.16
Selangor	86	419	4.87
Perak	39	98	2.51
Terengganu	80	300	3.75

2.3 Laluan Terpendek

Laluan terpendek boleh didefinisikan sebagai jarak yang paling dekat untuk dilalui antara satu nod dengan nod yang lain. Laluan terpendek selalu diaplikasikan dalam situasi seharian. Penggunaannya diperlukan ketika perjalanan di antara dua lokasi, sama ada dari satu bilik ke bilik yang lain, satu jalan ke jalan yang lain atau dari satu bandar ke bandar yang lain. Ia juga digunakan dengan meluas dalam sistem GIS (*Geographical Information System*).

Penggunaan laluan yang jauh merupakan satu pembaziran dari segi masa dan kos. Laluan terpendek dapat menyelesaikan masalah pembaziran. Ini kerana ia merupakan laluan yang memberi masa perjalanan yang terpantas tetapi juga dapat mengurangkan kos. Bagi kes kenderaan, kos mewakili beberapa faktor iaitu, jarak perjalanan, masa yang diperuntukkan, penggunaan bahan bakar dan pembayaran tol.

Laluan terpendek dibahagi kepada dua iaitu satu titik ke titik yang lain dan kesemua titik. *Dijkstra* adalah contoh algoritma laluan terpendek dari satu titik ke titik yang lain. Manakala *Floyd-Warshall* algoritma adalah contoh mencari laluan terpendek antara kesemua titik dengan konsep matrik.

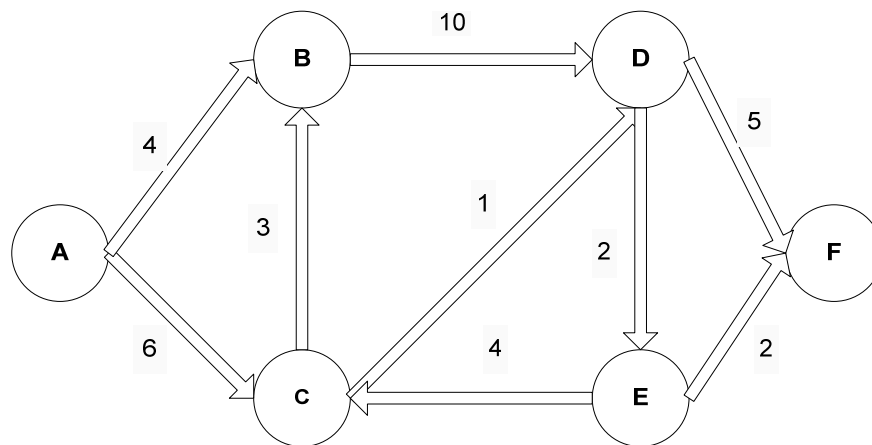
2.4 Rangkaian

Secara amnya, rangkaian selalunya digambarkan menggunakan konsep graf. Graf adalah satu set titik dan hubungan di antara titik-titik ini, seperti Rajah 2.2. Graf terbahagi kepada dua iaitu berarah dan tidak berarah. Arka bagi graf yang tidak berarah, arah laluan boleh dianggap dalam kedua-dua arah. Manakala arka bagi graf yang berarah mempunyai arah laluan.

Ia juga boleh terbahagi kepada graf yang berpemberat dan tidak berpemberat. Bagi graf yang berpemberat, setiap nod mempunyai pemberat yang berkaitan. Nilai

pemberat boleh jadi positif atau negatif atau hanya pemberat yang negatif sahaja. Pemberat juga boleh dirujuk sebagai jarak, kos atau masa perjalanan.

Graf juga boleh dikelompokkan kedalam beberapa kumpulan graf seperti graf 'planar', graf 'acyclic', graf 'strongly connected' dan graf dwibahagian.



Rajah 2.1: Contoh graf berarah

Graf dalam Rajah 2.1 mengandungi enam nod (A,B,C,D,E,F) dan sembilan arka dengan arka yang mempunyai pemberat.

Set graf diwakili oleh,

$$G = \{V, E\}$$

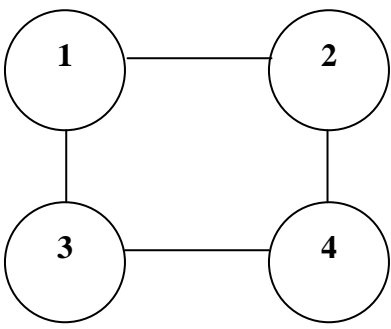
dengan

V : Kumpulan nod

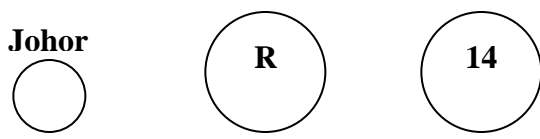
E : Kumpulan arka

2.4.1 Nod dan Arka

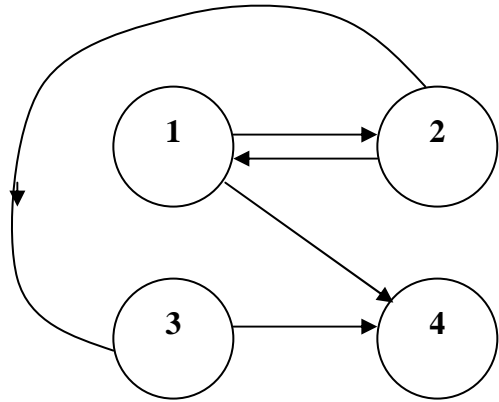
Nod mewakili bulatan yang terdapat pada graf. Rajah 2.2 menunjukkan graf dengan empat nod. Nod biasanya ditandai dengan huruf atau nombor untuk membezakannya antara satu sama lain. Rajah 2.3 menunjukkan contoh tandaan nod. Dalam pengiraan jarak, nod merujuk kepada punca atau denstinasi pada sesuatu graf. Rajah 2.4 menunjukkan contoh graf dengan arka dan nod.



Rajah 2.2 : Contoh graf dengan empat nod

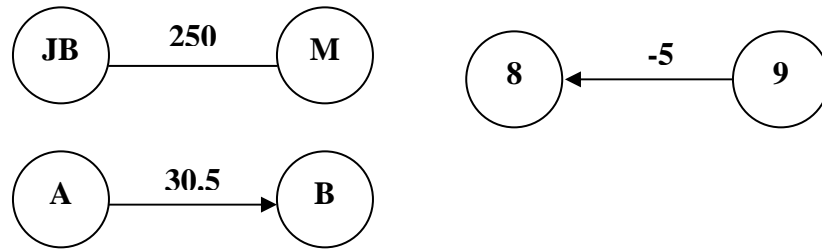


Rajah 2.3 : Contoh tandaan nod



Rajah 2.4 : Contoh graf dengan arka dan nod

Arka mewakili laluan yang menyambungkan antara dua nod. Arka mempunyai anak panah untuk menunjukkan arah laluan seperti dalam Rajah 2.5. Tandaan pemberat bagi anak panah arka boleh bernilai positif atau negatif. Terdapat juga arka yang tidak mempunyai anak panah. Ini merujuk laluan boleh dilalui dengan dua arah yang berlainan.



Rajah 2.5 : Jenis-jenis arka a: Berpemberat positif. b: Berpemberat negatif

2.5 Pengiraan Kompleksiti

Kompleksiti adalah kajian mengenai anggaran larian penggunaan komputer yang diperlukan untuk melaksanakan pengiraan. Kadar kompleksiti bagi algoritma adalah kos, pengiraan masa larian atau masa menyimpan yang menggunakan algoritma untuk menyelesaikan salah satu masalah yang diberikan. Pengiraan kompleksiti dilakukan untuk mendapatkan anggaran larian sebelum algoritma dilarikan menggunakan komputer.

Kajian kerumitan pemprosesan mengukur keberkesanan dan masalah algoritma yang sedia ada secara praktikal atau teori. Dengan perubahan mendadak dalam teknologi komputer, maka pengukuran secara fizikal (masa larian, bilangan ingatan komputer) adalah tidak lagi berkaitan. Pengukuran yang lebih piawai adalah operasi komputer yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dalam kes yang berat.

Keputusan kompleksiti algoritma akan digambarkan dengan fungsi $g(n) = n^3$. Secara amnya ia disebut dengan penggunaan tatatanda *big-O* iaitu $O(n^3)$. Tatatanda

Big-O akan mengukur masa dan saiz sesuatu penjanaan algoritma (Zhan, et.al.,1998). Selalunya disebut algoritma ini mengambil masa $O(n^3)$. Simbol ini mengingatkan bahawa fungsi ini menggambarkan kelakuan secara kes berat pada saiz yang besar.

Algoritma dengan masa larian $O(\log n)$, $O(n)$, $O(n)$, $O(n^3)$ dan lain-lain lagi dikenali sebagai algoritma masa-polinomial. Manakala bagi algoritma dengan kompleksiti yang tidak boleh dibatas dengan fungsi polinomial dikenali sebagai algoritma masa-eksponen. Polinomial merupakan fungsi yang digunakan untuk keadaan praktik. Ini disokong dengan beberapa hujah yang berikut. Dengan fungsi polinomial, ia lebih mudah untuk memanipulasi perubahan teknologi bagi mendapatkan peningkatan keputusan dalam kelajuan komputer. Ini dijelaskan dalam Jadual 2.4 berikut.

Jadual 2.4 : Kaitan antara fungsi polinomial dengan kelajuan komputer

Fungsi kompleksiti masa	Saiz Masalah yang diselesaikan dalam masa 1 jam		
	Komputer terkini	Komputer dengan kelajuan 100 kali	Komputer dengan kelajuan 1000 kali
N	N1	100N1	1000 N1
N^2	N2	10N2	31.6 N2
N^3	N3	4.64 N3	10 N3
2^n	N4	$N4 + 6.64$	$N4 + 9.97$
3^n	N5	$N5 + 4.19$	$N5 + 6.29$

Kesimpulannya, sesuatu masalah dianggap telah selesai secara efisien apabila algoritma masa-polinomial telah dijumpai.

2.6 Masa Larian

Masa larian akan dibuat dengan beberapa jenis komputer untuk membandingkan hasilnya. Jenis komputer yang digunakan adalah komputer riba, komputer persendirian dan komputer makmal. Komputer yang digunakan untuk pengujian menggunakan

sistem operasi Pentium III dan IV. Dengan ini terdapat pelbagai hasil masa larian yang dapat memberi pembuktian yang lebih kukuh terhadap penganalisaan kaedah yang terbaik.

2.7 Kaedah yang dipilih

Terdapat beberapa algoritma yang boleh digunakan bagi menyelesaikan masalah dalam laluan terpendek. Algoritma yang terlibat adalah *Dijkstra*, *Bellman-Ford* dan *Floyd-Warshall*. Bagi setiap kaedah, penerangan terperinci dibuat iaitu dari segi algoritma, langkah-langkah penyelesaian, contoh pengiraan dan perbincangan berkenaan aplikasi dan kajian yang pernah dijalankan secara umum. Setiap model pengiraan algoritma menggunakan data andaian. Ini bagi menyelaraskan proses pengiraan dan perbandingan. Algoritma ini dibahagikan kepada tiga kumpulan iaitu :-

1. Mengira laluan terpendek untuk rangkaian satu punca dengan pemberat arka tidak negatif.
2. Mengira laluan terpendek satu punca.
3. Mengira laluan terpendek setiap pasangan.

Laluan terpendek dibahagi kepada dua iaitu :-

1. Satu titik ke titik yang lain
2. Satu titik kesemua titik.

Dijkstra dan *Bellman-Ford* adalah contoh algoritma laluan terpendek dari satu titik ke titik yang lain. Manakala *Floyd-Warshall* adalah contoh mencari laluan terpendek antara kesemua titik.

Algoritma Dijkstra

Algoritma *Dijkstra* merupakan algoritma yang memanipulasikan algoritma *Prim* dan *Breadth-First Search (BFS)*. Dikenali juga sebagai laluan terpendek pertama. *Dijkstra* membuat kiraan jarak terpendek bagi satu pasang nod. *Dijkstra* mengaplikasi kaedah *greedy* iaitu satu kaedah yang menggunakan penyelesaian yang mudah iaitu mencari laluan terpendek dari satu nod ke nod yang lain dengan memilih arka yang paling hampir dengan nod berkenaan. Bagi mengira jarak nod yang lain, pengiraan ulangan terpaksa dibuat. Ia merupakan algoritma yang paling ringkas dalam penyelesaian masalah laluan terpendek. Algoritma ini tidak dapat menyelesaikan pemberat bernilai negatif (tiada laluan) dan sekiranya wujud pemberat sedemikian, penyelesaian yang akan diberikan adalah infiniti.

Kesemua nod ditandai dengan jarak dari nod punca sebagai nilai sementara, kemudian nod yang mempunyai nilai jarak yang paling kecil dikembangkan dan nilai jarak berkenaan dikumpulkan secara tetap. Pengemaskinian nilai jarak dilakukan setelah mendapati nod yang baru ditemui dan proses ini berterusan sehinggalah tiada lagi nod yang tinggal pada graf berkenaan. Algoritma *Dijkstra* dapat ditulis sebagai berikut.

begin

$P := \{1\}; T := N \setminus \{1\};$

$d(1) := 0$ dan $pred(1) := 0;$

$d(j) := C_{1,j}$ dan $pred(j) := 1$ untuk semua $j \in A(1),$

dan $d(j) := \infty$ selainnya;

while $P \neq N$ **do**

begin

(Pemilihan nod yang juga dikenali sebagai **FINDMIN**)

katalah $i \in T$ menjadi suatu nod untuk $d(i) = \min\{d(j) : j \in T\};$

$P := P \cup \{i\}; T := N \setminus \{i\};$

(Pengemaskinian jarak)

for setiap $(i, j) \in A(i)$ **do**

if $d(j) > d(i) + C_{ij}$ **then**
 $d(j) := d(i) + C_{ij}$ dan $pred(j) := i$;
end
end

dengan :

- P : Kumpulan nod yang diumpukkan nilai pemberat yang tetap.
- T : Kumpulan nod yang diumpukkan nilai pemberat sementara.
- N : Jumlah nod dalam graf.
- C_{ij} : Nilai pemberat pada arka dari nod i ke nod i .
- i : Nod yang ke- i .
- j : Nod yang ke- j .
- $d(j)$: Jarak laluan terpendek ke nod j .

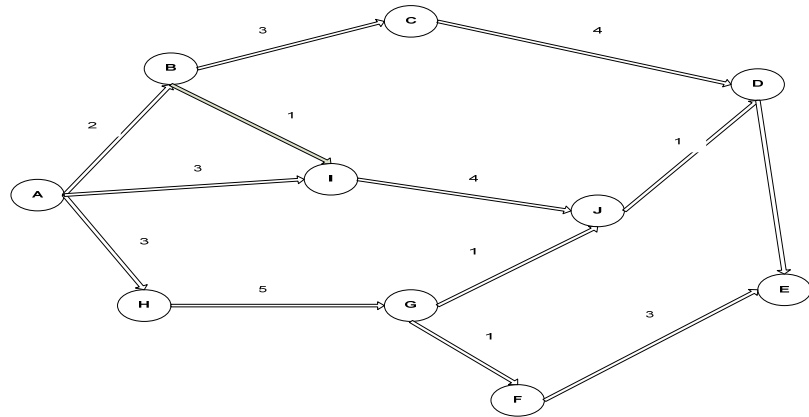
2.8.1 Langkah-langkah penyelesaian

Berikut merupakan langkah-langkah penyelesaian bagi algoritma *Dijkstra*:-

- Langkah 1: Cari nod K pada T dengan $L'(K)$ adalah minimum dan finite. Jika tidak K , berhenti (tiada laluan dari 1 ke nod lain). Jika K , umumkan K sebagai tetap dan masukkan K ke dalam P . Berhenti jika $P = N$. Labelkan aras (I, k) dimana T adalah nod yang telah dilabelkan, menunjukkan nilai min bagi $L'(K)$
- Langkah 2: Gantikan $L'(j)$ dengan nilai terkecil dan $L'(j)$ dan $L(K) + a(K, j)$ untuk setiap nilai j dalam T . Ulang Langkah 1.

2.8.2 Contoh Pengiraan

Berikut merupakan contoh pengiraan algoritma *Dijkstra* yang menggunakan model rangkaian pada Rajah 2.6 :-



Rajah 2.6 : Model rangkaian

1. Umpukkan nilai A kedalam Nod Singgah, Jadual 2.5.

Jadual 2.5 : Penyelesaian Langkah 1

Nod	Nod Singgah	Jarak	Sementara
A	A	0	0
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			

2. Nod B, I dan H merupakan nod yang hampir dengan nod A. Umpukkan nilai sementara bagi nod-nod itu, Jadual 2.6.

$$\text{Nod B Sementara} = 0 + 2 = 2$$

$$\text{Nod H Sementara} = 0 + 3 = 3$$

$$\text{Nod I Sementara} = 0 + 3 = 3$$

Jadual 2.6 : Penyelesaian Langkah 2

Nod	Nod Singgah	Jarak	Sementara
A	A	0	0
B			2
C			
D			
E			
F			
G			
H			3
I			3
J			

3. Pilih nilai sementara yang paling kecil dan umpukkan ke dalam Nod Singgah. Nod B mempunyai nilai sementara yang kecil, Jadual 2.7.
4. Pilih nod yang paling hampir dengan Nod Singgah yang baru iaitu B. Kira dan umpukkan Nilai Sementara Nod C dan I, Jadual 2.8.
- $$\text{Nod C} = 2 + 3 = 5$$
- $$\text{Nod I} = 2 + 1 = 3$$
5. Pilih nilai sementara yang paling kecil dan umpukkan ke dalam Nod Singgah. Nod I mempunyai nilai sementara yang kecil, Jadual 2.9.

Jadual 2.7 : Penyelesaian Langkah 3

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C			
D			
E			
F			
G			
H			3
I			3
J			

Jadual 2.8 : Penyelesaian Langkah 4

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C			5
D			
E			
F			
G			
H			3
I			3
J			

Jadual 2.9 : Penyelesaian Langkah 5

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C			5
D			
E			
F			
G			
H			3
I	3	3	3
J			

6. Nod J merupakan nod yang paling hampir dengan Nod Singgah yang baru. Kira dan umpukkan Nilai Sementaranya, Jadual 2.10.

$$\text{Nod J} = 3 + 4 = 7$$

Jadual 2.10 : Penyelesaian Langkah 6

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C			5
D			
E			
F			
G			
H			3
I	3	3	3
J			7

7. Pilih Nilai Sementara yang paling kecil bagi yang bukan Nod Singgah. Masukkannya ke dalam Nod Singgah. Nod H merupakan nilai yang terkecil ,
Jadual 2.11.

Jadual 2.11 : Penyelesaian Langkah 7

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C			5
D			
E			
F			
G			
H	4	3	3
I	3	3	3
J			7

8. Nod G merupakan nod yang paling hampir dengan Nod Singgah yang baru (Nod H). Kira dan umpukkan Nilai Sementaranya, Jadual 2.12.

$$\text{Nod G} = 3 + 5 = 8$$
9. Pilih Nilai Sementara yang paling kecil bagi yang bukan Nod Singgah. Masukkannya ke dalam Nod Singgah. Nod C merupakan nilai yang terkecil ,
Jadual 2.13.
10. Nod D merupakan nod yang boleh dihubungkan dengan Nod Singgah yang baru (Nod C). Kira dan umpukkan Nilai Sementaranya, Jadual 2.14.

$$\text{Nod D} = 5 + 4 = 9$$

Jadual 2.12 : Penyelesaian Langkah 8

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C			5
D			
E			
F			
G			8
H	4	3	3
I	3	3	3
J			7

Jadual 2.13 : Penyelesaian Langkah 9

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D			
E			
F			
G			8
H	4	3	3
I	3	3	3
J			7

11. Pilih Nilai Sementara yang paling kecil bagi yang bukan Nod Singgah. Masukkannya ke dalam Nod Singgah. Nod J merupakan nilai yang terkecil, Jadual 2.15.

Jadual 2.14 : Penyelesaian langkah 10

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D			9
E			
F			
G			8
H	4	3	3
I	3	3	3
J			7

Jadual 2.15 : Penyelesaian Langkah 11

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D			9
E			
F			
G			8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

12. Nod D merupakan nod yang boleh dihubungkan dengan Nod Singgah yang baru (Nod J). Kira dan umpukkan Nilai Sementaranya, Jadual 2.16.

$$\text{Nod D} = 7 + 1 = 8$$

Jadual 2.16 : Penyelesaian Langkah 12

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D			8
E			
F			
G			8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

13. Pilih Nilai Sementara yang paling kecil bagi yang bukan Nod Singgah. Masukkannya ke dalam Nod Singgah. Nod D dan J mempunyai nilai yang terkecil. Maka Nod D akan dipilih, Jadual 2.17.

Jadual 2.17 : Penyelesaian Langkah 13

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D	7	8	8
E			
F			
G			8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

14. Nod E merupakan nod yang boleh dihubungkan dengan Nod Singgah yang baru (Nod D). Kira dan umpukkan Nilai Sementaranya, Jadual 2.18.

$$\text{Nod E} = 8 + 1 = 9$$

Jadual 2.18 : Penyelesaian Langkah 14

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D	7	8	8
E			9
F			
G			8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

15. Pilih Nilai Sementara yang paling kecil bagi yang bukan Nod Singgah. Masukkannya ke dalam Nod Singgah. Nod G mempunyai nilai yang terkecil, Jadual 2.19.
16. Nod F merupakan nod yang boleh dihubungkan dengan Nod Singgah yang baru (Nod G). Kira dan umpukkan Nilai Sementaranya, Jadual 2.20.

$$\text{Nod F} = 8 + 1 = 9$$
17. Pilih Nilai Sementara yang paling kecil bagi yang bukan Nod Singgah. Masukkannya ke dalam Nod Singgah. Nod E dan F mempunyai nilai yang terkecil. Nod F diambil untuk menjadi pilihan, Jadual 2.21.

Jadual 2.19 : Penyelesaian Langkah 15

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D	7	8	8
E			9
F			
G	8	8	8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

Jadual 2.20 : Penyelesaian Langkah 16

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D	7	8	8
E			9
F			9
G	8	8	8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

18. Nod E merupakan nod yang boleh dihubungkan dengan Nod Singgah yang baru (Nod F). Kira dan umpukkan Nilai Sementaranya, Jadual 2.22.

$$\text{Nod E} = 9 + 1 = 10$$

Jadual 2.21 : Penyelesaian Langkah 17

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D	7	8	8
E			9
F	9	9	9
G	8	8	8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

Jadual 2.22 : Penyelesaian Langkah 18

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D	7	8	8
E			10
F	9	9	9
G	8	8	8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

19. Pilih Nilai Sementara yang paling kecil bagi yang bukan Nod Singgah.
 Masukkannya ke dalam Nod Singgah. Nod E dan F mempunyai nilai yang terkecil.
 Nod F diambil untuk menjadi pilihan, Jadual 2.23.

Jadual 2.23 : Penyelesaian Langkah 19

Nod	Nod Singgah	Jarak	Nilai Sementara
A	1	0	0
B	2	2	2
C	5	5	5
D	7	8	8
E	10	9	10
F	9	9	9
G	8	8	8
H	4	3	3
I	3	3	3
J	6	7	7

Pengiraan dibuat bagi mendapatkan jarak terpendek dari nod A ke nod H.

Jarak Nod E – Jarak Nod D = $9 - 8 = 1$ (Betul, Sama dengan nilai pemberat)

Jarak Nod E – Jarak Nod F = $9 - 9 = 0$ (Salah, nilai pemberat adalah 3)

Jadi nilai nod seterusnya adalah D, laluan semasa adalah E-D

Jarak Nod D - Jarak Nod J = $8 - 7 = 1$ (Betul, Sama dengan nilai pemberat)

Jarak Nod D - Jarak Nod C = $8 - 5 = 3$ (Salah, nilai pemberat adalah 4)

Jadi nilai nod seterusnya adalah J, laluan semasa adalah E-D-J

Jarak Nod J - Jarak Nod G = $7 - 8 = -1$ (Salah)

Jarak Nod J - Jarak Nod I = $7 - 3 = 4$ (Betul, Sama dengan nilai pemberat)

Jadi nilai nod seterusnya adalah I, laluan semasa adalah E-D-J-I

Jarak Nod I - Jarak Nod B = $3 - 2 = 1$ (Betul, Sama dengan nilai pemberat)

Jarak Nod I - Jarak Nod A = $3 - 0 = 3$ (Betul, Sama dengan nilai pemberat)

Jadi laluan semasa yang boleh diterima pakai ada dua iaitu E-D-J-I-B-A dan E-D-J-I-A.

Akan tetapi laluan E-D-J-I-A mempunyai bilangan nod yang kurang berbanding dengan laluan semasa E-D-J-I-B-A. Oleh itu, laluan E-D-J-I-A diambil pakai.

2.8.3 Kompleksiti Algoritma

Terdapat dua operasi dalam algoritma ini iaitu :

1. Mencari nilai pemberat arka minimum yang mempunyai darjah kekompleksan $O(n^2)$.
2. Pengemaskinian label yang mempunyai darjah kerumitan $O(m)$. Oleh sebab itu, darjah kerumitan algoritma ini adalah $O(n^2 + m) \approx O(n^2)$.

2.8.4 Perbincangan

Berikut merupakan beberapa kajian aplikasi penggunaan atau manipulasi algoritma *Dijkstra* yang telah dihasilkan.

Agensi Perkhidmatan berkualiti menggunakan algoritma *Dijkstra* yang telah diubahsuai untuk mencari laluan terpendek di antara rangkaian internet yang memenuhi kehendak agen (Farag Sallabi et al., (2005)). Kyu-Yeul et al.(2004) menggunakan algoritma *Dijkstra* dalam menyelesaikan masalah susun atur kemudahan di bahagian yang bertingkat seperti kapal dan bangunan. Penggunaan algoritma ini membantu dalam mengira jarak di antara kemudahan yang ada. Algoritma *Dijkstra* digunakan dalam memilih pemotong yang sesuai bagi masalah pengisaran (*milling*) pelbagai bahagian (Zhiyang Yao et al.,(2003)).

Dijkstra juga digunakan dalam menyelesaikan masalah laluan terpendek bagi rangkaian yang mempunyai kekangan masa dan kelajuan (Kiseok Sung et al.,(2000)). S. Namkoong et al.,(1998) menggunakan algoritma *Dijkstra* ini bagi membantu menyelesaikan masalah pencarian laluan yang optimum bagi rangkaian pengangkutan bandar. Laluan yang optimum ini merupakan modul yang penting dalam membangunkan sistem bantuan jalan raya dan sistem kawalan trafik.

2.9 Algoritma *Bellman-Ford*

Algoritma ini juga dikenali dengan algoritma pencarian ke belakang. Ianya dapat menyelesaikan masalah pemberat yang bernilai negatif tetapi hanya untuk masalah laluan terpendek berpunca tunggal. Di samping itu ia dapat mengenalpasti kitaran negatif pada akhir penyelesaian. Berikut merupakan algoritma *Bellman-Ford*.

initialize $d(1) := 0, d(i) := \infty, i = 2, \dots, n$

pulse $\forall (i, j) \in A, d(j) := \min\{d(j), d(i) + C_{ij}\}$

dengan:

A : Set kumpulan arka

C_{ij} : Nilai pemberat pada arka dari nod i ke nod j .

$d(j)$: Jarak laluan terpendek ke nod j .

i : Nod yang ke- i .

j : Nod yang ke- j .

2.9.1 Langkah penyelesaian

Berikut adalah langkah penyelesaian dalam menjana algoritma *Bellman-Ford*:-

Langkah 1: Setkan $y_r = 0, y_v = \infty, P_r = 0, P_v = -1$ dan $v \neq r$.

Langkah 2: setkan $i = 1$

Langkah 3: Jika $y = (y_v : v \in V)$ tidak memenuhi syarat $y_v + c_{vw} \geq y_w$ bagi $(v, w) \in E$, maka pergi ke langkah 4. Jika sebaliknya, pergi ke Langkah 5.

Langkah 4: Jika $y_v + c_{vw} < y_w$ maka kemaskini $y_w = y_v + c_{vw}$ dan $P_w = v$.

Langkah 5: Berhenti, laluan terpendek telah ditemui. Ulang pengiraan dari nod mula ke nod yang lain.

Langkah 6: Jika $i = n$ di mana $n = |V|$. Berhenti, wujud nilai pemberat negatif dalam kitaran.

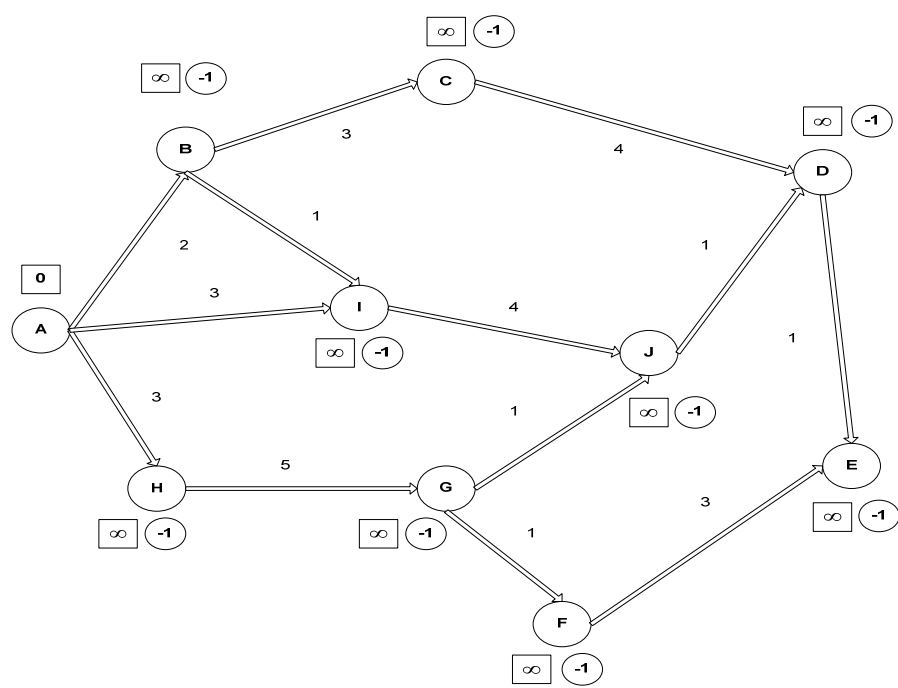
Langkah 7: Setkan $i = i + 1$. Pergi ke langkah 4. Tamat apabila lelaran = n .

2.9.2 Contoh Pengiraan

Berikut merupakan contoh pengiraan bagi algoritma *Bellman-Ford* menggunakan model rangkaian pada Rajah 2.6 sebelum ini.

Langkah 1

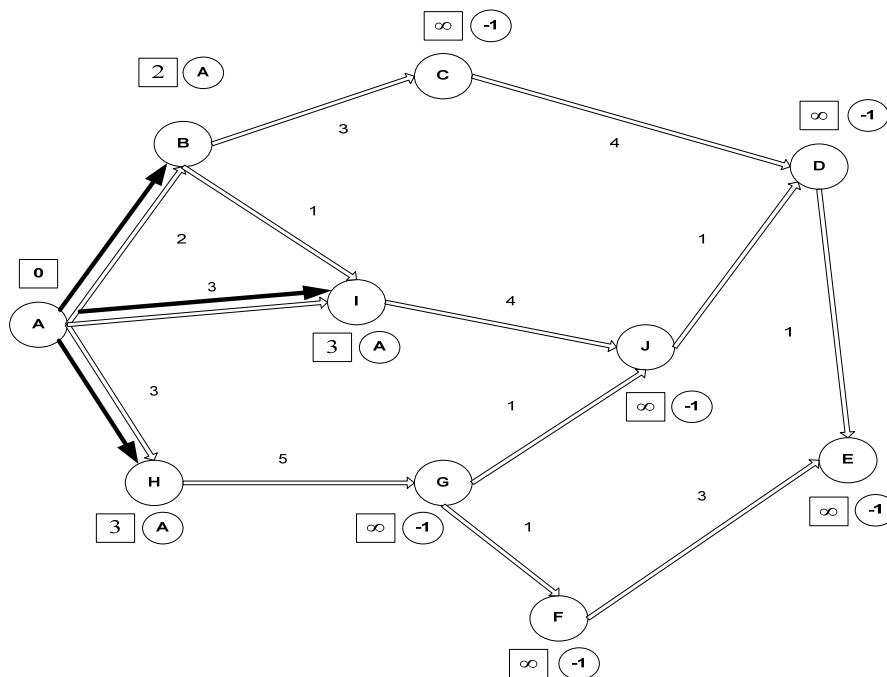
Rajah 2.7 menunjukkan langkah pertama bagi menyelesaikan masalah bagi algoritma *Bellman-Ford*. Setkan $y_r = 0, y_v = \infty, p_r = 0, p_v = -1$ dengan syarat $v \neq r$. r adalah nod mula dan v mewakili nod-nod lain dalam laluan.



Rajah 2.7 : Model penyelesaian bagi Langkah 1

Langkah 2

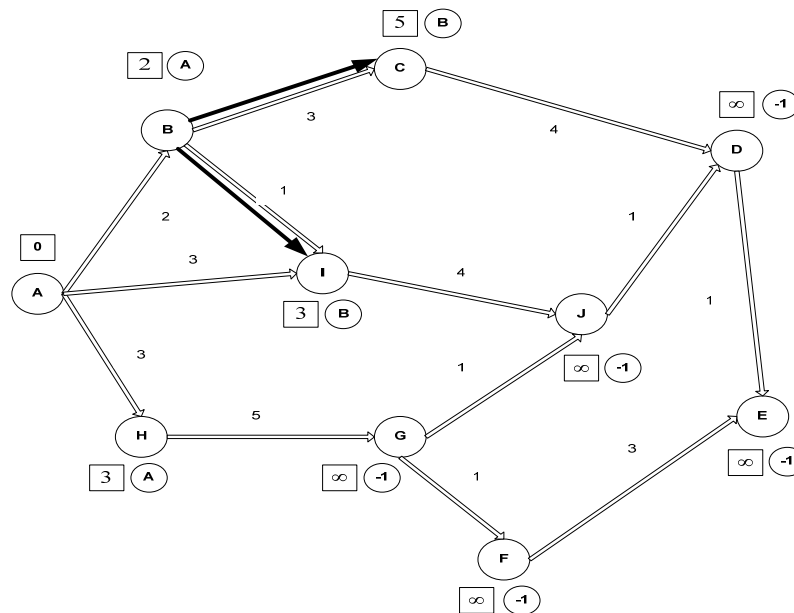
Setkan $i = 1$. Cari nod yang mempunyai hubungan arka dengan nod A. Nod B, I dan H diuji dengan syarat $y_v + c_{vw} \geq y_w$. Nod B tidak memenuhi syarat dengan $0 + 2 \geq \infty$, maka kemaskini nod B dengan $y_B = 2$ dn $P_B = A$. Nod I juga tidak memenuhi syarat $0 + 3 \geq \infty$, maka kemaskini nod I dengan $y_I = 3$ dn $P_I = A$. Bagi nod H juga tidak memenuhi syarat $0 + 3 \geq \infty$, maka kemaskini nod H dengan $y_H = 3$ dn $P_H = A$. Rajah 2.8 menunjukkan penyelesaian bagi Langkah 2.



Rajah 2.8 : Model penyelesaian bagi Langkah 2

Langkah 3

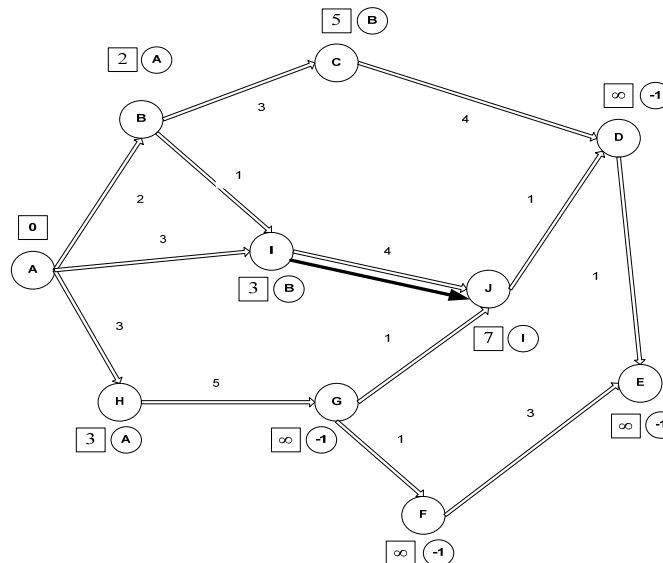
Seterusnya laksanakan pengiraan dari nod B. nod B mempunyai hubungan arka dengan nod C dan nod I. Seperti di langkah 2, syarat mesti dipenuhi. Oleh itu, nod C tidak memenuhi syarat, maka kemaskini nod C dengan $y_C = 5$ dn $P_C = B$. Nod I memenuhi syarat dengan $2 + 1 \geq 3$, maka laluan terpendek telah ditemui. Rajah 2.9 menunjukkan penyelesaian bagi Langkah 3.



Rajah 2.9 : Model penyelesaian bagi Langkah 3

Langkah 4

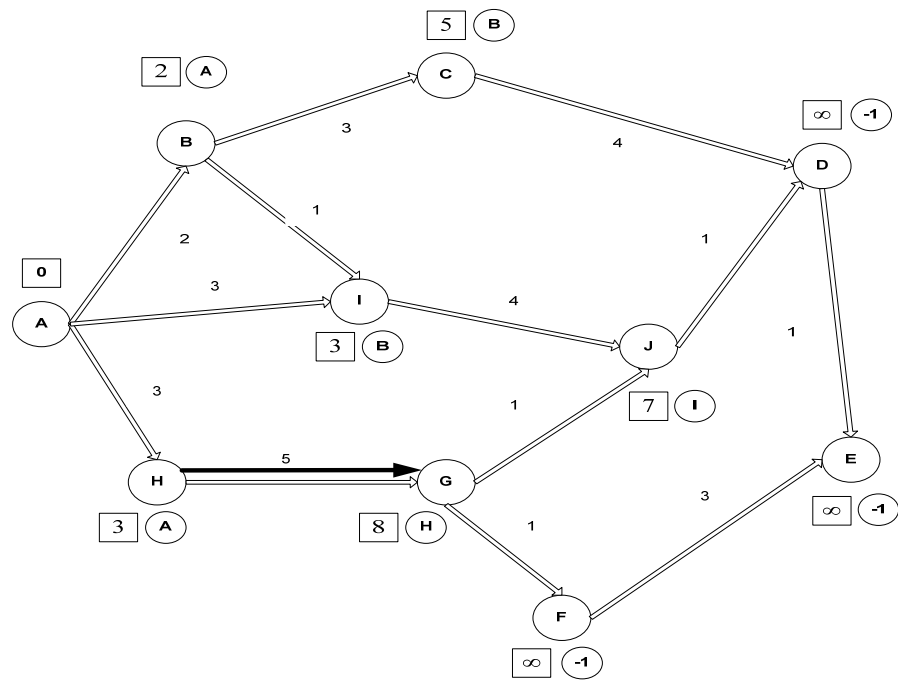
Nod J mempunyai hubungan arka dengan nod I. Nod J memenuhi syarat dengan $3 + 4 \geq 7$. Laluan terpendek telah ditemui. Rajah 2.10 menunjukkan penyelesaian bagi Langkah 4.



Rajah 2.10 : Model penyelesaian bagi Langkah 4

Langkah 5

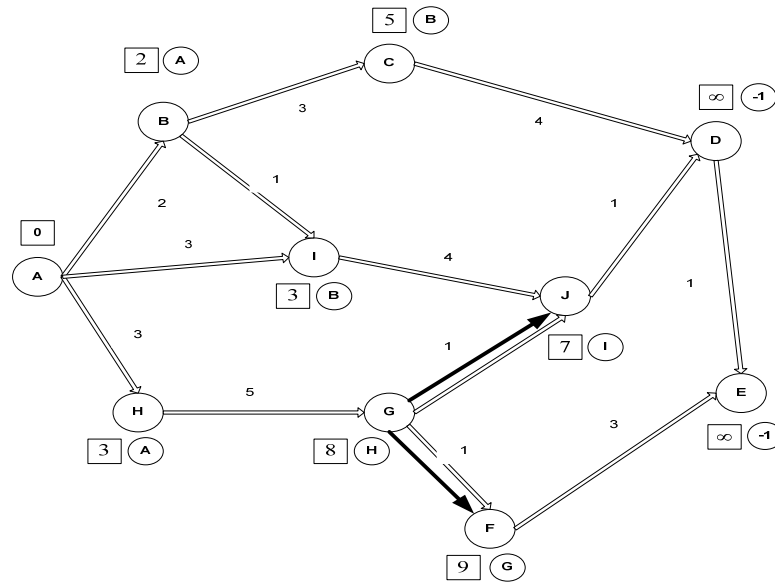
Oleh kerana hanya nod G yang mempunyai hubungan arka dengan nod H maka mulakan dengan nod H ke nod G. Nod G tidak memenuhi syarat dengan $3 + 5 \geq \infty$. Maka kemaskini $y_G = 8$ dan $P_G = H$. Rajah 2.11 menunjukkan penyelesaian bagi Langkah 5.



Rajah 2.11 : Model penyelesaian bagi Langkah 5

Langkah 6

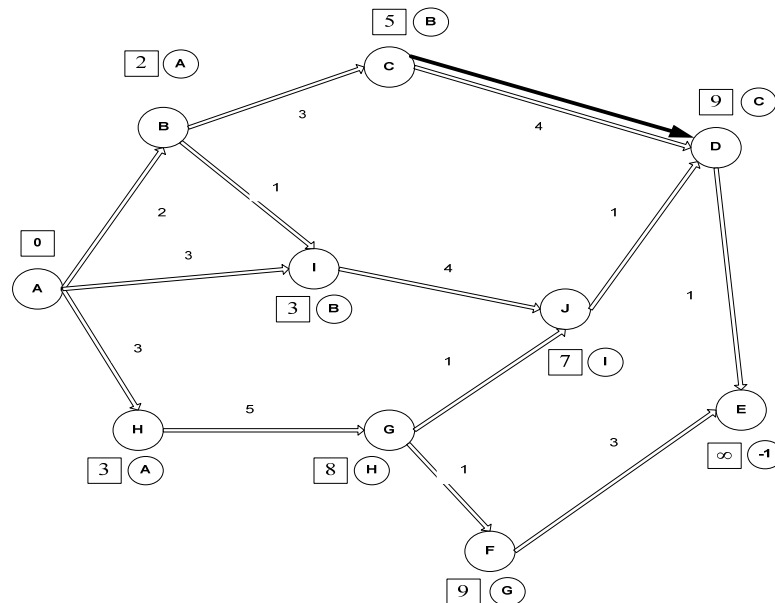
Seterusnya nod G ke nod J dan nod F. bagi nod J, ia tidak memenuhi syarat dengan $8 + 1 \geq 7$. Maka kemaskini $y_J = 9$ dan $P_J = H$. Nod F juga tidak memenuhi syarat dengan $8 + 1 \geq \infty$. Maka kemaskini $y_F = 9$ dan $P_F = G$. Rajah 2.12 menunjukkan penyelesaian bagi Langkah 6.



Rajah 2.12 : Model penyelesaian bagi Langkah 6

Langkah 7

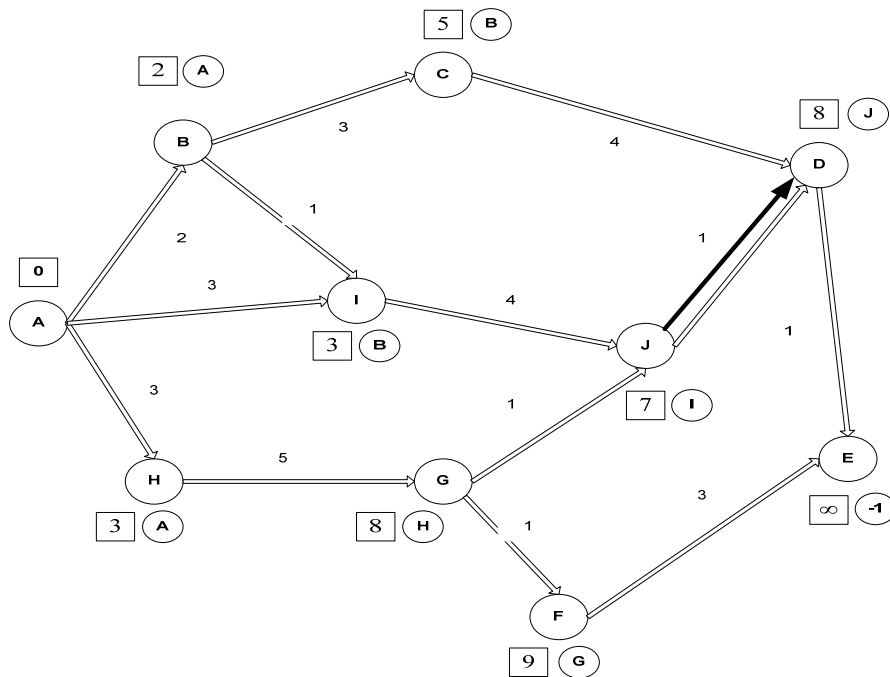
Mula kembali dengan nod C, di mana nod D akan diuji dengan syarat. Nod D tidak memenuhi syarat dengan $5 + 4 \geq \infty$. Maka kemaskini $y_D = 9$ dan $P_D = C$. Rajah 2.13 menunjukkan penyelesaian bagi Langkah 7.



Rajah 2.13 : Model penyelesaian bagi Langkah 7

Langkah 8

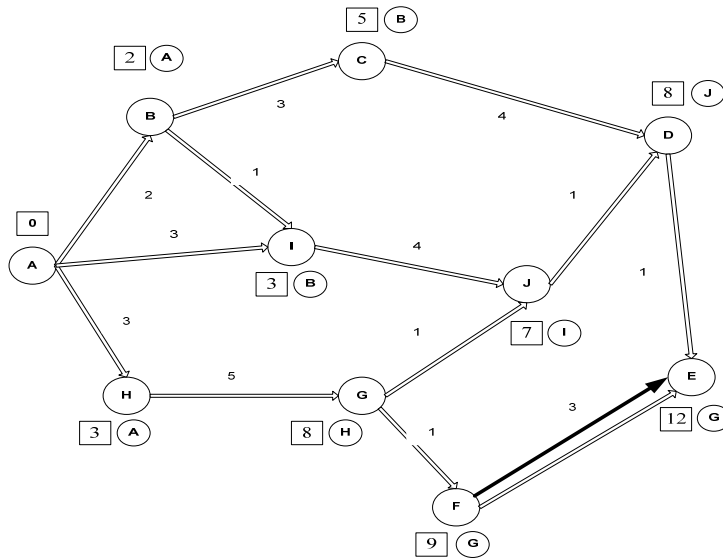
Nod D mempunyai hubungan dengan nod J. Apabila diuji dengan syarat mendapati, nod D memenuhi syarat dengan $7 + 1 \geq 8$. Oleh itu, laluan terpendek telah ditemui. Rajah 2.14 menunjukkan penyelesaian bagi Langkah 8.



Rajah 2.14 : Model penyelesaian bagi Langkah 8

Langkah 9

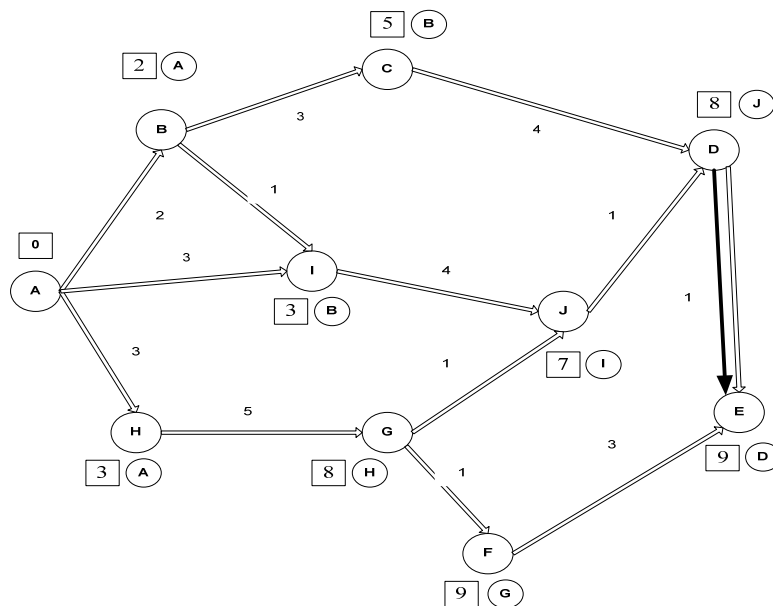
Nod E akan diuji dengan syarat memandangkan ia merupakan nod yang berhubung dengan nod F. Nod E tidak memenuhi syarat dengan $9 + 3 \geq \infty$. Maka kemaskini nod E dengan $y_E = 12$ dan $P_E = F$. Rajah 2.15 menunjukkan penyelesaian bagi langkah 9.



Rajah 2.15 : Model penyelesaian bagi Langkah 9

Langkah 10

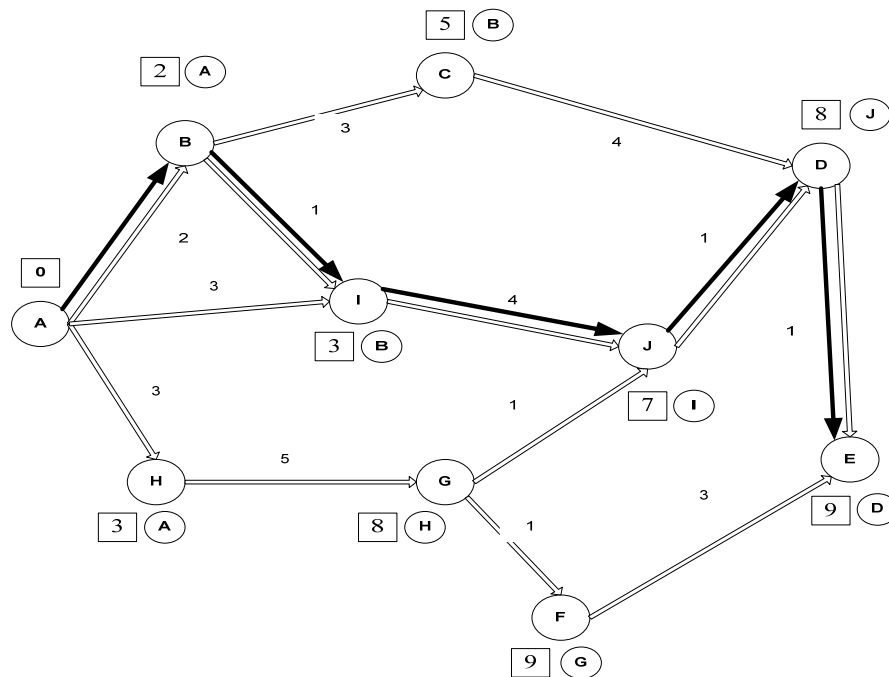
Hubungan nod D ke nod E merupakan pengiraan yang terakhir untuk menguji syarat. Nod E tidak memenuhi syarat dengan $8 + 1 \geq 12$, Maka kemaskini $y_E = 9$ dan $P_E = D$. Rajah 2.16 menunjukkan penyelesaian bagi langkah 10.



Rajah 2.16 : Model penyelesaian bagi Langkah 10

Penyelesaian

Setelah sepuluh langkah pengiraan dilaksanakan, maka laluan terpendek bagi algoritma Bellman-Ford adalah seperti dalam model penyelesaian pada Rajah 2.17.



Rajah 2.17 : Model penyelesaian bagi pengiraan *Bellman-Ford*

2.9.3 Kompleksiti Algoritma

Darjah kekompleksan algoritma ini adalah $O(mn)$ kerana setiap arka mempunyai kekompleksan $O(m)$ bagi sejumlah n nod.

2.9.4 Perbincangan

Berikut merupakan perbincangan ringkas mengenai aplikasi penggunaan algoritma ini. A.L. Roginsky et al., (1999) menggunakan algoritma *Bellman-Ford* dalam pencarian kaedah baru bagi pemilihan laluan terpendek trafik multimedia dengan dua kekangan.

2.10 Algoritma *Floyd-Warshall*

Algoritma *Floyd Warshall* adalah direkabentuk untuk menyelesaikan laluan terpendek setiap pasang nod untuk graf yang mempunyai pemberat yang bernilai negatif. Ia merupakan algoritma yang memberikan matrik kos dan matrik laluan khas untuk mengurangkan pengiraan pada arka dan storan data yang besar. Penggunaan algoritma ini diaplikasikan dengan berkesan kepada sistem laluan terpendek yang berpusat. Sistem berpusat dapat mengawal laluan setiap kenderaan daripada terminal yang disediakan yang mempunyai pangkalan data (atribut dan ruang) yang besar dan mempunyai maklumat laluan terpendek untuk semua titik dalam jaringan.

Algoritma ini menghubungkan mana-mana nod pada graf dapat dipilih sebagai nod punca dan nod punca yang sedia ada dijadikan sebagai nod destinasi. Dalam kaedah ini dua matrik berbentuk $n \times n$ ditakrif iaitu matrik pemberat (d_{ij}) dan matrik laluan terpendek (sp_{ij}). Terdapat n lelaran yang mesti dilakukan ke atas kedua-dua matrik D dan matrik SP.

2.10.1 Algoritma

Berikut merupakan algoritma *Floyd Warshall* :-

```

begin
  for setiap pasangan nod  $[i, j] \in n \times n$  do
     $d[i, j] := \infty$  dan  $pred [i, j] := 0$ ;
  for semua nod  $i \in N$  do  $d[i, i] := 0$ ;
  for semua arka  $(i, j) \in N$  do  $d[i, j] := C_{ij}$  dan  $pred [i, j] := i$ ;
  for setiap  $k := 1$  to  $N$  do
    for setiap  $[i, j] \in N \times N$  do
      if  $d[i, j] > d[i, k] + d[k, j]$  then

```

begin

$d[i, j] := d[i, k] + d[k, j];$

$pred[i, j] := pred[k, j];$

end;

end;

dengan:

i : Nod pada baris i .

j : Nod pada baris j .

N : Bilangan keseluruhan nod.

k : Laluan melalui nod k .

$d[i, j]$: Matrik laluan i ke j .

2.10.2 Langkah penyelesaian

Langkah-langkah penyelesaian bagi *Floyd-Warshall* ditunjukkan seperti berikut :-

Langkah 1: Setkan $D_0 = D$ dan $C_0 = C$. Bermula pada D_{j-1} dan C_{j-1}

Langkah 2: Untuk setiap lelaran hukum segitiga dipertimbangkan.

Jika $a_{j-1}(u, v) \leq a_{j-1}(u, j) + d_{j-1}(j, v)$

maka $a_j(u, v) = d_{j-1}(u, v)$

dan $C(u, v) = C_{j-1}(u, v)$.

Jika tidak

$a_j(u, v) = a_{j-1}(u, j) + d_{j-1}(j, v)$ dan $C(u, v) = C_{j-1}(u, j)$.

Tamat apabila bilangan lelaran = n .

dengan:

C_{ij} : laluan terpendek dari nod i ke nod j .

D_{ij} : pemberat dari nod i ke nod j .

a_{j-1} : nilai semasa bagi lelaran

n : bilangan matrik $n \times n$

2.10.3 Contoh Pengiraan

Penyelesaian bagi algoritma ini menggunakan kaedah matrik iaitu matrik C_{ij} dan D_{ij} . Matrik C_{ij} mewakili pemberat bagi setiap nod, manakala D_{ij} mewakili laluan terpendek bagi model rangkaian dalam Rajah 2.6. Berikut merupakan contoh pengiraan bagi menyelesaikan masalah menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* :-

Lelaran 1

Pengiraan *Floyd-Warshall* menggunakan kaedah matrik dengan mencari matrik C_{ij} dan D_{ij} . Matrik C_{ij} adalah untuk mencari jumlah jarak atau pemberat. Matrik D_{ij} pula untuk mendapatkan laluan terpendek. Pada setiap lelaran, hukum segitiga akan dipertimbangkan . Jadual 2.24 dan 2.25 menunjukkan cara pengiraan bagi lelaran pertama.

Jadual 2.24 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	∞
B	2	0	3	∞	∞	∞	∞	∞	1	∞
C	∞	3	0	4	∞	∞	∞	∞	∞	∞
D	∞	∞	4	0	1	∞	∞	∞	∞	1
E	∞	∞	∞	1	0	3	∞	∞	∞	∞
F	∞	∞	∞	∞	3	0	1	∞	∞	∞
G	∞	∞	∞	∞	∞	1	0	5	∞	1
H	3	∞	∞	∞	∞	∞	5	0	[9]	∞
I	3	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	4
J	∞	∞	∞	1	∞	∞	1	∞	4	0

Jadual 2.25 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	1	2	3	4	5	6	7	8	1	10
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Lelaran 2

Seterusnya lelaran kedua dilaksanakan. Jadual 2.26 dan 2.27 menunjukkan cara mendapatkan C_{ij} dan D_{ij} dalam lelaran 2.

Jadual 2.26 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	∞
B	2	0	3	∞	∞	∞	∞	∞	1	∞
C	5	3	0	4	∞	∞	∞	∞	4	∞
D	∞	∞	4	0	1	∞	∞	∞	∞	1
E	∞	∞	∞	1	0	3	∞	∞	∞	∞
F	∞	∞	∞	∞	3	0	1	∞	∞	∞
G	∞	∞	∞	∞	∞	1	0	5	∞	1
H	3	∞	∞	∞	∞	∞	5	0	9	∞
I	3	1	4	∞	∞	∞	∞	∞	0	4
J	∞	∞	∞	1	∞	∞	1	∞	4	0

Jadual 2.27 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	2	2	3	4	5	6	7	8	2	10
D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	1	2	3	4	5	6	7	8	1	10
I	1	2	2	4	5	6	7	8	9	10
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Lelaran 3

Pengiraan diteruskan dengan lelaran ketiga. Jadual 2.28 dan 2.29 menunjukkan pengiraan bagi mendapatkan matrik C_{ij} dan D_{ij} .

Jadual 2.28 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	∞
B	2	0	3	[7]	∞	∞	∞	∞	1	∞
C	5	3	0	4	∞	∞	∞	∞	4	∞
D	[9]	[7]	4	0	1	∞	∞	∞	∞	1
E	∞	∞	∞	1	0	3	∞	∞	∞	∞
F	∞	∞	∞	∞	3	0	1	∞	∞	∞
G	∞	∞	∞	∞	∞	1	0	5	∞	1
H	3	∞	∞	∞	∞	∞	5	0	9	∞
I	3	1	4	[8]	∞	∞	∞	∞	0	4
J	∞	∞	∞	1	∞	∞	1	∞	4	0

Jadual 2.29 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	1	2	3	3	5	6	7	8	9	10
C	2	2	3	4	5	6	7	8	2	10
D	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10
E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	1	2	3	4	5	6	7	8	1	10
I	1	2	2	3	5	6	7	8	9	10
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Lelaran 4

Lelaran 4 pula menyusul. Jadual 2.3 dan 2.31 menunjukkan matrik C_{ij} dan D_{ij} bagi lelaran 4.

Jadual 2.30 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	∞
B	2	0	3	7	[8]	∞	∞	∞	1	[8]
C	5	3	0	4	[5]	∞	∞	∞	4	[5]
D	9	7	4	0	1	∞	∞	∞	∞	1
E	[10]	[8]	[5]	1	0	3	∞	∞	∞	∞
F	∞	∞	∞	∞	3	0	1	∞	∞	∞
G	∞	∞	∞	∞	∞	1	0	5	∞	1
H	3	∞	∞	∞	∞	∞	5	0	9	∞
I	3	1	4	8	[9]	∞	∞	∞	0	4
J	[10]	[6]	[5]	1	[2]	∞	1	∞	4	0

Jadual 2.31 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	1	2	3	3	4	6	7	8	9	4
C	2	2	3	4	4	6	7	8	2	4
D	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10
E	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	1	2	3	4	5	6	7	8	1	10
I	1	2	2	3	4	6	7	8	9	10
J	4	4	4	4	4	6	7	8	9	10

Lelaran 5

Seterusnya lelaran kelima dilaksanakan. Jadual 2.32 dan 2.33 menunjukkan cara mendapatkan C_{ij} dan D_{ij} dalam lelaran 5.

Jadual 2.32 : Jadual SP_{ij} bagi Lelaran 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	∞
B	2	0	3	7	8	[11]	∞	∞	1	8
C	5	3	0	4	5	[8]	∞	∞	4	5
D	9	7	4	0	1	[4]	∞	∞	∞	1
E	10	8	5	1	0	3	∞	∞	∞	∞
F	∞	∞	∞	∞	3	0	1	∞	∞	∞
G	∞	∞	∞	∞	∞	1	0	5	∞	1
H	3	∞	∞	∞	∞	∞	5	0	9	∞
I	3	1	4	8	9	[12]	∞	∞	0	4
J	10	6	5	1	2	5	1	∞	4	0

Jadual 2.33 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	1	2	3	3	4	5	7	8	9	4
C	2	2	3	4	4	5	7	8	2	4
D	3	3	3	4	5	5	7	8	9	10
E	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	1	2	3	4	5	6	7	8	1	10
I	1	2	2	3	4	5	7	8	9	10
J	4	4	4	4	4	6	7	8	9	10

Lelaran 6

Seperti lelaran yang sebelumnya, seterusnya hukum segitiga dilaksanakan pada lajur dan baris F. Jadual 2.34 dan 2.35 menunjukkan cara mendapatkan C_{ij} dan D_{ij} dalam lelaran 6.

Jadual 2.34 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	∞
B	2	0	3	7	8	11	[12]	∞	1	8
C	5	3	0	4	5	8	[9]	∞	4	5
D	9	7	4	0	1	4	[5]	∞	∞	1
E	10	8	5	1	0	3	[4]	∞	∞	∞
F	∞	∞	∞	∞	3	0	1	∞	∞	∞
G	∞	∞	∞	∞	[4]	1	0	5	∞	1
H	3	∞	∞	∞	∞	∞	5	0	9	∞
I	3	1	4	8	9	12	[13]	∞	0	4
J	10	6	5	1	2	5	1	∞	4	0

Jadual 2.35 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	1	2	3	3	4	5	6	8	9	4
C	2	2	3	4	4	5	6	8	2	4
D	3	3	3	4	5	5	6	8	9	10
E	4	4	4	4	5	6	6	8	9	10
F	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G	1	2	3	4	6	6	7	8	9	10
H	1	2	3	4	5	6	7	8	1	10
I	1	2	2	3	4	5	6	8	9	10
J	4	4	4	4	4	6	7	8	9	10

Lelaran 7

Seterusnya lelaran 7, baris dan lajur G dilaksanakan. Jadual 2.36 dan 2.37 menunjukkan cara mendapatkan C_{ij} dan D_{ij} dalam lelaran 7.

Jadual 2.36 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	∞	∞	∞	∞	∞	3	3	∞
B	2	0	3	7	8	11	12	[17]	1	[8]
C	5	3	0	4	5	8	9	[14]	4	[5]
D	9	7	4	0	1	4	5	[10]	∞	[1]
E	10	8	5	1	0	3	4	[9]	∞	[5]
F	∞	∞	∞	∞	3	0	1	[6]	∞	[2]
G	∞	∞	∞	∞	4	1	0	5	∞	1
H	3	∞	∞	∞	[9]	[6]	5	0	9	[6]
I	3	1	4	8	9	12	13	[18]	0	4
J	10	6	5	1	2	[2]	1	[6]	4	0

Jadual 2.37 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 7

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	1	2	3	3	4	5	6	7	9	7
C	2	2	3	4	4	5	6	7	2	7
D	3	3	3	4	5	5	6	7	9	7
E	4	4	4	4	5	6	6	7	9	7
F	1	2	3	4	5	6	7	7	9	7
G	1	2	3	4	6	6	7	8	9	10
H	1	2	3	4	7	7	7	8	1	7
I	1	2	2	3	4	5	6	7	9	10
J	4	4	4	4	4	7	7	7	9	10

Lelaran 8

Seterusnya baris dan lajur H pula akan melaksanakan hukum segitiga. Jadual 2.38 dan 2.39 menunjukkan cara mendapatkan C_{ij} dan D_{ij} dalam lelaran 8.

Jadual 2.38 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	∞	∞	[12]	[9]	[8]	3	3	[9]
B	2	0	3	7	8	11	12	17	1	8
C	5	3	0	4	5	8	9	14	4	5
D	9	7	4	0	1	4	5	10	[19]	1
E	10	8	5	1	0	3	4	9	[18]	5
F	[9]	∞	∞	∞	3	0	1	6	[15]	2
G	[8]	∞	∞	∞	4	1	0	5	[14]	1
H	3	∞	∞	∞	9	6	5	0	9	6
I	3	1	4	8	9	12	13	18	0	4
J	[9]	6	5	1	2	2	1	6	4	0

Jadual 2.39 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	3	4	8	8	8	8	9	8
B	1	2	3	3	4	5	6	7	9	7
C	2	2	3	4	4	5	6	7	2	7
D	3	3	3	4	5	5	6	7	8	7
E	4	4	4	4	5	6	6	7	8	7
F	8	2	3	4	5	6	7	7	8	7
G	8	2	3	4	6	6	7	8	8	10
H	1	2	3	4	7	7	7	8	9	7
I	1	2	2	3	4	5	6	7	9	10
J	8	4	4	4	4	7	7	7	9	10

Lelaran 9

Seterusnya lelaran 9 dilaksanakan. Jadual 2.40 dan 2.41 menunjukkan cara mendapatkan C_{ij} dan D_{ij} dalam lelaran 9.

Jadual 2.40 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 9

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	[7]	[11]	12	9	8	3	3	[7]
B	2	0	3	7	8	11	12	17	1	[5]
C	5	3	0	4	5	8	9	14	4	5
D	9	7	4	0	1	4	5	10	19	1
E	10	8	5	1	0	3	4	9	18	5
F	9	∞	∞	∞	3	0	1	6	15	2
G	8	∞	∞	∞	4	1	0	5	14	1
H	3	∞	∞	∞	9	6	5	0	9	6
I	3	1	4	8	9	12	13	18	0	4
J	[7]	[5]	5	1	2	2	1	6	4	0

Jadual 2.41 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 9

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	9	9	8	8	8	8	9	9
B	1	2	3	3	4	5	6	7	9	9
C	2	2	3	4	4	5	6	7	2	7
D	3	3	3	4	5	5	6	7	8	7
E	4	4	4	4	5	6	6	7	8	7
F	8	2	3	4	5	6	7	7	8	7
G	8	2	3	4	6	6	7	8	8	10
H	1	2	3	4	7	7	7	8	9	7
I	1	2	2	3	4	5	6	7	9	10
J	9	9	4	4	4	7	7	7	9	10

Lelaran 10

Lelaran 10 merupakan lelaran yang terakhir kerana $n = 10$. Jadual 2.42 dan 2.43 menunjukkan cara mendapatkan C_{ij} dan D_{ij} dalam lelaran 10.

Jadual 2.42 : Jadual C_{ij} bagi Lelaran 10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	2	7	[8]	[9]	9	8	3	3	7
B	2	0	3	[6]	[7]	[7]	[6]	[11]	1	5
C	5	3	0	4	5	[7]	[6]	[11]	4	5
D	[8]	7	4	0	1	[3]	[2]	7	[5]	1
E	10	8	5	1	0	3	4	9	[6]	5
F	9	[7]	[7]	[3]	3	0	1	6	[6]	2
G	8	[6]	[6]	[2]	[3]	1	0	5	[5]	1
H	3	[11]	[11]	[7]	[8]	6	5	0	9	6
I	3	1	4	[5]	[6]	[6]	[5]	[10]	0	4
J	7	5	5	1	2	2	1	6	4	0

Jadual 2.43 : Jadual D_{ij} bagi Lelaran 10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	1	2	9	10	10	8	8	8	9	9
B	1	2	3	10	10	10	10	10	9	9
C	2	2	3	4	4	10	10	10	2	7
D	10	3	3	4	5	10	10	7	10	7
E	4	4	4	4	5	6	6	7	10	7
F	8	10	10	10	5	6	7	7	10	7
G	8	10	10	10	10	6	7	8	10	10
H	1	10	10	10	10	7	7	8	9	7
I	1	2	2	10	10	10	10	10	9	10
J	9	9	4	4	4	7	7	7	9	10

2.10.4 Kompleksiti Algoritma

Pada setiap lelaran, diambil kira nod lain sebagai nod pertengahan $\rightarrow O(n)$ lelaran dan dibandingkan n^2 segitiga untuk n^2 pasangan $\rightarrow O(n^2)$. Oleh itu, darjah kekompleksan algoritma adalah $= O(n^3)$.

2.11 Perbincangan Umum

Laluan terpendek mempunyai pelbagai jenis aplikasi dalam pengangkutan dan komunikasi. Berikut merupakan beberapa perbincangan ringkas berkenaan dengan perbandingan dan pembaikan yang telah dibuat.

Yijie Han (2004) telah membuat satu pembaikan terhadap algoritma laluan terpendek setiap pasang nod. Beliau menggunakan penguraian terhadap pendaraban matrik. Hasilnya masa larian adalah $O(n^3(\log(\log n)/\log n)^{4/7})$. Walaupun terdapat

perubahan dalam masa larian, beliau masih mengharap masa larian yang lebih baik dapat dicapai masa akan datang.

Bellman-Ford merupakan salah satu algoritma yang digunakan dalam membuat perbandingan bagi mencari laluan optimum dalam perkhidmatan rangkaian jalur lebar. Bilangan simulasi rangkaian topologi yang berbeza digunakan untuk membandingkan pencapaian di antara dua algoritma ini. Dan didapati algoritma *Bellman-Ford* ini tidak sesuai dalam masalah *NP-complete* (Wen-Lin Yang (2004)).

Jadual 2.44 menunjukkan perbezaan masa larian dan kompleksiti antara *Floyd-Warshall* dan *Johnson*.

Jadual 2.44 : Perbandingan masa larian dan kompleksiti bagi algoritma *Floyd-Warshall* dan *Johnson*.

Bil	Bil. Nod	Masa larian FW	Masa Larian Johnson	FW (n^3)	Johnson ($n(m+n \log n)$)
1	10	4476	1289	0.5595	0.461485003
2	20	4537	1575	0.567125	0.408291032
3	30	4541	1781	0.567625	0.361850065
4	60	5398	3358	0.67475	0.41379727
5	90	5606	3758	0.70075	0.332323987
6	140	5744	4414	0.718	0.265421221
7	190	5858	5376	0.73225	0.244896866
8	200	6010	6016	0.75125	0.261377893
9	220	5966	6211	0.74575	0.247004854
10	230	5955	6249	0.744375	0.238423721
11	250	5949	6074	0.743625	0.214338053
12	300	6031	6940	0.753875	0.20617736
13	350	5953	7437	0.744125	0.190779049

Yin dan Zhou (2003) telah membuat perbandingan masa larian bagi algoritma *Floyd Warshall* dan *Johnson*. Sebanyak 13 set data (n) yang berasingan telah digunakan dalam pengujian ini. Di dapati bagi set data (n) 10, 20, 30, 60, 90, 140, 190 algoritma *Johnson* mempunyai nilai masa larian kurang dari algoritma *Floyd Warshall*. Manakala bagi set data (n) 200, 220, 230, 250, 300, 250 algoritma *Floyd Warshall* memberikan nilai masa larian yang paling berkesan daripada algoritma *Johnson*. Ini membuktikan bahawa algoritma *Johnson* memang sesuai bagi graf yang tidak padat.

Mustafa (2003) membuat perbandingan masa proses bagi algoritma *Floyd-Warshall* menggunakan bilangan nod yang berlainan. Data set yang digunakan adalah 20, 41, 59, 90, 90, 123, 151, 192 dan 232. Keputusannya adalah, dengan Pertambahan bilangan nod, masa proses bagi algoritma juga akan bertambah. Jadual 2.45 menunjukkan hasil penjanaan nod menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*.

Jadual 2.45 : Keputusan perbandingan masa proses bagi algoritma *Floyd-Warshall* menggunakan set nod yang berbeza.

Bil	Bil. Nod	Bil. Arka	Arka/Nod Ratio	Masa Proses (saat)
1	20	19	0.95000000	0.2226563
2	41	43	1.04878049	1.209961
3	59	67	1.13559322	3.141406
4	90	105	1.16666666	13.33984
5	123	147	1.19512195	34.87012
6	151	191	1.26490066	97.99219
7	192	247	1.28645833	166.48
8	232	300	1.29310340	324.39

Mustafa (2003) juga telah membuat pembuktian bahawa kerumitan pemprosesan bagi *Floyd-Warshall* bukan hanya bergantung pada pertambahan bilangan nod, tetapi dengan pertambahan bilangan arka juga akan mempengaruhi kompleksitinya. Ujian

dilakukan pada enam set data yang mempunyai bilangan nod yang sama tetapi mempunyai bilangan arka yang berbeza. Keputusan yang diperolehi adalah seperti dalam Jadual 2.36. Diketahui bahawa kadar kerumitan algoritma *Floyd-Warshall* adalah $O(n^3)$. Ia bergantung pada nilai n iaitu bilangan nod. Di samping itu, Jadual 2.46 juga menunjukkan bahawa bilangan arka mempengaruhi masa penjaanaan. Ini kerana setiap kali bilangan arka bertambah, nilai masa proses juga akan bertambah.

Jadual 2.46 : Keputusan kadar kerumitan algoritma.

Bil	Bil. Nod	Bil. Arka	Arka/Nod (Ratio)	Masa Proses (s)
1.	34	55	1.617647	2.021484
2.	34	60	1.764705	2.419922
3.	34	65	1.911764	3.019531
4.	34	70	2.058823	3.740234
5.	34	75	2.205882	4.781250
6.	34	80	2.352941	5.719727

Zhan dan Noon (1998) telah mencadangkan supaya kaedah *Bellman-Ford* tidak digunakan dalam pencarian laluan terpendek bagi rangkaian jalan raya di Amerika Syarikat. Ini kerana lariannya memberi masa yang panjang berbanding dengan *Dijkstra*.

2.12 Kesimpulan

Bahagian ini memberi penerangan tentang perbandingan secara umum antara kaedah yang telah dipilih. Perbandingan ini penting bagi melihat kekuatan dan kelemahan sesuatu kaedah. Kaedah-kaedah ini dianalisa dari jaringan graf dan pemberat.

Jaringan graf

Yang dimaksudkan dengan perbandingan secara graf adalah dari segi hala atau keadaan graf yang sesuai bagi kaedah-kaedah yang dipilih.

Dijkstra - Algoritma ini sesuai digunakan bagi graf yang mempunyai satu punca nod tunggal.

Bellman-Ford - Kaedah ini digunakan untuk graf yang berarah. Sesuai untuk graf yang padat. Ia juga sesuai bagi graf yang mempunyai satu punca nod tunggal.

Floyd Warshall - Kaedah ini dapat menyelesaikan masalah bagi graf yang berarah tetapi tidak mempunyai kitaran negatif. Ia sesuai digunakan bagi graf yang padat.

Pemberat

Pemberat merupakan jarak, kos atau masa perjalanan dalam konteks jaringan jalan raya.

Dijkstra - *Dijkstra* merupakan algoritma yang hanya membenarkan pemberat yang positif sahaja.

Bellman-Ford - *Bellman-Ford* pula membenarkan pemberat yang positif dan negatif dalam lelarannya.

Floyd Warshall - Algoritma ini dapat menyelesaikan masalah terpendek bagi graf yang mempunyai pemberat yang bernilai negatif.

Dalam kajian literatur, penghuraian yang lebih jelas dilakukan terhadap faktor yang menyumbang dalam kajian ini. Data yang digunakan merupakan data sebenar dari rangkaian jalan raya di semenanjung Malaysia. Maka, struktur jalan raya perlu diambil kira bagi memudahkan analisa terhadap rangkaian. Penerangan terhadap laluan terpendek dan rangkaian perlu, bagi mengetahui kaitannya dengan kajian ini.

Terdapat tiga kaedah yang dinyatakan dalam bab ini iaitu, kaedah *Dijkstra*, kaedah *Bellman-Ford* dan kaedah *Floyd Warshall*. Kaedah *Floyd Warshall* dirasakan paling sesuai untuk rangkaian jalan raya di Malaysia yang sederhana padat.

BAB III

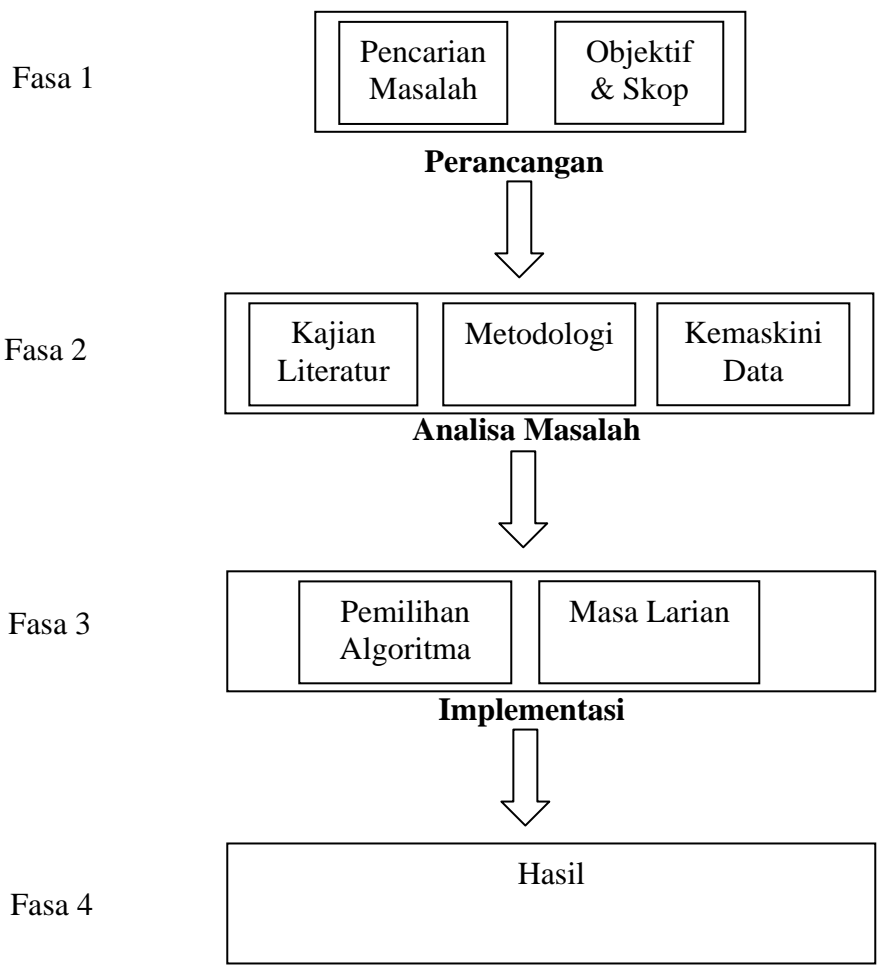
METODOLOGI

3.1 Pengenalan

Bab ini akan menerangkan rangka kerja bagi kajian ini. Secara umumnya rangka kerja bagi membantu keseluruhan proses kajian serta menjelaskan prosidur dalam melaksanakan kajian. Rajah 3.1 dapat memberi gambaran secara mendalam berkenaan dengan kajian yang sedang dijalankan.

3.2 Rangka Kerja Kajian

Objektif utama kajian ini adalah untuk membuat perbandingan dalam kaedah laluan terpendek seterusnya mendapatkan kaedah yang terbaik. Seterusnya, dengan menggunakan data jalan raya di Malaysia, satu sistem diberi nama *eMap - Malaysia Road Map* akan dibangunkan berdasarkan kaedah yang telah dipilih. Rajah 3.1 menunjukkan rangka kerja yang digunakan dalam kajian. Secara amnya, ia terbahagi kepada empat fasa yang penting iaitu perancangan, analisa masalah, implementasi, dan pembangunan *eMap - Malaysia Road Map*.



Pembangunan eMap - Malaysia Road Map

Rajah 3.1: Rangka kerja kajian

3.3 Fasa 1 : Perancangan

Pada fasa pertama, terdapat beberapa aktiviti penting dalam perancangan iaitu pencarian masalah, objektif dan skop serta perancangan sepanjang tempoh kajian. Bahagian ini telah diterangkan pada bab yang sebelumnya. Kepentingan projek kepada umum juga menjadi keutamaan dalam fasa ini.

3.4 Fasa 2 : Analisa masalah

Fasa ini mencari algoritma laluan terpendek yang sesuai bagi kajian ini. Algoritma akan dipilih berdasarkan keberkesanannya dalam mencari laluan terpendek dan penggunaannya dengan meluas. Tiga algoritma yang dipilih telah dihuraikan secara terperinci dalam Bab 2. Di samping itu, data yang diperolehi akan di analisa bagi mendapatkan jarak dan maklumat yang berkaitan. Data ini dikeluarkan dari peta rangkaian jalanraya semenanjung Malaysia, Jabatan Kerja Raya Malaysia.

3.5 Fasa 3 : Implementasi

Setelah algoritma dikenalpasti, proses pengiraan kompleksiti terhadap algoritma berkenaan akan dijalankan. Seterusnya masa larian akan dijana menggunakan kesemua algoritma yang dipilih dan data yang telah dikemaskini. Masa larian ini dilakukan pada komputer peribadi. Hasil dari masa larian ini seharusnya selari dengan hasil daripada pengiraan kompleksiti. Pemilihan perisian juga ditentukan dalam fasa ini.

3.6 Fasa 4 : Pembangunan *eMap - Malaysia Road Map*

Bahagian ini melibatkan pembangunan *eMap - Malaysia Road Map*, iaitu dengan menggunakan kaedah yang telah dipilih, disokong oleh data daripada Jabatan Kerja Raya dan juga membangunkan pangkalan data untuk rangkaian jalan raya di Malaysia. Perisian yang telah dipilih digunakan untuk membangunkan prototaip *eMap - Malaysia Road Map*. Pengujian prototaip boleh dilakukan dalam fasa ini dan berulang kali dengan sokongan data yang ada.

3.7 Kesimpulan

Metodologi kajian adalah proses pelaksanaan sebenar bagi kajian. Fokus diberikan kepada semua fasa yang disebutkan. Permasalahan amat penting kerana di situ bermula kajian.

Kajian literatur dalam fasa kedua memainkan peranan penting untuk mendapatkan segala maklumat berkenaan dengan kaedah yang dipilih. Di samping itu, pengemaskinian data daripada peta jalan raya semenanjung Malaysia juga merupakan hal yang penting. Seterusnya, analisa dijalankan ke atas data yang diperolehi. Set data inilah yang akan digunakan dalam fasa tiga.

Fasa ketiga merupakan fasa implementasi dengan cara melakukan pengiraan kompleksiti terhadap beberapa kaedah yang dipilih. Kemudian, masa larian dijana bagi mendapatkan masa yang terbaik daripada kaedah tersebut. Bagi penjanaan masa larian, set data yang telah dikemaskini dalam fasa dua digunakan.

Fasa ke empat ialah hasil praktikal daripada kaedah yang dicadangkan dengan data yang disediakan. Hasil ini boleh diuji untuk dilihat keberkesanan penggunaannya.

BAB IV

DATA DAN PERBINCANGAN

4.1 Pengenalan

Hasil berkenaan pengiraan kompleksiti dan masa larian di antara kaedah-kaedah yang telah dipilih dinyatakan dalam bab ini. Perbandingan ini merupakan elemen penting dalam mencari kaedah yang terbaik dalam laluan terpendek bagi jaringan jalan raya di Malaysia. Untuk memudahkan kiraan, data jaringan jalan raya di Johor dan Melaka digunakan. Data negeri lain daripada Jabatan Kerja Raya yang dipaparkan dalam bahagian ini juga akan memberi impak yang sama. Bahagian terakhir ialah hasil Prototaip *eMap - Malaysia Road Map* yang sedia digunakan untuk melihat keberkesanannya.

4.2 Kompleksiti Berkomputer

Bagi mendapatkan kaedah yang terbaik, jumlah operasi dalam satu pengulangan dianggarkan bagi kaedah *Dijkstra*, kaedah *Bellman-ford* dan kaedah *Floyd-Warshall*.

Kaedah Dijkstra - bagi setiap n lelaran memerlukan n penjumlahan, n^2 kali proses dilakukan, maka ia memerlukan $n^2 + n$, dengan

$$d(j) := d(i) + C_{ij}$$

Kaedah Bellman-Ford - bagi setiap n lelaran memerlukan n penjumlahan, dengan

$$\forall (i, j) \in A, d(j) := \min\{d(j), d(i) + C_{ij}\}$$

Kaedah Floyd Warshall - bagi setiap n lelaran memerlukan, $2n$ penjumlahan, dan $n \times n \times n = n^3$ maka ia memerlukan $n^3 + 2n$.

Bagi nilai n yang besar, kompleksiti bagi algoritma *Floyd Warshall* adalah n^3 iaitu dengan

```

for setiap k := 1 to N do
  for setiap [i, j] ∈ N × N do
    if d[i, j] > (d[i, k] + d[k, j]) then
      d[i, j] := d[i, k] + d[k, j]

```

Jadual 4.1 menunjukkan jumlah operasi untuk setiap kaedah yang telah dibincangkan.

Jadual 4.1 : Jumlah Operasi

Kaedah	Jumlah Operasi
<i>Dijkstra</i>	$n^2 + n$
<i>Bellman-Ford</i>	$n(m+1)$
<i>Floyd-Warshall</i>	$n^3 + 2n$

Berdasarkan Jadual 4.1, kaedah *Floyd-Warshall* memberikan pengiraan kompleksiti yang terbaik iaitu bersifat kubik. Oleh itu, proses pengiraan akan lebih laju berbanding dengan dua lagi kaedah tersebut.

4.3 Masa larian

Masa larian adalah pengiraan yang melibatkan proses algoritma laluan terpendek yang djana. Masa mula dan masa tamat proses diambilkira. Pengukuran hanya dibuat pada komputer peribadi bersaiz sederhana, *Pentium IV*. Larian dilakukan sebanyak dua kali untuk melihat variasi masa yang dihasilkan oleh kaedah *Dijkstra*, kaedah *Bellman-Ford* dan kaedah *Floyd-Warshall*. Janaan ini meliputi keseluruhan jalan raya di Johor dan Melaka yang melibatkan 196 nod. Jadual 4.2 menunjukkan masa larian bagi ketiga-tiga kaedah.

Jadual 4.2: Masa Larian untuk ketiga-tiga kaedah

Laluan	Algoritma (Masa Proses (saat))					
	<i>Dijkstra</i>		<i>Bellman-Ford</i>		<i>Floyd-Warshall</i>	
	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L1</i>	<i>L2</i>
<i>Johor Bahru – Skudai</i>	0.03	0.05	0.05	0.05	3.56	0.0
<i>Johor Bahru – Muar</i>	0.05	0.03	0.03	0.03	3.56	0.0
<i>Johor Bahru – Mersing</i>	0.05	0.03	0.03	0.05	3.56	0.0
<i>Merlimau – Batang Melaka</i>	0.02	0.03	0.02	0.03	3.56	0.0
<i>Johor Bahru – Bemban</i>	0.03	0.05	0.05	0.02	3.56	0.0
<i>Johor Bahru – Batang Melaka</i>	0.03	0.05	0.05	0.03	3.56	0.0

Masa yang dijanakan oleh kaedah *Dijkstra* bagi kedua-dua laluan (*L1* dan *L2*) berkisar di antara 0.02 saat dan 0.05 saat. Janaan algoritma ini mengambilkira nod sumber dan nod destinasi yang digunakan. Algoritma ini mengira laluan terpendek melalui kedua-dua nod ini. kemudian menggunakan proses ke belakang untuk mencari laluan terpendek.

Kaedah *Bellman-Ford* menggunakan ide nod sumber dan nod destinasi seperti dalam kaedah *Dijkstra*. Bagaimanapun, semasa pengiraan dijalankan, proses melabelkan laluan terpendek terus dijalankan. Setelah selesai, laluan pendek diperolehi bermula dari nod sumber, mencari label sehingga nod destinasi. Masa larian *L1* dan *L2* adalah seperti kaedah *Dijkstra*.

Larian pertama ($L1$) bagi *Floyd-Warshall* memerlukan masa selama 3.56 saat kerana algoritmanya mengambilkira keseluruhan nod dalam rangkaian yang diuji, dalam hal ini Johor dan Melaka. Dalam larian kedua ($L2$), masa bernilai sifar kerana laluan telah dijanakan, maka nilai jarak dan laluan terus dipaparkan. Untuk larian seterusnya, masa larian juga sifar kerana laluan terpendek sudah disimpan hanya untuk dipaparkan sahaja.

4.4 Perbincangan pilihan kaedah

Dalam Bab 3 telah ditekankan bahawa salah satu kaedah yang terbaik akan dipilih untuk membangunkan sistem jalan raya yang diberi nama *eMap - Malaysia Road Map*. Berdasarkan Bahagian 4.3, ketiga-tiga kaedah mempunyai kelebihan masing-masing. Walaupun kaedah *Bellman-Ford* dan kaedah *Dijkstra* memberikan masa yang sangat pantas, tetapi masalahnya ialah laluan terpendek perlu ditentukan pada setiap larian.

Dengan mengambilkira aspek pengaturcaraan, kaedah *Floyd-Warshall* dianggap paling sesuai berpandukan alasan janaan laluan terpendek hanya dilakukan sekali sahaja iaitu untuk larian pertama. Sungguhpun masa agak lama diperlukan untuk larian pertama, tetapi memandangkan kelajuan komputer pada masa ini hal ini memang boleh diatasi. Oleh yang demikian, untuk pembangunan *eMap - Malaysia Road Map* kaedah *Floyd-Warshall* dipilih dengan menggunakan data jalan raya yang disediakan oleh Jabatan Kerja Raya.

4.5 Rangkaian Jalan Raya di Malaysia

Jabatan Kerja Raya Malaysia menyediakan peta untuk setiap negeri yang memaparkan rangkaian terbaru jalan raya dalam tiga kategori, *Lebuhraya*, *Jalan Persekutuan* dan *Jalan Negeri*. Rajah 4.1 – Rajah 4.11 memaparkan rangkaian jalan di Malaysia yang ada sehingga tahun 2000. Maklumat terbaru boleh dirujuk kepada Jabatan Kerja Raya negeri atau pusat di Kuala Lumpur.



Rajah 4.1: Peta Jalan Raya Negeri Johor



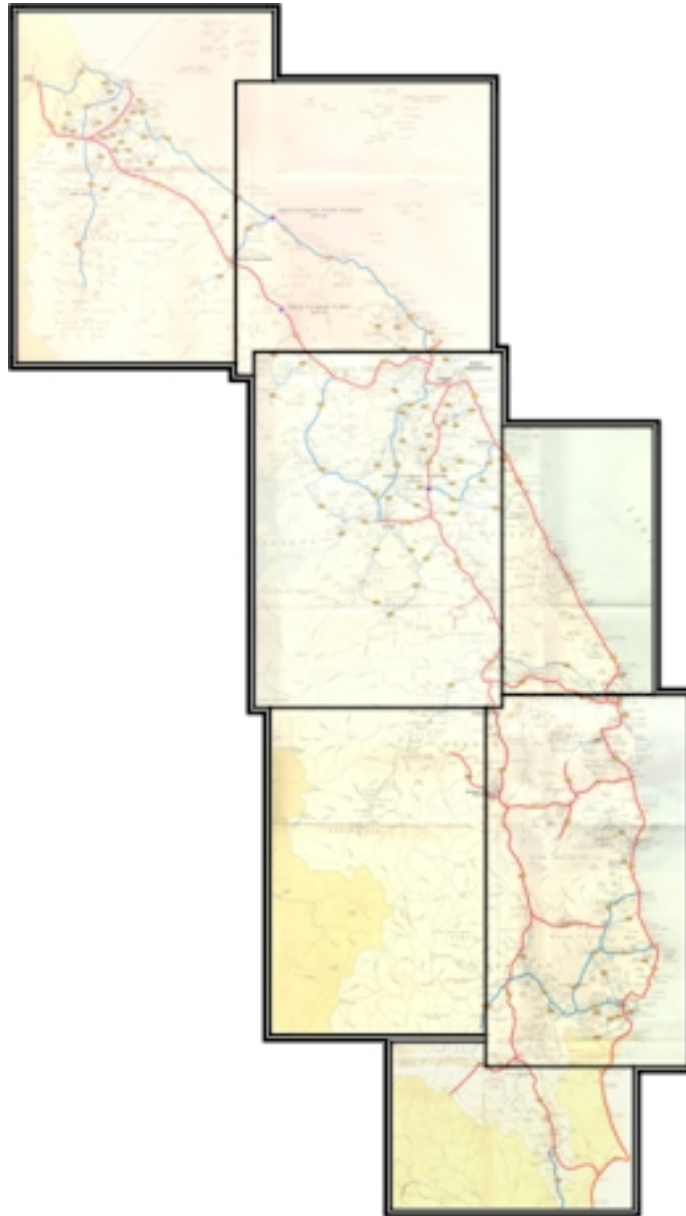
Rajah 4.2: Peta Jalan Raya Negeri Melaka



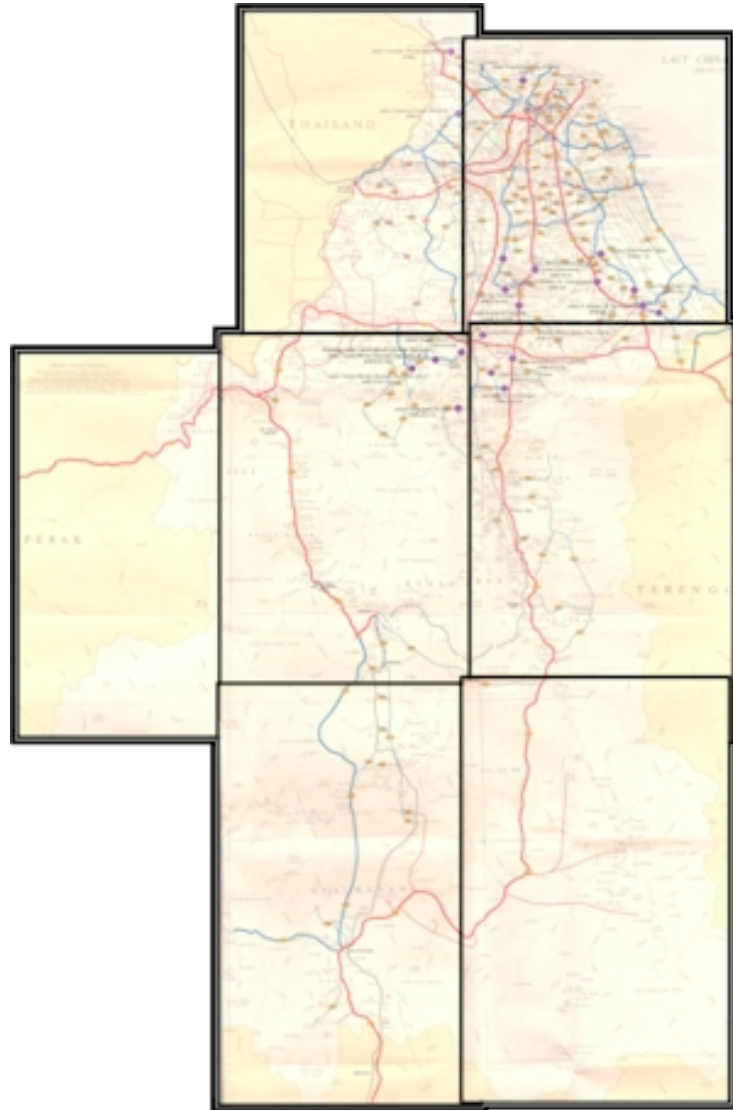
Rajah 4.3: Peta Jalan Raya Negeri Sembilan



Rajah 4.4: Peta Jalan Raya Negeri Pahang



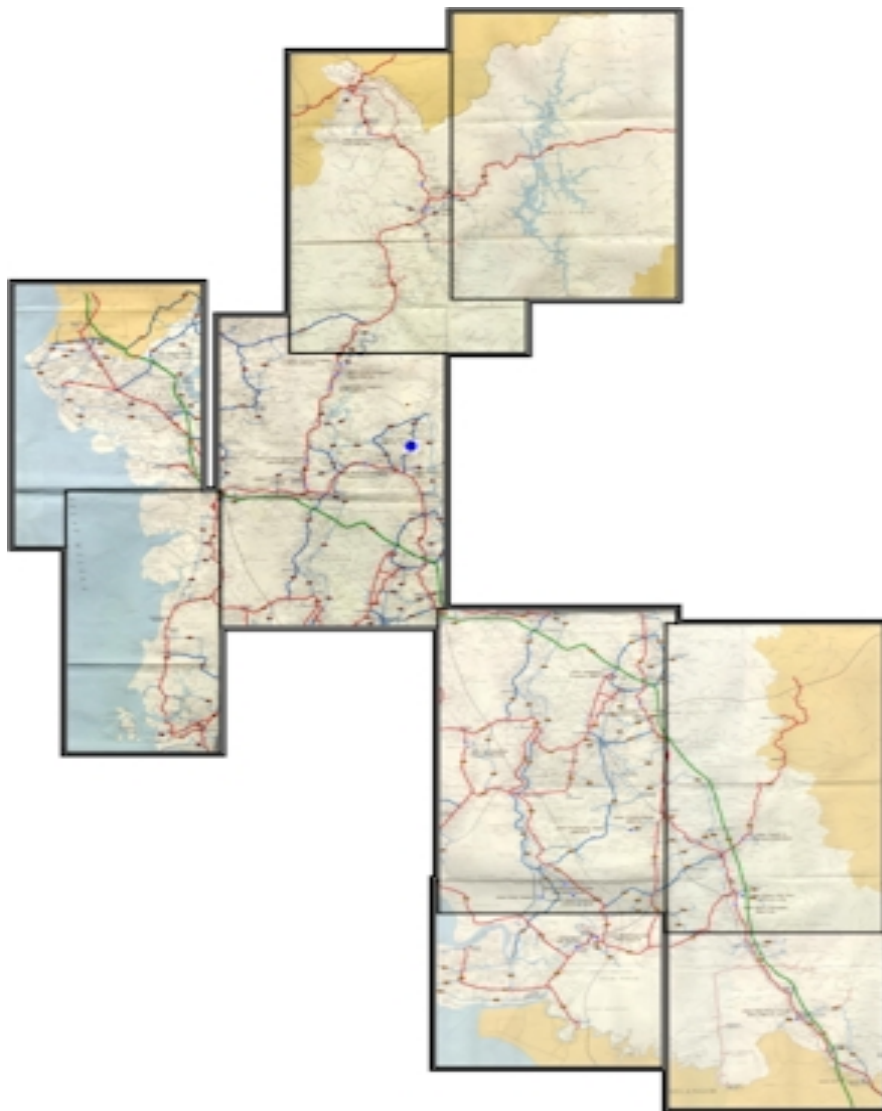
Rajah 4.5: Peta Jalan Raya Negeri Terengganu



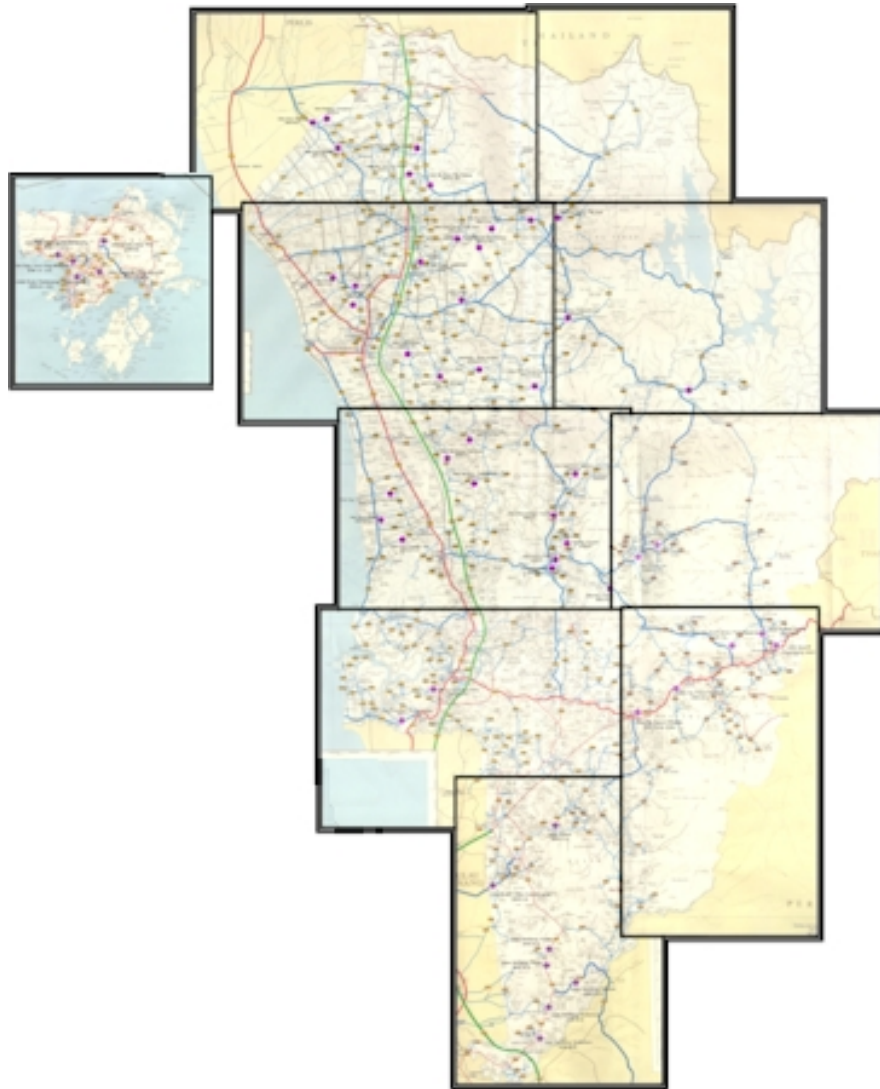
Rajah 4.6: Peta Jalan Raya Negeri Kelantan



Rajah 4.7: Peta Jalan Raya Negeri Selangor



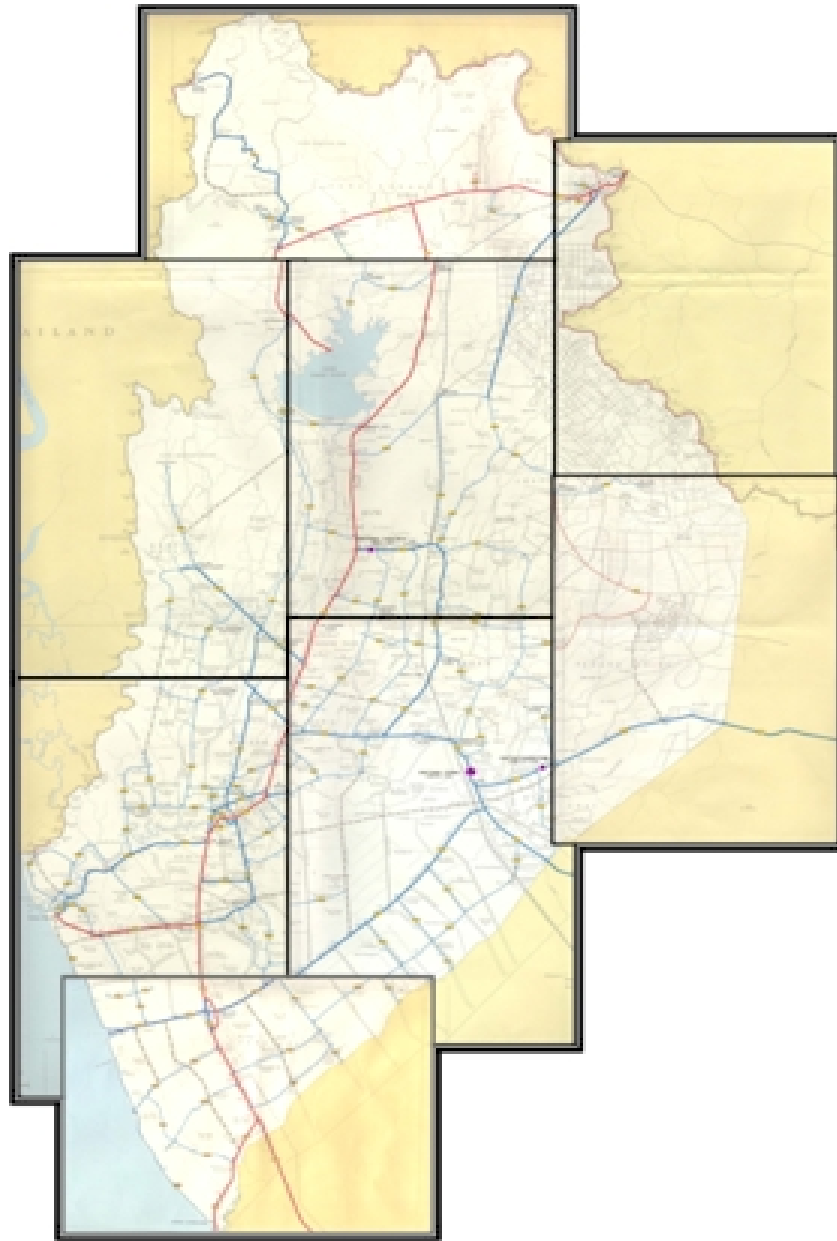
Rajah 4.8: Peta Jalan Raya Negeri Perak



Rajah 4.9: Peta Jalan Raya Negeri Kedah



Rajah 4.10: Peta Jalan Raya Negeri Pulau Pinang



Rajah 4.11: Peta Jalan Raya Negeri Perlis

Kesemua nama tempat bagi setiap negeri ini diberi dalam bentuk tanda pengenalan (*ID*), misalnya Johor Bahru diberi $ID = 1$. Lihat Jadual 4.3 yang memaparkan 146 ID bagi pekan atau bandar di seluruh negeri Johor.

Jadual 4.3 : ID pekan atau bandar di negeri Johor

ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar
1	Johor Bahru	38	Benut	75	Kg. Sg. Rengit	112	Sagil
2	Tampoi	39	Simpang Renggam Interchange	76	Tanjung Pengerang	113	Gerisek
3	Tebrau	40	Layang-Layang	77	Kr. Dohol	114	Kg. Teratai
4	Skudai	41	Simpang Renggam	78	Kg. Ulu Sedili	115	Panchor
5	Lima Kedai	42	Renggam	79	Rengit	116	Bukit Kepong
6	Kempas (Interchange)	43	Kluang	80	Senggarang	117	Pagoh
7	Pasir Gudang	44	Machap (Interchange)	81	Lapangan Terbang Batu Pahat	118	Pagoh Interchange
8	Masai	45	Ayer Hitam Interchange	82	Seri Gading	119	Jementah
9	Kg. Kong Kong	46	Machap	83	Tanjung Semberong	120	Segamat
10	Plentong	47	Kg. Paya	84	Parit Raja	121	Felcra Tebing Tinggi
11	Skudai Interchange	48	Niyor	85	Batu Pahat	122	Buloh Kasap
12	Senai	49	Kg. Semberong	86	Peserai	123	Batu Anam
13	Kangkar Pulai	50	Kg. Gajah	87	Semerah	124	Tumpang
14	Kg. Ulu Choh	51	Paloh	88	Parit Puasa Darat	125	Felda Kg. Awat
15	Gelang Patah	52	Kahang Kangkar	89	Tongkang Pecah	126	Tenang
16	Kg. Tanjung Kupang	53	Kota Tinggi	90	Parit Sulong	127	Felda Redong
17	Senai Utara(Interchange)	54	Kg. Semangar	91	Seri Medan	128	Labis
18	Kulai	55	Bandar Tenggara	92	Parit Ulong	129	Pekan Ayer Panas
19	Ulu Tiram	56	Lombong	93	Kg. Parit Yaani	130	Sungai Karas
20	Kg. Ayer Bemban	57	Air Tawar	94	Yong Peng Interchange Utara	131	Felda Maokil
21	Kulai Interchange	58	Kg. Hj. Mohd. Jambi	95	Yong Peng Interchange Selatan	132	Bekok
22	Teck Wah Heng	59	Gugusan Air Tawar	96	Yong Peng	133	Chaah
23	Kg. Sedenak	60	Bandar Mas	97	Kangkar Baharu	134	Tenggaroh
24	Kangkar Sg. Tiram	61	Sungai Mas	98	Ayer Hitam	135	Tanjung Leman
25	Sedenak (Interchange)	62	Semenchu	99	Pekan Baru	136	Jemaluang
26	Pekan Nenas	63	Mawai	100	Parit Jawa	137	Kangkar Lengor
27	Pontian Kecil	64	Simpang Wa Ha	101	Parit Bakar	138	Kg. Sri Pantai
28	Kg. Teluk Kerang	65	Bandar Easter	102	Sungai Balang	139	Mersing
29	Kg. Sawah	66	Lok Heng	103	Muar (Bandar Maharani)	140	Felda Nitar
30	Bandar Permas	67	Kuala Sedili	104	Bukit Pasir	141	Gugusan Felda Nitar

Jadual 4.3 : ID pekan atau bandar di negeri Johor (sambungan)

ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar
31	Kukup	68	Tanjung Sedili Kecil	105	Parit Bunga	142	Felcra Tanah Abang
32	Kg. Serkat	69	Desaru	106	Kesang	143	Kg. Tenglu
33	Pontian Besar	70	Tanjung Gemoh	107	Sungai Mati	144	Air Papan
34	Kayu Ara Pasong	71	Tanjung Belungkor	108	Batu Kangkar	145	Penyabong
35	Ayer Baloi	72	Gugusan Felda Keledang	109	Tangkak Interchange	146	Padang Endau
36	Ulu Sungai Ayer Baloi	73	Bandar Penawar	110	Bukit Gambir		
37	Sanglang	74	Punggai	111	Tangkak		

Pelaksanaan *ID* ini diteruskan untuk negeri Melaka seperti dalam Jadual 4.4 berikut.

Jadual 4.4 : ID pekan atau bandar di negeri Melaka

ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar	ID	Pekan/bandar
147	Sungai Rambai	160	Chin Chin	173	Kuala Sungai Baru	186	Durian Tunggal
148	Merlimau	161	Jasin Interchange	174	Ramuan China Besar	187	Ayer keroh Interchange
149	Solok Pantai	162	Sempang Bugis	175	Kuala Linggi	188	Simpang Ampat Interchange
150	Kg. Bukit Serkam	163	Kandang	176	Kg. Tanjung Agas	189	Pulau Sebang
151	Bemban	164	Bandar Melaka	177	Felda Ramuan China	190	Kemuning
152	Jasin	165	Ayer Molek	178	Lubuk China	191	Felda Hutan Percha
153	Sempang Kerayong	166	Tanjung Keling	179	Brisu	192	Felda Solok Menggong
154	Kesang Pajak	167	Bukit Baru	180	Simpang Ampat	193	Felda Bukit Bulat Machap
155	Selandar	168	Tangga Batu	181	Lendu	194	Machap Baru
156	Batang Melaka	169	Batu Berendam	182	Alor Gajah	195	Sepang Kuala Sungga
157	Nyalas	170	Kg. Baharu Sungai Udang	183	Kg. Paya Datok	196	Sempang Gading
158	Sempang Bekoh	171	Paya Rumput	184	Rembia		
159	Bukit Asahan	172	Masjid Tanah	185	Melaka Pindah		

ID untuk negeri lain diteruskan dengan cara yang sama, sila rujuk

LAMPIRAN A.

ID ini kemudian dipautkan dengan jarak masing-masing iaitu dari *ID* sumber ke *ID* destinasi. Jadual 4.5 menunjukkan sebahagian pautan antara *ID* dalam negeri Johor.

Jadual 4.5: Contoh pautan SUMBER, DESTINASI dan JARAK

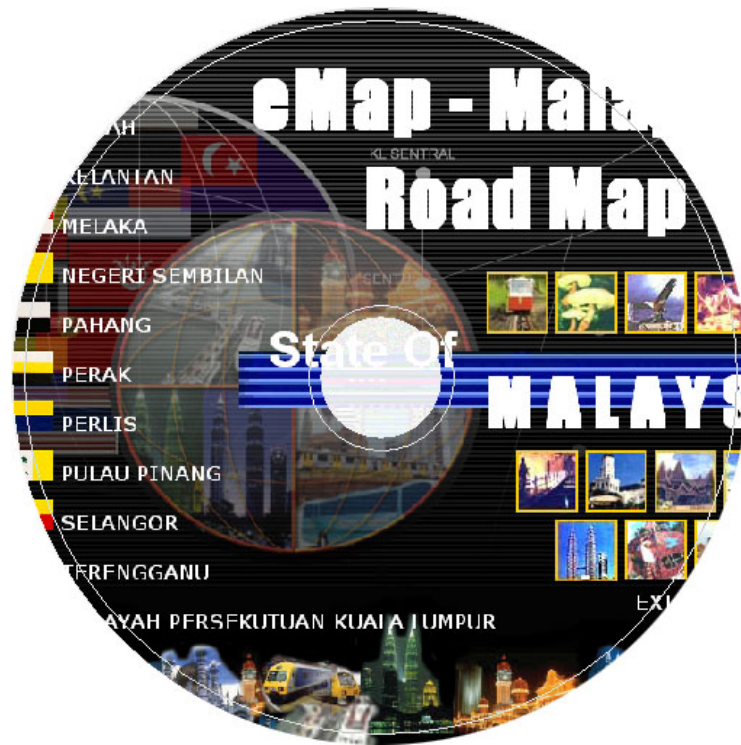
SUMBER	DESTINASI	JARAK (KM)	SUMBER	DESTINASI	JARAK (KM)
1	2	9	4	5	8
1	3	3	4	11	4
2	1	9	4	12	6.8
2	3	4	4	13	10
2	4	8.2	5	4	8
3	1	3	5	15	7.5
3	2	4	6	3	5.5
3	6	5.5	6	11	7
3	7	19	7	3	19
3	19	11.5	7	8	11
4	2	8.2	7	8	0.5

Dalam Jadual 4.5, *ID* 1 (sumber) adalah bandar Johor Bahru, manakala *ID* 2 (destinasi) ialah pekan Tampoi. Jarak di antara kedua-dua tempat ini ialah 9 Km. Oleh kerana jalan ini dua hala, maka *ID* 2 boleh pula menjadi sumber dan *ID* 1 menjadi destinasi dengan jarak masih 9 Km. Lihat pautan *ID* 1 ke *ID* 2 dan kemudian ke *ID* 3 yang menyatakan jalan dari Johor Bahru ke Tampoi bersambung ke Tebrau (*ID* 3) dengan tambahan jarak 4 Km.

Pautan lain boleh dipandukan dengan cara yang sama. Untuk maklumat lengkap sila rujuk LAMPIRAN B. Pautan ini digunakan untuk membangun pangkalan data rangkaian jalan raya. Pangkalan data ini amat mudah diubahsuai hanya dengan menambah atau menghapuskan mana-mana pautan yang tidak lagi digunakan.

4.6 CD-ROM *eMap - Malaysia Road Map*

Pembangunan prototaip *eMap - Malaysia Road Map* adalah hasil akhir daripada projek ini. CD-ROM ini ditunjukkan pada Rajah 4.12 dan Rajah 4.13. pangkalan data yang dibina pada masa ini hampir meliputi semua negeri di Semenanjung Malaysia dan bersedia diuji oleh pengguna.



Rajah 4.12: CD-ROM *eMap - Malaysia Road Map*

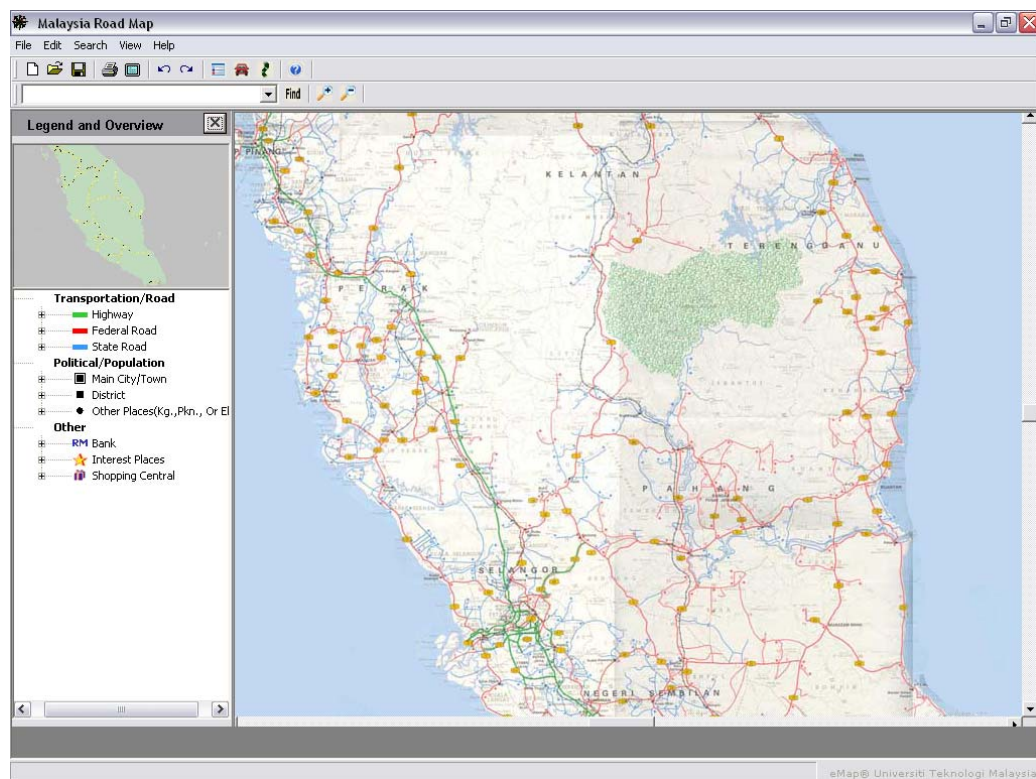


Rajah 4.13: Kulit CD-ROM *eMap - Malaysia Road Map*

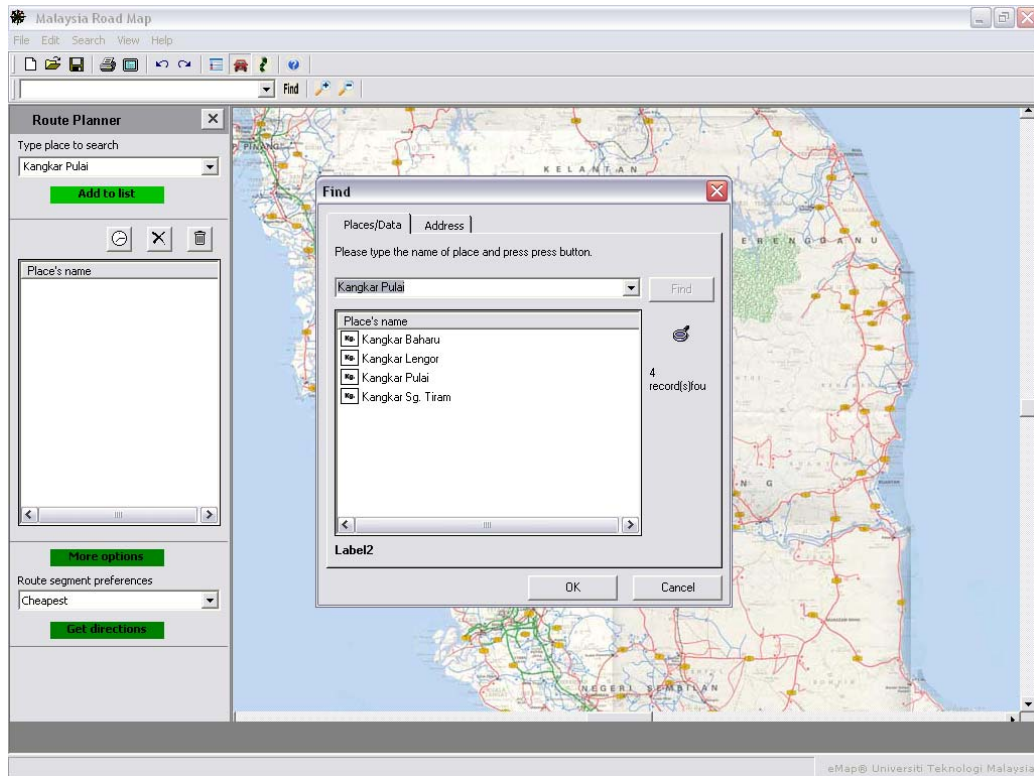
Berikut ialah Rajah 4.14 – Rajah 4.21 yang memaparkan beberapa antara muka yang terdapat perisian *eMap - Malaysia Road Map*.



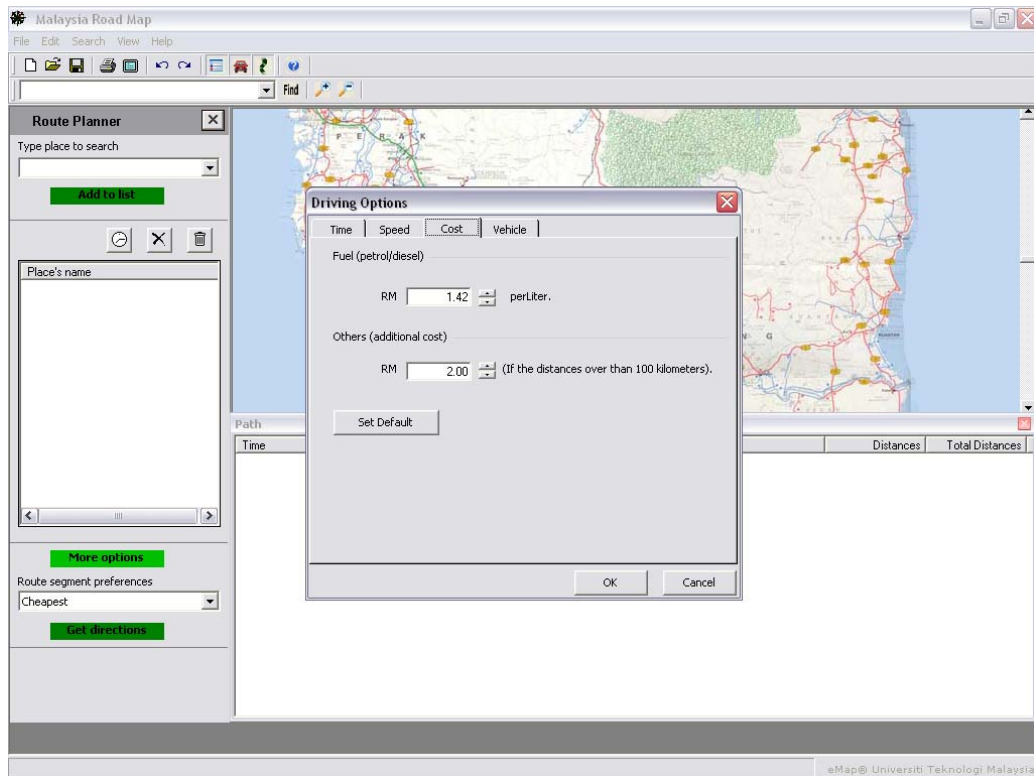
Rajah 4.14: skrin permulaan



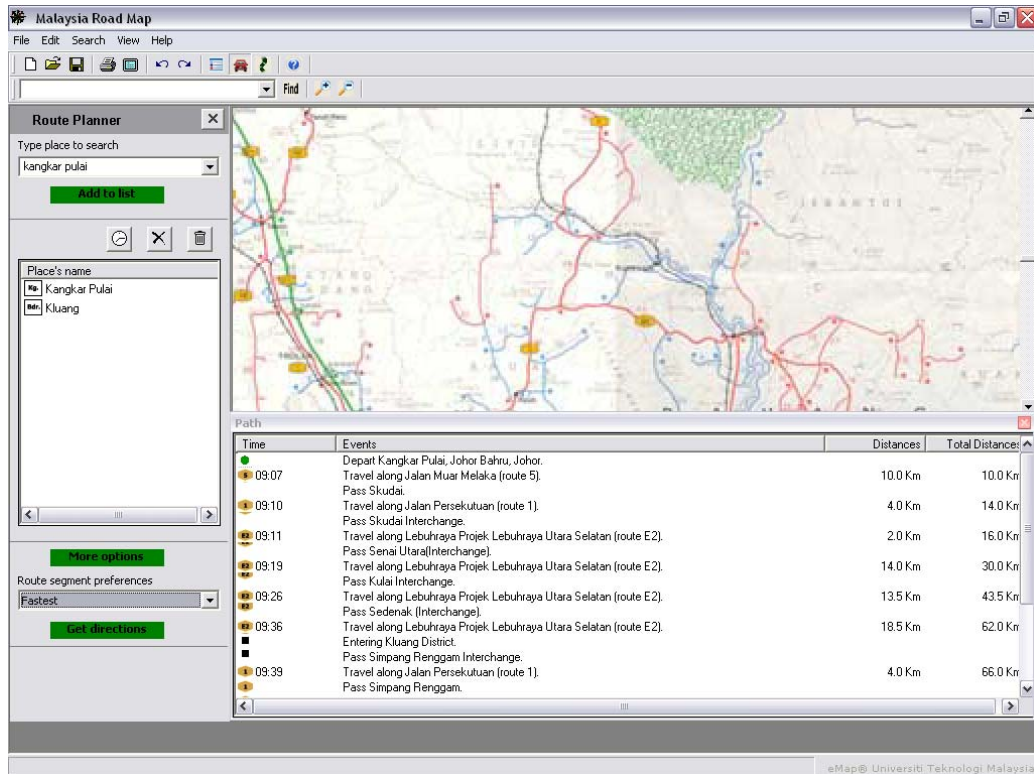
Rajah 4.15: skrin utama



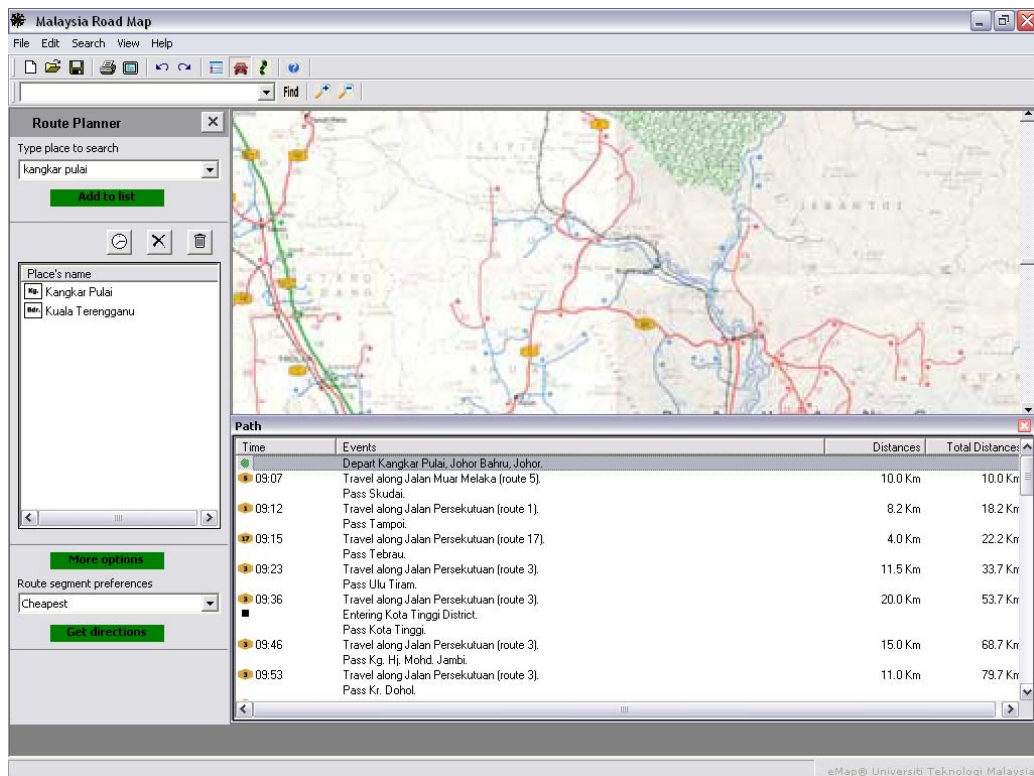
Rajah 4.16: skrin pilih laluan



Rajah 4.17: skrin pilihan perjalanan



Rajah 4.18: Laluan Kangkar Pulai – Kluang



Rajah 4.19: Laluan Kangkar Pulai – Kuala Terengganu

The screenshot shows the Malaysia Road Map software interface. The 'Route Planner' window is open, displaying a map of the route from Seremban to Johor Bahru. A 'Driving Options' dialog box is overlaid on the map, showing driving speed estimates for different road types:

Road Type	Speed (Kilometers/Hour)
Highway	110
Federal road	90
State road	70

The 'Path' window below the map shows a table of events along the route:

Time	Events	Distances	Total Distance
09:03	Depart Seremban, Seremban, Negeri Sembilan. Travel along Jalan Persekutuan (route 53). Pass Pot Dickson (Interchange).	4.0 Km	4.0 Km
09:05	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Pass Senawang (Interchange).	3.0 Km	7.0 Km
09:14	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Entering Riembau District. Pass Pedas/Linggi Interchange.	16.0 Km	23.0 Km
09:27	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Entering Alor Gajah District. Entering Melaka State. Pass Simpang Ampat Interchange.	24.0 Km	47.0 Km
09:40	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Pass Ayer Keroh Interchange.	23.0 Km	70.0 Km
09:48	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Entering Jasin District.	15.0 Km	85.0 Km

Rajah 4.20: Laluan Seremban – Johor Bahru (permulaan)

The screenshot shows the Malaysia Road Map software interface. The 'Route Planner' window is open, displaying a map of the route from Seremban to Johor Bahru. The 'Path' window below the map shows a table of events along the route:

Time	Events	Distances	Total Distance
11:14	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Pass Kulai Interchange.	13.5 Km	241.5 Km
11:22	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Pass Senai Utara (Interchange).	14.0 Km	255.5 Km
11:23	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Pass Sikudai Interchange.	2.0 Km	257.5 Km
11:27	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Pass Kempas (Interchange).	7.0 Km	264.5 Km
11:30	Travel along Lebuhraya Projek Lebuhraya Utara Selatan (route E2). Pass Tebrau.	5.5 Km	270.0 Km
11:32	Travel along Jalan Persekutuan (route 3). Arrive at Johor Bahru, Johor Bahru, Johor.	3.0 Km	273.0 Km

Summary statistics for the route:

- Total distances : 273 Km.
- Total times : 2 Hour(s) 32 Minute(s).
- Total costs : RM 40.77.

Rajah 4.21: Laluan Seremban – Johor Bahru (penghujung)

4.7 Kesimpulan

Ada tiga perkara utama yang perlu diberi tumpuan perbincangan dalam bab ini. Walaupun kaedah *Floyd-Warshall* didapati memerlukan masa yang lama pada larian pertama, tetapi kelebihanannya pada larian berikut diambilkira dalam pemilihan kaedah. Perancangan pembangunan sistem bermula dengan persiapan pangkalan data yang mudah difahami. Ini telah dapat dilakukan dengan jayanya. Sistem *eMap - Malaysia Road Map* akhirnya dapat dibangunkan dan berfungsi dengan baik. Untuk mengatasi masalah memuatkan data pada pertama kali yang memerlukan, jadi skrin permulaan (Rajah 4.14) diperuntukkan untuk penjanaaan laluan. Sebaik sahaja proses penjanaaan laluan selesai, skrin utama muncul dan pengguna boleh terus menggunakan tanpa ada gangguan masa.

BAB V

KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Pengenalan

Bab ini mengupas hasil yang diperolehi bagi mencapai objektif kajian. Ada tiga perkara utama iaitu pemilihan kaedah antara *Dijkstra*, *Bellman-Ford* dan *Floyd Warshall*, pembinaan pautan data sumber, destinasi dan jarak untuk membina pangkalan data dan pembangunan sistem *eMap – Malaysia Road Map*. Pada umumnya, ketiga-tiga objektif ini telah berjaya dicapai.

5.2 Perbincangan hasil

Floyd Warshall telah dipilih berdasarkan kelebihan masa larian dengan kompleksiti algoritma dalam peringkat $O(n^3)$. Penggunaan *ID* untuk sumber atau destinasi dalam bentuk nombor adalah sesuai. Ini kemudian dipautkan dengan jarak untuk membina pangkalan data. Pemilihan *Microsoft Visual Basic* dalam pembangunan *eMap – Malaysia Road Map* kerana ia adalah bahasa pengaturcaraan yang mudah difahami.

Secara keseluruhan, sistem yang dihasilkan dapat memberikan laluan terpendek yang diinginkan berdasarkan kriteria terpantas, paling selamat dan termurah. Sistem juga disediakan opsyen pemanduan seperti masa bertolak, pemilihan kelajuan, pengiraan kos petrol, jenis kenderaan dipandu dan hal-hal yang berkaitan dengan perjalanan. Laluan lengkap dipaparkan dengan jangkaan masa tiba pada sesuatu tempat. Sistem juga menyediakan sebahagian rangkaian Bank di Semenanjung Malaysia, tempat-tempat menarik untuk dilawati dan peta ibu negeri dan Bandar utama. Pangkalan data sudah disiapkan sepenuhnya dan sistem sedia digunakan pada bila-bila masa sahaja. Sistem bersifat *stand alone* dan boleh dilarikan pada mana2 komputer peribadi dengan kelajuan sederhana.

5.3 Cadangan akan datang

Sistem yang dibangunkan masih memerlukan penambahbaikan. Laluan alternatif masih belum beroperasi. Sistem baru dan lebih canggih yang beroperasi pada laman web tentu lebih baik kerana boleh diakses dari mana-mana dan pada bila-bila masa sahaja. Penggunaan peta multi-lapisan juga dicadangkan supaya pengguna dapat maklumat yang lebih terperinci tempat yang ingin dilawati. Jalan kampung boleh dimasukkan ke dalam pangkalan data pada masa akan datang supaya data yang menyeluruh dapat dimanfaatkan oleh semua.

5.4 Kesimpulan

Projek ini telah berjaya mencapai objektifnya. SELAMAT MENGGUNAKAN PERISIAN IN, *eMap – Malaysia Road Map*.



UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

**BORANG PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENYELIDIKAN**

TAJUK PROJEK : INVESTIGATING AND DEVELOPING THE BEST METHOD IN SHORTEST PATH FOR IMPLEMENTING A GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (E-MAP) FOR PENINSULAR MALAYSIA

Saya PROF. MADYA DR. AB RAHMAN AHMAD
(HURUF BESAR)

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

1. Laporan Akhir Penyelidikan ini adalah hakmilik Universiti Teknologi Malaysia
2. Perpustakaan Universiti Teknologi 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 dijalankan)

TIDAK
TERHAD

TANDATANGAN KETUA PENYELIDIK

PROF. MADYA DR. AB RAHMAN AHMAD

Nama & Cop Ketua Penyelidik

Tarikh : 31 JULAI 2007

BENEFIT REPORT

I. Description of the Project

A. Project Identification

1. Project number : 04-02-06-0079 EA001 (74205)
2. Project title : INVESTIGATING AND DEVELOPING THE BEST METHOD IN SHORTEST PATH FOR IMPLEMENTING A GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (E-MAP) FOR PENINSULAR MALAYSIA
3. Project Leader : ASSOC. PROF. DR. AB RAHMAN BIN AHMAD

B. Type of research

Indicate the type of research of the project (*Please see definitions in the Guidelines for completing the Application Form*)

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Scientific research (fundamental research) |
| <input type="checkbox"/> | Technology development (applied research) |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Product/process development (design and engineering) |
| <input type="checkbox"/> | Social/policy research |

C. Objectives of the project

1. Socio-economic objectives

Which socio-economic objectives are addressed by the project? (*Please identify the sector, SEO Category and SEO Group under which the project falls. Refer the Malaysian R&D Classification System brochure for SEO Group code*)

Sector : **Services and IT**

SEO Category : **Information and Communication Services (S20900)**

SEO Group and Code : **S20901 (Other Computer Software and Services)**

2. Fields of research

Which are the two main FOR Categories, FOR Group, and FOR Areas of your project? (*Please refer to the Malaysia R&D Classification System brochure for the FOR Group Code*)

a. Primary field of research

FOR Category : **Information, Computer & Communication Technologies (F10500)**

FOR Group and Code : **Software (F10503)**

FOR Area : **Other Software**

b. Secondary field of research

FOR Category: **Information, Computer and Communication Technologies (F10500)**

FOR Group and Code: **Current Information Technologies (F10504)**

FOR Area: **Current Information Technologies**

D. Project duration

What was the duration of the project?

24 months

E. Project manpower

How many man-months did the project involve?

68 man-months

F. Project costs

What were the total project expenses of the project

RM 55,222.85

G. Project funding

Which were the funding sources for the project?

Funding sources

Total Allocation (RM)

IRPA

RM 72,000

II. Direct Output of the Project

A. Technical contribution of the project

1. What was the achieved direct output of the project:

For scientific (fundamental) research projects?

- Algorithm
 - Structure
 - Data
 - Other, Please specify:
-

For technology development (applied research) project:

- Method/technique
 - Demonstrator/prototype
 - Other, Please specify:
-

For product/process development (design and engineering) projects:

- Product/component
 - Process
 - Software
 - Other, Please specify:
-

2. How would you characterize the quality of this output?

- Significant breakthrough
- Major improvement
- Minor improvement

B. Contribution of the project knowledge

1. How has the output of the project been documented?

- Detailed project report
 Product/process specification documents
 Other, please specify:

2. Did the project create an intellectual property stock?

- Patent obtained
 Patent pending
 Patent application will be filed
 Copyright

3. What publications are available?

- Articles (s) in scientific publications How many:
 Papers (s) delivered at conferences/seminars How many:
 Book
 Other, Please specify:

4. How significant are citations of the results?

- Citations in national publications How many:
 Citations in international publications How many:
 Not Yet
 Not known

III. Organizational Outcomes of the Project

A. Contribution of the project to expertise development

1. How did the project contribute to expertise?

- | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | PhD degrees | How many: |
| <input type="checkbox"/> | MSc degrees | How many: |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Research staff with new specialty | How many: 1 |
| <input type="checkbox"/> | Other, Please specify: | |
-

2. How significant is this expertise?

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | One of the key areas of priority for Malaysia |
| <input type="checkbox"/> | An important area, but not a priority one |

B. Economic contribution of the project?

1. How has the economic contribution of the project materialized?

- | | |
|-------------------------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Sales of manufactured product/equipment |
| <input type="checkbox"/> | Royalties from licensing |
| <input type="checkbox"/> | Cost saving |
| <input type="checkbox"/> | Time saving |
| <input type="checkbox"/> | Other, Please specify: |
-

2. How important is this economic contribution?

- | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> | High economic contribution | Value : RM |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Medium economic contribution | Value : RM1,000,000 |
| <input type="checkbox"/> | Low economic contribution | Value : RM |

3. How important is this economic contribution?

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Already materialized |
| <input type="checkbox"/> | Within months of project completion |
| <input type="checkbox"/> | Within three years of project completion |
| <input type="checkbox"/> | Expected in three of project completion |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Unknown |

C. Infrastructural contribution of the project

1. What infrastructural contribution has the project had?

- New equipment Value : RM
- New/improved facility Investment : RM
- New information networks
- Other, Please specify:
Software

2. How significant is this infrastructural contribution for the organization?

- Not significant/does not leverage other projects
- Moderately significant
- Very significant/significantly leverages other projects

D. Contribution of the project to the organization's reputation

1. How has the project contributed to increasing the reputation of the organization

- Recognition as a Centre of Excellence
- National award
- International award
- Demand for advisory services
- Invitations to give speeches on conferences
- Visits from other organization
- Other, Please specify:

2. How important is the project's contribution to the organization's reputation?

- Not significant
- Moderately significant
- Very significant

IV. National Impacts of the Project

A. Contribution of the project to organizational linkages

1. Which kinds of linkages did the project create?

- Domestic industry linkages
- International industry linkages
- Linkages with domestic research institutions, universities
- Linkages with international research institutions, universities

2. What is the nature of the linkages

- Staff exchanges
- Inter-organizational project team
- Research contract with a commercial client
- Informal consultation
- Other, Please specify:

B. Social-economic contribution of the project

1. Who are the direct customer/beneficiaries of the project output?

Customers/beneficiaries:

Number: -

- Jabatan Kerja Raya
- Lembaga Lebuhraya Malaysia
- Road User

2. Who has/will the socio-economic contribution of the project materialized?

- Improvements in health
- Improvements in safety
- Improvements in the environment
- Improvements in the energy consumption
- Improvements in the international relations
- Other, Please specify:

Improve number of software developers

3. How important is this socio-economic contribution?

- High social contribution
- Medium social contribution
- Low social contribution

4. When has/will this social contribution materialized?

- Already materialized
- Within three years of project completion
- Expected in three years or more
- Unknown

Date: 21/6/07

Signature:

End of Project Report Guidelines

A. Purpose

The purpose of the End of Project is to allow the IRPA Panels and their supporting group of experts to assess the results of research projects and the technology transfer actions to be taken.

B. Information Required

The following Information is required in the End of Project Report :

- Project summary for the Annual MPKSN Report;
- Extent of achievement of the original project objectives;
- Technology transfer and commercialization approach;
- Benefits of the project, particularly project outputs and organisational outcomes; and
- Assessment of the project team, research approach, project schedule and project costs.

C. Responsibility

The End of Project Report should be completed by the Project Leader of the IRPA-funded project.

D. Timing

The End of Project Report should be submitted within three months of the completion of the research project.

E. Submission Procedure

One copy of the End of Project is to be mailed to :

IRPA Secretariat
Ministry of Science, Technology and Innovation
Level 2, Block C5, Parcel C
Federal Government Administrative Centre
62662 Putra Jaya

End of Project Report

A. Project number : 04-02-06-0079 EA001 (74205)

Project title : INVESTIGATING AND DEVELOPING THE BEST METHOD IN
SHORTEST PATH FOR IMPLEMENTING A GEOGRAPHICAL
INFORMATION SYSTEM (E-MAP) FOR PENINSULAR MALAYSIA

Project leader: ASSOCIATE PROF. DR. AB RAHMAN BIN AHMAD

Tel: 07-5532062

Fax: 07-5565044

B. Summary for the MPKSN Report (for publication in the Annual MPKSN Report, please summarise the project objectives, significant results achieved, research approach and team structure)

Objectives:

1. To determine the best of implementing the various shortest path between nodes
2. To show other paths can give an effective cost and safest - intelligent
3. To develop the software prototype (e -map)

Achievements:

The software has been developed, which is called EMAP.

Approach:

1. Analyzing data and methods in shortest paths
2. Designing algorithm for the best method
3. Design User Interface, Implementation and Testing Team Structure:

Team Structure:

1. Assoc. Prof. Dr Ab Rahman Ahmad – Project Leader
2. Nasaruddin Zenon – Researcher
3. Habibollah Haron – Researcher
4. Haswadi Hasan – Researcher
5. Hairudin Abdul Majid – Researcher

C. Objectives achievement

- **Original project objectives** (Please state the specific project objectives as described in Section II of the Application Form)

1. To determine the best of implementing the various shortest path between nodes
2. To show other paths can give an effective cost and safest - intelligent
3. To develop the software prototype (e –map)

- **Objectives Achieved** (Please state the extent to which the project objectives were achieved)

All three project objectives are achieved.

- **Objectives not achieved** (Please identify the objectives that were not achieved and give reasons)

None

D. Technology Transfer/Commercialisation Approach (Please describe the approach planned to transfer/commercialise the results of the project)

- Jabatan Kerja Raya (JKR) Alor Setar, Johor Bahru and Kuala Lumpur have been approached to commercialize the software product
- Lembaga Lebuhraya Malaysia (LLM) has also been approached to demo the software product

E. Benefits of the Project (Please identify the actual benefits arising from the project as defined in Section III of the Application Form. For examples of outputs, organisational outcomes and sectoral/national impacts, please refer to Section III of the Guidelines for the Application of R&D Funding under IRPA)

- **Outputs of the project and potential beneficiaries** (Please describe as specifically as possible the outputs achieved and provide an assessment of their significance to users)

Output of project: CD-ROM Electronic-Map of Malaysia

Beneficiaries: Malaysia road users

- **Organisational Outcomes** (Please describe as specifically as possible the organisational benefits arising from the project and provide an assessment of their significance)

- Research officer, software developers
- New method (E-map) for accessing road networks in Malaysia
- Research linkage with JKR and LLM

- **National Impacts** (If known at this point in time, please describes specifically as possible the potential sectoral/national benefits arising from the project and provide an assessment of their significance)

1. Domestic industry linkages – This project able to establish link between JKR and LLM in Malaysia and Faculty of Computer Science and Information Systems, UTM.
2. Cost – All road users in Malaysia can use local software product.
3. Software Developers – Basis for Geographic Information System (GIS)

F. Assessment of project structure

- **Project Team** (Please provide an assessment of how the project team performed and highlight any significant departures from plan in either structure or actual man-days utilised)

The team works objectively towards the success of the projects. Formal and informal discussions about the project progress were made every week. The progress and constraints of the project has to be revised extensively due to some research assistants joining/leaving the project.

- **Collaborations** (Please describe the nature of collaborations with other research organisations and/or industry)

Meetings and discussions with collaborators were held every three months or after completion of each milestone.

G. Assessment of Research Approach (Please highlight the main steps actually performed and indicate any major departure from the planned approach or any major difficulty encountered)

The software has been successfully developed, which is called E-map.

H. Assessment of the Project Schedule (Please make any relevant comment regarding the actual duration of the project and highlight any significant variation from plan)

The project has been successfully completed within the prescribed time

I. Assessment of Project Costs (Please comment on the appropriateness of the original budget and highlight any major departure from the planned budget)

The budget allocated was not fully used. This is due to the unused budget J400 and J500 since the project was near completion.

J. Additional Project Funding Obtained (In case of involvement of other funding sources, please indicate the source and total funding provided)

No additional funding was applied.

K. Other Remarks (Please include any other comment which you feel is relevant for the evaluation of this project)

None

Date : 21/6/07

Signature :

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA
Research Management Centre

PRELIMINARY IP SCREENING & TECHNOLOGY ASSESSMENT FORM

(To be completed by Project Leader submission of Final Report to RMC or whenever IP protection arrangement is required)

PROJECT TITLE IDENTIFICATION : INVESTIGATING AND DEVELOPING THE BEST METHOD IN SHORTEST PATH FOR IMPLEMENTING A GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (E-MAP) FOR PENINSULAR MALAYSIA

Vote No: 74205

1. PROJECT LEADER :

Name : ASSOC. PROF. DR. AB RAHMAN BIN AHMAD
Address : Fakulti Sains Komputer & Sistem Maklumat, UTM 81310, UTM Skudai, Johor
Tel : 07 5532062 Fax : 07 5565044 e-mail : ahmadar@utm.my

2. DIRECT OUTPUT OF PROJECT *(Please tick where applicable)*

Scientific Research	Applied Research	Product/Process Development
<input type="checkbox"/> Algorithm	<input type="checkbox"/> Method/Technique	<input type="checkbox"/> Product / Component
<input type="checkbox"/> Structure	<input type="checkbox"/> Demonstration / Prototype	<input type="checkbox"/> Process
<input type="checkbox"/> Data		<input checked="" type="checkbox"/> Software
<input type="checkbox"/> Other, please specify specify	<input type="checkbox"/> Other, please specify	<input type="checkbox"/> Other, please
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

3. INTELLECTUAL PROPERTY *(Please tick where applicable)*

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Not patentable | <input type="checkbox"/> Technology protected by patents |
| <input checked="" type="checkbox"/> Patent search required | <input type="checkbox"/> Patent pending |
| <input type="checkbox"/> Patent search completed and clean | <input type="checkbox"/> Monograph available |
| <input type="checkbox"/> Invention remains confidential | <input type="checkbox"/> Inventor technology champion |
| <input type="checkbox"/> No publications pending | <input type="checkbox"/> Inventor team player |
| <input type="checkbox"/> No prior claims to the technology | <input type="checkbox"/> Industrial partner identified |

5. LIST OF EQUIPMENT BOUGHT USING THIS VOT

2 Personal Computers

1 Video Camera

6. STATEMENT OF ACCOUNT

a)	APPROVED FUNDING	RM : 72,000.00
b)	TOTAL SPENDING	RM : 55,222.85
c)	BALANCE	RM : 16,777.15

7. TECHNICAL DESCRIPTION AND PERSPECTIVE

Please tick an executive summary of the new technology product, process, etc., describing how it works. Include brief analysis that compares it with competitive technology and signals the one that it may replace. Identify potential technology user group and the strategic means for exploitation.

a) Technology Description

The technique/algorithm developed (Floyd Walshall) is the major component of the E-map. The component may be used or utilized in GIS development.

b) Market Potential

The developed CD-ROM E-map is ready to be used by Malaysian road users.

c) Commercialisation Strategies

The approved fund is enough to develop the basic E-map. Further allocations are needed to enhance the existing E-map, especially for GIS.

Signature of Projet Leader :-

Date :-21/6/07

8. RESEARCH PERFORMANCE EVALUATION

a) FACULTY RESEARCH COORDINATOR

Research Status	()	()	()	()	()	()
Spending	()	()	()	()	()	()
Overall Status	()	()	()	()	()	()
	Excellent	Very Good	Good	Satisfactory	Fair	Weak

Comment/Recommendations :

.....

Signature and stamp of
JKPP Chairman

Name :

Date :

b) RMC EVALUATION

Research Status	()	()	()	()	()	()
Spending	()	()	()	()	()	()
Overall Status	()	()	()	()	()	()
	Excellent	Very Good	Good	Satisfactory	Fair	Weak

Comments :-

Recommendations :

- Needs further research
- Patent application recommended
- Market without patent
- No tangible product. Report to be filed as reference

.....
 Signature and Stamp of Dean / Deputy Dean
 Research Management Centre

Name :

Date :

BILBLIOGRAFI

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

Brian, V.G (2000). *Exploring Shortest Path Algorithms*, Department of Geography, University of Wisconsin.

E-maps (2002), Jabatan Pemetaan Malaysia

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

GIS (e-map) Johor State (2002), *undergraduate project*, FSKSM.

Herbert S. Wilf (1994). *Algorithms and Complexity*. Internet Edition

Hochbaum, Dorit (1997), *Graph Algorithms and Network Flows*, IEOR, 266

<http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u064/u064.html>

http://www.ece.nwu.edu/~guanghui/Transportation/spt/section3_2.html *Bellman-Ford Algorithms*, 13 Februari 2005

<http://users.forthnet.gr/ath/kimon/CC/CCC1b.htm> *An Introduction to Computational Complexity*

Huabei Yin dan Yuejiao Zhou (2003), *Empirical Evaluation of All-Pairs Shortest Paths Algorithms*

Hutchinson, David., Maheshwari, Anil., and Zeh, Norbert., (2003) *An External memory data structure for shortest path queries.*, J. Disc App. Math., 126 , 55-82.

Jukha, K. Nurminen., (2003), *Using software complexity measures to analyze algorithms- an experiment with the shortest-paths algorithms.* J.Comp. Oper. Res.30, 1121-1134.

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

Kyu-Yeul Lee, Myung-II Roh, Hyuk-Su Jeong (2005). *An improved genetic algorithms for multi-floor facility layout problems having inner structure walls and passages.* Computers & Operations Research 32 (2005) 879-899

Mc Hugh, James A (1990). *Algorithmic Graph Theory*, Englewood Cliffs, N.J Prentice-Hall.

Mustafa Anjang Ahmad (2003). Analisis Laluan Terpendek Untuk GIS Navigasi Kendaraan.

Nardelli, Enrico. and Proretti, Guido., (2003), *Finding the most vital node of a shortest path.*, J. Theo. Comp. Sci., 296, 167-177.

Pallottino, Stefano. and Scutella, M.G., (2003) *A new algorithm for optimization shortest paths when the arc costs change.*, J. Oper. Res. Let., 31, 149-160.

S. Namkoong, J.-H Rho, J.-U. Choi (1998). *Development of the, Tree-Based Link Labeling Algorithms for optimal Path Finding in Urban Transportation Networks.* M&1. Computer. Modeling Vol. 27, No. +11, pp. 51-65, 1998

State Map (2000), Jabatan Kerja Raya Malaysia.

Sun, C., and Pallottino, S., (2003), *Circular shortest path in images.* J. Patt. Rec., 36, 709-719

Saunders, Shane (2004). *Improved Shortest Path Algorithms for Nearly Acyclic Graphs*.
University of Canterbury: Ph.D. Thesis.

Wem's (2001), *Peta Panduan Jalan dan Lebuhraya Malaysia*

Wen-Lin Yang (2004). *A comparison of two optimal approaches for the MCOP problem*. Journal
of Network and Computer Applications 27 (2004), 151-162

West, D.B (2001), *Introduction To Graph Theory Second Edition*, Prentice Hall, Inc

Yen, J.Y. *Shortest Path Network Problems*, Herstellung: Verlag Anton Hain KG-Meisenheim am
Glan

Yijie Han (2004). *Improved Algorithms for All Pairs Shortest Path*. Information Processing
Letters 9 (2004), 245-250.

Zhan, F.B. and Noon, C.E (1998). *Shortest Path Algorithms: An Evaluation using Real Road
Network*. Transportation Science, Vol. 32, No. 1, February 1998.

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

LAMPIRAN A

SUMB	DEST	JARAK
52	141	6.5
52	141	10.9
53	19	20
53	54	22
53	56	7
53	56	7.5
53	57	2
53	57	12
53	58	15
54	18	25.5
54	18	1.4
54	53	22
54	55	25
55	47	47
55	49	38
55	54	25
56	53	7.5
56	53	7
57	53	12
57	53	2
57	59	4.4
57	60	12
57	60	2.2
57	61	24
57	62	4.1
57	62	14
58	53	15
58	63	1
58	63	1.5
58	64	14
58	67	5
58	67	24.5
58	77	11
59	57	4.4
60	57	2.2
60	57	12
60	61	12
60	61	2.2
60	62	2.2
60	62	4.1
60	62	2
61	57	24
61	60	12

SUMB	DEST	JARAK
61	60	2.2
61	62	10
61	62	4.1
61	65	24
61	66	16
61	66	5.5
61	69	4.5
61	69	4.8
61	71	16
61	71	1
61	71	13
61	72	13
61	72	1.5
61	72	3.4
61	75	30
62	57	4.1
62	57	14
62	60	2.2
62	60	4.1
62	60	2
62	61	10
62	61	4.1
63	58	1.5
63	58	1
63	64	1.5
63	64	13
63	67	1.5
63	67	4
63	67	24
64	58	14
64	63	13
64	63	1.5
64	65	6.5
64	67	9
64	67	24.5
65	61	24
65	64	6.5
65	66	8
65	66	5.5
66	61	5.5
66	61	16
66	65	5.5
66	65	8

SUMB	DEST	JARAK
67	58	24.5
67	58	5
67	63	24.5
67	63	4
67	63	1.5
67	64	24.5
67	64	9
67	68	13
68	67	13
69	61	4.8
69	61	4.5
69	70	24.5
69	71	1
69	71	4.8
69	71	7.5
69	71	16
69	72	3.4
69	72	1.5
69	72	4.8
69	72	7.5
69	73	1
70	69	24.5
71	61	1
71	61	16
71	61	13
71	69	4.8
71	69	1
71	69	16
71	69	7.5
71	72	3.4
71	72	1
71	72	14.5
71	75	1
71	75	16
71	75	17
72	61	3.4
72	61	1.5
72	61	13
72	69	4.8
72	69	3.4
72	69	1.5
72	69	7.5
72	71	1

SUMB	DEST	JARAK
72	71	3.4
72	71	14.5
72	75	3.4
72	75	1.5
72	75	17
73	69	1
73	74	22
74	73	22
74	75	6
75	61	30
75	71	16
75	71	1
75	71	17
75	72	1.5
75	72	3.4
75	72	17
75	74	6
75	76	18.5
76	75	18.5
77	58	11
77	78	19
78	77	19
78	134	4
78	134	17.5
78	136	26
79	38	13.5
79	80	14
79	84	8
79	84	19
79	84	5
79	98	8
79	98	28
79	98	5
80	79	14
80	81	3.5
80	81	11
80	82	12
80	82	4
80	83	14
80	84	2
80	84	14
80	84	5
80	85	22.5

SUMB	DEST	JARAK
81	80	11
81	80	3.5
81	82	3.5
81	82	7
81	82	12
81	85	3.5
81	85	11.5
82	80	12
82	80	4
82	81	7
82	81	3.5
82	81	12
82	83	6
82	85	8.5
82	93	13.1
83	80	14
83	82	6
83	84	4
84	79	2
84	79	5
84	79	14
84	80	8
84	80	19
84	80	5
84	83	4
84	98	10
85	80	22.5
85	81	11.5
85	81	3.5
85	82	8.5
85	86	6
85	89	7
86	85	6
86	87	12.5
86	88	5
86	88	11.3
86	90	16.8
87	86	12.5
87	88	6
87	99	3.5
88	86	11.3
88	86	5
88	87	6

SUMB	DEST	JARAK
88	90	11.3
88	90	11.8
89	85	7
89	90	13.5
89	90	2
89	91	3.5
89	91	1.5
89	91	5
89	93	3.5
89	93	8
90	86	16.8
90	88	11.8
90	88	11.3
90	89	2
90	89	13.5
90	91	5
90	91	12.5
90	93	19
90	99	15
90	99	9
90	100	21.5
90	100	9
90	101	27.5
90	101	3.4
90	101	1.5
90	101	3.5
90	103	36
90	117	25
91	89	5
91	89	3.5
91	89	1.5
91	90	12.5
91	90	5
91	92	7
91	93	5
91	93	6.5
92	91	7
93	82	13.1
93	89	8
93	89	3.5
93	90	19
93	91	6.5
93	91	5

SUMB	DEST	JARAK
93	94	7
93	96	8
94	93	7
94	95	5
94	96	1
94	118	43
95	45	14
95	94	5
95	96	2.5
95	98	16
96	93	8
96	94	1
96	95	2.5
96	97	8.5
96	98	18.5
96	133	27
97	51	8.5
97	96	9.3
98	43	20.5
98	45	1
98	46	11
98	79	5
98	79	28
98	79	8
98	84	10
98	95	16
98	96	18.5
99	90	9
99	90	15
99	100	15
99	102	8
100	90	9
100	90	21.5
100	99	15
100	101	7.5
100	103	12.4
101	90	27.5
101	90	3.5
101	90	1.5
101	90	3.5
101	100	7.5
101	103	7
102	99	8

SUMB	DEST	JARAK
103	90	36
103	100	12.4
103	101	7
103	104	9.5
103	105	4.5
103	106	9.8
103	106	3
104	103	9.5
104	117	15.5
104	118	10.5
105	103	4.5
105	106	7.5
105	107	7.5
106	103	9.8
106	103	3
106	105	7.5
107	105	7.5
107	108	3.5
107	110	12.5
108	107	3.5
108	109	10
109	108	10
109	111	1
109	118	27
110	107	12.5
110	112	13.1
110	112	10
110	113	7
111	109	1
111	112	10.5
112	110	10
112	110	13.1
112	111	10.5
112	114	12
112	114	2
112	114	7
112	119	20
113	110	7
113	114	7
113	114	23
113	114	9.5
113	115	5
113	116	23

SUMB	DEST	JARAK
113	116	6
113	117	12.5
114	112	12
114	112	7
114	112	2
114	113	23
114	113	9.5
114	113	7
114	116	15.5
114	116	7
114	119	7
114	119	2
114	119	8
115	113	5
115	118	4.5
116	113	6
116	113	23
116	114	7
116	114	15.5
116	117	29.5
116	119	8
116	119	17.5
116	120	3
116	120	18.6
116	128	27
117	90	25
117	104	15.5
117	113	12.5
117	116	29.5
117	118	5
118	94	43
118	104	10.5
118	109	27
118	115	4.5
118	117	5
119	112	20
119	114	2
119	114	7
119	114	8
119	116	8
119	116	17.5
119	120	21
119	121	10

SUMB	DEST	JARAK
119	121	0.9
119	121	4
119	121	5.4
119	123	10.5
119	123	10
120	116	18.6
120	116	3
120	119	21
120	121	11
120	121	0.9
120	121	4
120	121	5.4
120	122	5
120	126	20
121	119	10
121	119	0.9
121	119	4
121	119	5.4
121	120	5.4
121	120	4
121	120	0.9
121	120	11
121	123	5.4
121	123	4
121	123	0.9
121	123	10.5
122	120	5
122	123	9
123	119	10
123	119	10.5
123	121	10.5
123	121	0.9
123	121	4
123	121	5.4
123	122	9
123	124	13
123	125	8
123	125	7.7
124	123	13
125	123	8
125	123	7.7
126	120	20
126	127	7.2

SUMB	DEST	JARAK
126	128	10
127	126	7.2
128	116	27
128	126	10
128	129	11
128	130	3
129	128	11
130	128	3
130	131	6
130	131	7.4
130	132	9
130	132	11
130	133	12
131	130	7.4
131	130	6
131	132	7.4
131	132	3
131	132	11
131	133	7.4
131	133	6
132	130	11
132	130	9
132	131	11
132	131	3
132	131	7.4
132	133	11
132	133	3
133	96	27
133	130	12
133	131	6
133	131	7.4
133	132	11
133	132	3
134	78	17.5
134	78	4
134	135	6
134	136	17.5
134	136	22
135	134	6
136	78	26
136	134	22
136	134	17.5
136	137	16

SUMB	DEST	JARAK
136	138	22
137	52	22.5
137	136	16
137	141	10.9
137	141	16
138	136	22
138	139	4.5
139	138	4.5
139	140	20
139	143	8
140	139	20
140	141	6.1
141	52	10.9
141	52	6.5
141	137	16
141	137	10.9
141	140	6.1
141	142	14.1
142	141	14.1
143	139	8
143	144	5
143	145	4
143	145	7
143	146	22
144	143	5
145	143	7
145	143	4
145	146	18
145	146	7
146	143	22
146	145	18
146	145	7
106	147	10
109	161	13
111	158	10.5
111	160	6
1	2	9
1	3	3
2	1	9
2	3	4
2	4	8.2
3	1	3
3	2	4

SUMB	DEST	JARAK
3	6	5.5
3	7	19
3	19	11.5
4	2	8.2
4	5	8
4	11	4
4	12	6.8
4	13	10
5	4	8
5	15	7.5
6	3	5.5
6	11	7
7	3	19
7	8	11
7	8	0.5
8	7	0.5
8	7	11
8	9	12
8	10	8
9	8	12
10	8	8
10	19	9.5
10	19	4.5
10	24	8.1
10	24	9.5
11	4	4
11	6	7
11	17	2
12	4	6.8
12	18	8
13	4	10
13	14	8
14	13	8
14	15	16
14	26	8
15	5	7.5
15	14	16
15	16	17.5
16	15	17.5
17	11	2
17	21	14
18	12	8
18	19	11

SUMB	DEST	JARAK
18	19	25.6
18	20	13.5
18	54	1.4
18	54	25.5
19	3	11.5
19	10	9.5
19	10	4.5
19	18	25.6
19	18	11
19	24	12.6
19	53	20
20	18	13.5
20	23	13
20	25	5
21	17	14
21	25	13.5
22	23	6.5
22	23	3
22	40	4
23	20	13
23	22	3
23	22	6.5
24	10	9.5
24	10	8.1
24	19	12.6
25	20	5
25	21	13.5
25	36	9
25	39	18.5
25	40	6.5
25	40	11.4
25	41	24.5
26	14	8
26	27	16
27	26	16
27	28	8
27	33	3.5
28	27	8
28	29	5.6
28	30	10
29	28	5.6
30	28	10
30	31	2

SUMB	DEST	JARAK
30	32	5
30	32	1
31	30	2
31	32	5
31	32	1
32	30	1
32	30	5
32	31	1
32	31	5
33	27	3.5
33	34	12.2
33	35	11.5
34	33	12.2
34	36	3
35	33	11.5
35	36	8.5
35	37	6.5
36	25	9
36	34	3
36	35	8.5
37	35	6.5
37	38	5
38	37	5
38	41	19.5
38	79	13.5
39	25	18.5
39	40	14
39	41	4
39	44	14
40	22	4
40	25	11.6
40	25	6.5
40	39	14
40	41	11.4
40	41	18
40	42	16
41	25	24.5
41	38	19.5
41	39	4
41	40	11.4
41	40	18
41	42	12
41	46	8.5

SUMB	DEST	JARAK
42	40	16
42	41	12
42	43	19.5
43	42	19.5
43	45	19.5
43	47	2
43	98	20.5
44	39	14
44	45	7.5
44	46	0.5
45	43	19.5
45	44	7.5
45	98	1
46	41	8.5
46	44	0.5
46	98	11
47	43	2
47	48	8
47	49	3.5
47	55	47
48	47	8
49	47	3.5
49	50	28
49	51	8
49	55	12
49	55	38
50	49	8
50	52	23.8
51	49	28
51	97	9.3
52	50	23.8
52	137	22.5
123	208	12
146	239	16
146	239	20.5
146	240	27.8
146	241	25.8
146	241	2.1
120	242	22.2
120	242	23.7
120	242	5
120	243	44.7
120	243	5

SUMB	DEST	JARAK
120	243	8.2
120	244	5
120	244	55

SUMB	DEST	JARAK
147	148	8.8
147	106	10
148	147	8.8
148	149	1.4
148	150	4.1
148	161	15
149	148	1.4
149	150	0.5
149	150	4.9
149	150	0.5
150	148	4.1
150	151	15.9
150	149	0.5
150	149	0.5
150	162	8.9
150	149	4.9
151	167	3
151	187	10.4
151	187	5.9
151	186	9
151	186	10.4
151	169	2.8
151	169	3
151	169	10.4
151	167	5
151	167	10.4
151	165	13.7
151	154	7
151	154	3.5
151	150	8.9
151	152	8.6
152	155	9.8
152	158	10
152	158	2.9
152	155	0.7
152	154	8.4
152	153	2.4
152	151	8.6
152	155	2.8
153	152	2.4
153	160	2.6
153	160	2.9
153	161	5.3

SUMB	DEST	JARAK
154	152	8.4
154	155	7.5
154	151	7
154	151	3.5
154	196	8.3
155	194	6
155	152	0.7
155	152	9.8
155	152	2.8
155	154	7.5
155	156	12
155	157	12
156	157	6.1
156	194	9
156	194	1
156	206	7
156	155	12
156	157	4.1
156	157	6
157	155	12
157	156	6.1
157	156	4.1
157	156	6
157	158	11
157	158	11
158	111	10.5
158	160	9.1
158	159	7.8
158	159	1.4
158	157	11
158	152	2.9
158	152	10
159	158	7.8
159	158	1.4
160	153	2.6
160	153	2.9
160	111	6
160	158	9.1
161	109	13
161	148	15
161	153	5.3
161	187	15
162	163	4.4
162	165	1

SUMB	DEST	JARAK
162	165	1
162	165	3.5
162	150	8.9
162	165	1
163	167	3.2
163	169	5
163	169	4.3
163	169	3.5
163	167	1.8
163	165	3.3
163	164	8
163	162	4.4
163	167	3.3
164	167	2.7
164	163	8
164	169	2
164	167	3.9
164	166	9.9
164	169	5
165	167	2.2
165	151	13.7
165	167	1
165	167	3
165	167	5.3
165	163	3.3
165	162	1
165	162	1
165	162	1
166	168	2.5
166	169	0.9
166	169	7.9
166	169	2
166	164	9.9
166	169	4.5
167	164	3.9
167	169	1.5
167	169	0.5
167	169	3
167	165	2.2
167	165	3
167	165	5.3
167	169	3

SUMB	DEST	JARAK
167	164	2.7
167	163	3.2
167	163	1.8
167	163	3.3
167	151	3
167	151	5
167	151	10.4
167	165	1
168	169	1
168	169	7.9
168	170	6
168	169	3.4
168	166	2.5
168	169	2.7
168	169	1.6
169	163	5
169	166	4.5
169	166	7.9
169	166	2
169	166	0.9
169	164	2
169	164	5
169	163	3.5
169	151	10.4
169	151	3
169	151	2.8
169	167	0.5
169	163	4.3
169	171	4.9
169	167	3
169	171	1
169	171	3.4
169	168	1.6
169	168	3.4
169	168	1
169	168	7.9
169	168	2.7
169	167	3
169	167	1.5
170	173	15.2
170	171	1.5
170	171	9.5
170	171	1

SUMB	DEST	JARAK
170	172	9
170	168	6
171	170	1.5
171	183	4.5
171	170	9.5
171	170	1
171	169	1
171	169	4.9
171	169	3.4
172	170	9
172	173	2.5
172	173	4.4
172	173	2.9
172	174	7
172	179	12.1
172	181	8
173	175	9
173	176	7
173	176	1.8
173	172	4.4
173	178	11.1
173	172	2.5
173	170	15.2
173	172	2.9
174	172	7
174	177	2
174	178	7.5
175	176	2
175	176	1.8
175	176	1.8
175	173	9
176	173	7
176	175	2
176	175	1.8
176	173	1.8
177	174	2
177	178	6.5
178	177	6.5
178	205	17
178	197	12
178	174	7.5
178	179	8.2
178	173	11.1
179	178	8.2

SUMB	DEST	JARAK
179	180	6.8
179	172	12.1
180	179	6.8
180	183	4.1
180	188	1.8
180	189	6
180	189	2
181	172	8
181	193	15.3
181	193	0.5
181	184	5
181	184	6
181	182	5
181	182	2
182	193	2
182	193	0.5
182	193	8.3
182	185	0.5
182	184	8
182	183	2.8
182	181	5
182	185	4
182	181	2
182	193	0.5
183	180	4.1
183	182	2.8
184	182	8
184	193	6
184	193	10.3
184	193	0.5
184	185	2
184	185	2
184	181	6
184	181	5
184	171	4.5
184	185	6
185	193	2
185	184	2
185	193	2
185	193	8.3
185	186	9
185	182	4
185	184	6

SUMB	DEST	JARAK
185	182	0.5
185	184	2
185	186	1
186	151	9
186	151	10.4
186	185	9
186	185	1
186	187	5.1
186	196	5.3
187	151	5.9
187	188	23
187	186	5.1
187	151	10.4
187	161	15
188	180	1.8
188	187	23
188	204	24
188	201	3.6
189	205	1
189	180	2
189	190	8.5
189	190	2
189	180	6
190	191	1.5
190	192	4.7
190	189	8.5
190	189	2
191	190	1.5
192	190	4.7
192	193	3.5
193	185	2
193	194	5.9
193	192	3.5
193	185	8.3
193	184	0.5
193	184	10.3
193	184	6
193	182	0.5
193	182	2
193	181	15.3
193	181	0.5
193	182	0.5
193	185	0.5

SUMB	DEST	JARAK
193	182	8.3
193	194	0.5
194	195	11
194	196	8
194	193	0.5
194	193	5.9
194	155	6
195	156	9
195	194	8
195	156	1
196	186	5.3
196	194	8

SUMB	DEST	JARAK
197	178	12
197	198	12
197	204	5
197	204	12.5
197	219	4
197	219	19.8
198	197	12
198	198	25.5
199	198	25.5
199	200	5
199	200	10.1
199	219	8
199	219	5
199	219	12
199	219	2
199	221	8
199	221	21
199	224	12
199	224	8
199	224	6
199	224	8
199	226	8
199	226	12
199	226	17
199	226	6
200	199	10.1
200	199	5
200	219	3.5
200	219	6
200	219	12
200	219	2
200	219	5
200	221	6
200	221	21
200	221	3.5
200	224	3.5
200	224	6
200	224	12
200	224	8
200	224	6
200	226	3.5
200	226	6
200	226	12

SUMB	DEST	JARAK
200	226	17
200	226	6
201	188	3.6
201	202	2
201	205	6
202	178	17
202	201	2
202	203	11
202	205	8
203	202	11
203	204	6
203	204	5.9
203	204	5
203	214	3
203	214	4.8
203	214	20.4
203	214	4
203	215	1
203	215	19.4
203	215	13
203	215	4
203	222	22
204	188	24
204	197	12
204	197	5
204	203	5
204	203	5.9
204	203	6
204	220	16
204	222	5
204	222	116
205	189	1
205	201	6
205	202	8
205	206	3
205	206	23
205	214	23
205	214	4.8
206	159	7
206	205	23
206	205	3
206	207	12
206	207	7

SUMB	DEST	JARAK
206	207	6
206	208	28.5
206	209	20.5
206	209	15
206	214	12
206	214	2
207	206	12
207	206	6
207	206	7
207	208	16.5
207	208	7
207	208	6
207	209	6
207	209	7
207	209	8.5
207	209	15
208	123	12
208	206	28.5
208	207	6
208	207	16.5
208	207	7
208	209	8
208	209	15
209	206	20.5
209	206	15
209	207	6
209	207	7
209	207	15
209	207	8.5
209	208	15
209	208	8
209	210	4
209	210	13.8
209	211	15
209	214	13.8
209	214	18
209	215	4
209	215	13.8
209	215	5
209	215	13.3
210	209	13.8
210	209	4
210	211	13.8

SUMB	DEST	JARAK
210	211	11
211	209	15
211	210	11
211	210	13.8
211	212	10
211	212	1
211	213	15.5
211	214	2
211	214	27
211	215	14.5
211	215	7
211	218	2
211	218	5
211	218	8
211	218	1
212	211	1
212	211	10
212	213	1
212	213	4
213	211	15.5
213	212	4
213	212	1
213	215	10.1
213	215	21.5
213	216	10.1
213	216	21.5
213	216	3.4
213	217	10.1
213	217	19.5
213	217	2.6
213	218	10.1
213	218	8.5
213	218	5
214	203	4.8
214	203	4
214	203	20.4
214	203	3
214	205	4.8
214	205	23
214	206	2
214	206	12
214	209	13.8
214	209	18

SUMB	DEST	JARAK
214	211	27
214	211	2
214	215	4.8
214	215	10.5
215	203	3
215	203	4
215	203	13
215	203	19.4
215	209	13.8
215	209	5
215	209	4
215	209	13.3
215	211	7
215	211	14.5
215	213	10.1
215	213	21.5
215	214	4.8
215	214	10.5
215	216	3.4
215	217	2
215	217	2.6
215	218	3
215	218	11.8
215	225	33
215	225	3
216	213	3.4
216	213	21.5
216	213	10.1
216	215	3.4
216	217	2
216	217	2.6
216	217	3.4
216	218	3.4
216	218	3
216	218	11.8
216	225	1
216	225	29
216	225	3
217	213	2.6
217	213	19.5
217	213	10.1
217	215	2.6
217	215	2

SUMB	DEST	JARAK
217	216	3.4
217	216	2.6
217	216	2
217	218	11.8
217	218	1
217	218	2.6
218	211	5
218	211	1
218	211	8
218	211	2
218	213	5
218	213	8.5
218	213	10.1
218	215	11.8
218	215	3
218	216	11.8
218	216	3
218	216	3.4
218	217	11.8
218	217	1
218	217	2.6
218	238	26.3
219	197	19.8
219	197	4
219	199	2
219	199	12
219	199	5
219	199	8
219	200	2
219	200	12
219	200	5
219	200	6
219	200	3.5
219	222	9.5
219	222	5.5
222	203	22
222	204	16
222	204	5
222	219	5.5
222	219	9.5
222	220	2
222	225	5
222	234	4.5

SUMB	DEST	JARAK
222	234	3
222	234	28
220	204	16
220	221	3
220	222	2
221	199	21
221	199	8
221	200	21
221	200	6
221	200	3.5
221	220	3
221	223	3.5
221	225	4
225	215	3
225	215	33
225	216	29
225	216	1
225	216	3
225	221	4
225	222	5
225	226	26
225	232	17
225	233	14
225	233	19.5
225	234	36
224	199	6
224	199	8
224	199	12
224	199	8
224	200	6
224	200	3.5
224	200	6
224	200	8
224	200	12
224	223	6
223	221	3.5
223	224	6
223	228	17
226	199	8
226	199	17
226	199	12
226	199	6
226	200	6

SUMB	DEST	JARAK
226	200	17
226	200	12
226	200	6
226	200	3.5
226	225	26
226	227	1.3
226	227	5
226	228	2.3
227	226	5
227	226	1.3
227	228	5
227	228	1
228	223	17
228	226	2.3
228	227	1
228	227	5
228	229	1
228	231	5
228	231	2.5
227	226	5
227	226	1.3
227	228	5
227	228	1
229	228	1
231	228	2.5
231	228	5
231	230	3
230	231	3
230	232	3
232	225	17
232	230	3
232	233	3
232	233	19.5
232	234	3
232	234	7
232	234	9
232	234	18
233	225	19.5
233	225	14
233	232	19.5
233	232	3
233	234	18
233	234	9

SUMB	DEST	JARAK
233	234	12.5
234	222	28
234	222	3
234	222	4.5
234	225	36
234	232	3
234	232	18
234	232	7
234	232	9
234	233	9
234	233	18
234	233	12.5
234	235	5
234	235	5
234	236	13
234	238	19.5
235	234	5
235	234	5
235	236	8
235	236	5
236	234	13
236	235	8
236	235	5
236	237	4
236	237	12.8
236	237	8
236	237	6.8
236	237	20.5
236	238	12.8
236	238	12
236	238	4
237	236	6.8
237	236	8
237	236	12.8
237	236	4
237	236	20.5
237	238	20.5
237	238	6.8
237	238	4
238	218	26.3
238	234	19.5
238	236	12.8
238	236	4

SUMB	DEST	JARAK
238	236	12
238	237	4
238	237	6.8
238	237	20.5
237	292	14.8
212	275	28
200	311	6.6
200	311	6
228	312	8
229	313	19
229	341	12
232	331	7
236	340	19
236	340	7

SUMB	DEST	JARAK
239	146	20.5
239	146	16
239	240	7.3
239	240	13
239	240	4
239	241	13
239	241	2
239	241	4
239	241	5.3
240	146	27.8
240	239	4
240	239	7.3
240	239	13
240	241	2.1
240	248	55
240	248	12.8
240	249	40
241	146	25.8
241	146	2.1
241	239	2
241	239	5.3
241	239	4
241	239	13
241	240	2.1
242	120	5
242	120	23.7
242	120	22.2
242	243	22.2
242	243	8.2
242	243	21
242	244	22.2
242	244	24
243	120	5
243	120	8.2
243	120	44.7
243	242	21
243	242	22.2
243	242	8.2
243	244	8.2
243	244	3
244	120	55
244	120	5
244	242	22.2

SUMB	DEST	JARAK
244	242	24
244	243	3
244	243	8.2
244	245	7.3
244	245	21.5
244	248	23.7
244	275	33.4
245	244	7.3
245	244	21.5
245	246	4
245	248	16
245	248	21.5
245	273	16
245	275	11.9
245	275	16.5
246	245	16
247	248	16
248	244	23.7
248	245	16
248	245	21.5
248	247	16
248	240	55
248	240	12.8
248	249	27.2
248	249	55
248	250	2
248	250	46.8
248	250	40
248	251	25.3
248	251	12
248	252	36.8
248	252	2
248	254	23.3
248	254	35.8
248	257	72.4
249	240	40
249	248	27.2
249	248	55
249	250	43
250	248	2
250	248	46.8
250	248	40
250	249	43

SUMB	DEST	JARAK
250	251	12
250	251	19.5
250	251	40
250	251	2
250	252	2
250	252	40
250	252	10
250	252	2
250	253	4
250	253	6.5
250	254	8.3
250	254	44
250	254	16
250	254	2
250	256	31
250	256	15.5
250	258	39
250	258	8.8
250	257	39.3
250	257	18.5
251	248	12
251	248	25.3
251	250	12
251	250	2
251	250	19.5
251	250	40
251	252	11.5
251	252	2
251	252	12
251	254	12
251	254	11.5
251	254	23.3
251	257	47.5
251	257	12
252	248	2
252	248	36.8
252	250	2
252	250	2
252	250	10
252	250	40
252	251	2
252	251	11.5
252	251	12

SUMB	DEST	JARAK
252	254	1
252	254	23.3
252	254	2
252	257	2
252	257	35.6
253	250	6.5
253	250	4
253	256	18.5
253	256	15.5
253	256	13.3
253	257	18.5
253	257	13.3
253	257	26.5
253	258	26.5
253	258	13.3
253	258	8.8
254	248	35.8
254	248	23.3
254	250	8.8
254	250	44
254	250	16
254	250	2
254	251	12
254	251	11.5
254	251	23.3
254	252	1
254	252	23.3
254	252	2
254	257	16
254	257	4
254	257	8.3
254	257	25.6
254	264	8.3
254	264	21.3
255	257	6.6
255	257	6
256	250	31
256	250	15.5
256	253	13.3
256	253	18.5
256	253	15.5
256	257	15.5
256	257	8

SUMB	DEST	JARAK
256	257	18.5
256	258	15.5
256	258	8
256	258	8.8
256	259	8
256	259	15.5
256	259	2
256	259	5.5
256	259	4
257	248	72.4
257	250	39.3
257	250	18.5
257	251	47.5
257	251	12
257	252	35.6
257	252	2
257	253	13.3
257	253	26.5
257	253	18.5
257	254	4
257	254	25.6
257	254	8.3
257	254	16
257	256	18.5
257	256	8
257	256	15.5
257	258	27.3
257	259	11
257	259	14.5
257	265	48.2
257	265	6.8
257	264	25.6
257	264	4
257	264	37.3
257	266	51.2
258	250	39
258	250	8.8
258	253	13.3
258	253	8.8
258	253	26.5
258	256	8.8
258	256	8
258	256	15.5

SUMB	DEST	JARAK
258	257	27.3
258	259	5
258	261	5
259	250	2
259	250	4
259	250	39.3
259	250	5.5
259	253	26.5
259	253	2
259	253	4
259	253	5.5
259	253	13.3
259	256	5.5
259	256	4
259	256	2
259	256	8
259	256	15.5
259	257	11
259	257	14.5
259	258	27.3
259	261	1.8
259	261	4.5
259	261	4.5
259	262	24.7
261	258	5
261	259	1.8
261	259	4.5
261	259	4.5
261	262	11.3
261	262	5.5
262	259	24.7
262	261	5.5
262	261	11.3
262	263	16
263	262	16
264	254	21.3
264	254	8.3
264	257	37.3
264	257	4
264	257	25.6
265	257	48.2
265	257	6.8
265	266	6.8

SUMB	DEST	JARAK
265	266	3
266	257	51.2
266	265	27
266	265	11.3
266	268	43.7
266	269	11.3
266	269	27
267	269	26
267	269	15.4
267	283	22.5
267	285	28.9
267	288	12
267	288	37.7
267	288	11.9
267	290	23.9
267	290	6.5
267	290	13.5
268	266	5
268	266	23.5
268	269	5
268	269	20.2
269	266	43.7
269	267	15.4
269	267	26
269	268	20.2
269	268	5
269	270	12.8
269	274	9
269	274	7
270	269	12.8
270	271	16.8
270	272	19
270	272	11
271	270	16.8
271	272	19
271	272	5.8
271	275	46
271	275	17.5
271	276	17.5
271	276	46
272	270	11
272	270	19
272	271	19

SUMB	DEST	JARAK
272	271	5.8
272	273	24
273	245	16
273	272	24
274	269	7
274	269	9
274	279	16.7
275	212	28
275	244	33.4
275	245	11.9
275	245	16.5
275	271	46
275	271	17.5
275	276	20
275	277	10
275	277	4
275	277	46
276	271	17.5
276	271	46
276	275	20
276	277	46
276	277	4
276	277	10
277	275	4
277	275	46
277	275	10
277	276	4
277	276	46
277	276	10
277	278	39.7
278	277	39.7
279	274	16.7
279	291	23.4
280	281	8
281	280	8
282	283	15
283	267	22.5
283	282	15
283	284	13.3
283	285	24
283	285	2
283	286	15
283	286	16.8

SUMB	DEST	JARAK
283	287	33
283	288	37.7
283	288	24.5
283	288	5
284	283	13.3
285	267	28.9
285	283	2
285	283	24
285	286	5
285	286	2
285	287	6.5
285	287	20
285	288	5
285	288	37.7
285	290	15.5
285	299	57
286	283	16.8
286	283	15
286	285	2
286	285	5
286	287	15
286	287	6.5
286	287	2
286	299	10
286	299	52
287	283	33
287	285	6.5
287	285	20
287	286	15
287	286	2
287	286	6.5
287	299	6.5
287	299	37
288	267	37.7
288	267	11.9
288	267	12
288	283	5
288	283	24
288	283	37.7
288	285	37.7
288	285	5
288	289	10
289	288	10

SUMB	DEST	JARAK
290	285	15.5
290	299	41
290	299	16
290	267	6.5
290	267	23.9
290	267	13.5
291	279	23.4
291	292	36.8
292	237	14.8
292	291	36.8
293	294	31.5
293	294	27.3
293	294	2
293	295	42.5
294	293	2
294	293	27.3
294	293	31.5
294	295	27.3
294	295	11
294	295	2
295	293	42.5
295	294	2
295	294	27.3
295	294	11
295	296	15
295	296	5.5
295	296	4.5
295	296	4
295	297	13.5
296	295	5.5
296	295	4
296	295	15
296	295	4.5
296	297	4.5
296	297	15
296	297	4
296	297	8
297	295	13.5
297	296	8
297	296	4.5
297	296	4
297	296	15
297	298	15.5

SUMB	DEST	JARAK
297	298	5.2
297	298	1
297	299	22
298	297	5.2
298	297	15.5
298	297	1
299	285	57
299	286	52
299	286	10
299	287	37
299	287	6.5
299	290	41
299	290	16
299	297	22
299	300	25.6
300	299	25.6
300	301	6.9
300	301	4
301	300	6.9
301	300	4
301	302	10
301	302	22
301	303	15
301	303	22
302	301	22
302	301	10
302	303	15
303	301	15
303	301	22
303	302	15
293	304	11.4
304	293	11.4
291	304	6.4
304	291	6.4
304	305	23
305	304	23
281	305	15
305	281	15
280	305	15
305	280	15
279	305	3
305	279	3
305	306	25

SUMB	DEST	JARAK
306	305	25
274	306	7
274	306	3.5
274	306	12.5
306	274	7
306	274	3.5
306	274	12.5
282	306	2
306	282	2
269	306	5.5
269	306	12.5
306	269	12.5
306	269	5.5
306	307	13
307	306	13
307	308	29
308	307	29
268	307	6.4
268	307	5
268	307	8
307	268	6.4
307	268	5
307	268	8
267	307	18
307	267	18
267	308	18
267	308	11.3
308	267	11.3
308	267	18
266	308	9
308	266	9
308	309	49
309	308	49
257	309	24.7
309	257	24.7
309	310	21
310	309	21
310	260	18
260	310	18
310	259	17
259	310	17
310	257	16
310	257	11.5

SUMB	DEST	JARAK
257	310	11.5
257	310	16
294	386	7.2
294	386	32.4
295	386	11
295	386	54
263	400	8.5
293	304	6
293	367	31.1
304	293	6

SUMB	DEST	JARAK
477	389	15
477	390	1
477	480	15
478	479	13.1
479	478	13.1
479	482	26.2
479	482	9.4
479	483	26.2
479	483	7
480	477	15
480	481	1
480	484	19.7
481	390	10.5
481	480	1
481	482	9.6
482	479	9.4
482	479	26.2
482	481	9.6
482	483	16.4
483	479	26.2
483	479	7
483	482	16.4
483	484	1
483	485	16.9
484	480	19.7
484	483	1
484	486	13.5
485	483	16.9
485	486	3
485	488	10.5
485	496	40.1
485	497	20.4
485	497	8.5
486	484	13.5
486	485	3
486	487	13
487	486	13
487	488	4
487	504	30
488	485	10.5
488	487	4
488	489	8.3
488	491	8

SUMB	DEST	JARAK
489	488	8.3
489	497	5.2
489	497	7.3
490	491	4.6
490	497	6
490	497	19.8
490	498	10.4
491	488	8
491	490	4.6
492	392	5
492	392	10
492	493	19
493	492	19
493	494	25.1
493	495	9.3
493	495	3.3
494	493	25.1
495	493	9.3
495	493	3.3
495	496	3.5
496	485	40.1
496	495	3.5
496	497	11.3
496	497	9.6
497	485	20.4
497	485	8.5
497	489	5.2
497	489	7.3
497	490	19.8
497	490	6
497	496	9.6
497	496	11.3
498	490	10.4
498	499	6
498	499	9
498	503	23.1
499	498	6
499	498	9
499	502	13.1
499	505	7.5
499	505	17.6
500	501	9.6
501	500	9.6

SUMB	DEST	JARAK
501	505	5.6
501	506	7.2
501	512	1
501	512	20
502	499	13.1
502	503	12.8
502	503	1
502	505	4
502	505	11.6
503	498	23.1
503	502	12.8
503	502	1
503	504	0.5
503	508	7.6
504	503	0.5
504	505	4.8
504	505	5.8
504	509	10
505	499	17.6
505	499	7.5
505	501	5.6
505	502	11.6
505	502	4
505	504	5.8
505	504	4.8
505	508	5.6
505	508	3.2
505	508	5.5
506	501	7.2
506	507	8
507	506	8
507	508	5
507	508	9.2
507	510	5
507	510	1
507	512	10
508	503	7.6
508	505	3.2
508	505	5.6
508	505	5.5
508	507	9.2
508	507	5
508	509	3

SUMB	DEST	JARAK
508	510	10.2
508	513	7
508	513	9.2
509	504	10
509	508	3
509	510	12
510	507	1
510	507	5
510	508	10.2
510	509	12
510	511	3.5
510	513	7
510	513	1
510	515	13
511	510	3.5
511	512	4
512	501	1
512	501	20
512	507	10
512	511	4
512	515	13.6
513	508	9.2
513	508	7
513	510	7
513	510	1
513	514	8.8
515	510	13
515	512	13.6
515	514	3.2
515	514	10
514	513	8.8
514	515	10
514	515	3.2

SUMB	DEST	JARAK
326	327	9.6
326	325	2
327	328	4
327	325	3.8
327	325	0.6
327	325	6.8
328	327	4
328	329	10.8
329	328	10.8
329	330	4.4
330	329	4.4
330	311	30
325	326	2
325	327	0.6
325	327	6.8
325	327	3.8
325	324	5
325	324	3.8
324	325	5
324	325	3.8
324	326	5.6
324	326	2.8
324	327	7.4
324	323	5
323	324	5
323	322	5
323	313	18
323	314	8
323	314	30
323	314	15
326	324	5.6
326	324	2.8
327	327	9.6
327	324	7.4
323	312	1.6
323	312	15
323	312	23
323	228	15
323	228	23
323	228	6.5
323	320	15
323	320	23
323	320	2.4

SUMB	DEST	JARAK
322	323	5
322	321	10.2
322	313	4
322	313	1.4
322	313	18
322	312	23
322	312	1.6
322	312	15
322	312	1.4
322	312	4
322	228	6.5
322	228	1.4
322	228	15
322	228	23
322	228	4
322	320	15
322	320	23
322	320	1.4
322	320	2.4
322	320	4
322	314	4
322	314	8
322	314	30
322	314	1.4
322	314	15
321	322	10.2
321	364	9.7
313	323	18
313	322	1.4
313	322	4
313	322	18
313	314	10
313	314	30
313	315	5
313	229	19
314	313	10
314	313	30
314	312	15
314	312	1.6
314	312	30
314	320	15
314	320	30
314	320	2.4

SUMB	DEST	JARAK
314	323	8
314	323	15
314	323	30
314	322	30
314	322	8
314	322	15
314	322	1.4
314	322	4
312	320	4
312	314	1.6
312	314	30
312	314	15
312	311	12
312	228	8
312	323	15
312	323	23
312	323	1.6
312	322	1.4
312	322	1.6
312	322	4
312	322	15
312	322	23
311	312	12
311	200	6.6
311	200	6
311	330	30
320	312	4
320	314	15
320	314	30
320	314	2.4
320	316	9.6
316	320	9.6
316	315	9.2
316	319	11.2
316	332	9.3
316	333	6.8
316	333	9
332	316	9.2
333	316	6.8
333	316	9
315	313	5
315	316	9.2
315	317	7.2

SUMB	DEST	JARAK
315	318	7.2
317	315	7.2
318	315	7.2
319	316	11.2
319	342	1.2
319	343	2.5
342	319	1.2
343	319	2.5
364	321	9.7
364	363	7.2
364	363	7
364	362	8.8
363	364	7.2
363	364	7
363	362	7
363	362	1.6
363	365	4
363	365	8
363	365	9.4
362	364	8.8
362	363	7
362	363	1.6
362	365	14.4
362	366	3.5
362	353	7
365	363	9.4
365	363	8
365	363	4
365	362	14.4
365	373	13.6
366	362	3.5
373	365	13.6
373	374	4.2
374	373	4.2
374	375	5
375	374	5
375	377	14.2
375	377	7.2
375	376	6.4
375	344	40.6
377	375	7.2
377	375	14.2
377	376	18.4

SUMB	DEST	JARAK
377	376	2
377	378	0.5
377	378	29.2
377	378	1.6
377	390	10.4
377	390	2.4
377	390	50
376	375	6.4
376	377	2
376	377	18.4
376	378	17.4
376	390	15.2
376	390	50
376	390	6
376	390	3.2
376	390	10.4
378	377	1.6
378	377	29.2
378	377	0.5
378	376	17.4
378	390	50
378	390	26.8
378	390	26.8
378	396	14.3
379	368	6.2
379	380	3.7
379	381	5.9
379	383	12
380	369	4.4
380	379	3.7
380	382	3.2
381	379	5.9
382	380	3.2
382	384	12.8
382	385	11.6
382	385	2.4
383	379	12
383	389	25
384	382	12.8
384	385	1.2
384	385	2.4
384	386	10.8
385	382	11.6

SUMB	DEST	JARAK
385	382	2.4
385	384	1.2
385	384	2.4
386	384	10.8
386	387	6.4
386	294	32.4
386	294	7.2
386	295	11
386	295	54
387	386	6.4
387	388	6.8
388	387	6.8
388	389	3.5
388	389	5
389	383	25
389	388	5
389	388	3.5
389	390	10.8
390	389	10.8
390	377	10.4
390	377	50
390	377	2.4
390	376	3.2
390	376	6
390	376	15.2
390	376	50
390	376	10.4
390	378	50
390	378	26.8
390	378	10.4
391	392	3.3
391	392	13.8
391	394	7.2
391	394	16.2
392	390	15.5
392	390	52.6
392	391	3.3
392	391	13.8
392	394	7.6
392	394	0.3
390	392	15.5
390	392	52.6
393	394	10.4

SUMB	DEST	JARAK
393	395	5.5
393	395	1.5
393	395	10
393	395	3.8
393	390	3.8
393	390	1.5
393	390	52.6
390	393	52.6
390	393	1.5
390	393	3.8
394	392	0.3
394	392	7.6
394	393	10.4
394	395	8.7
394	390	62.6
394	390	3.2
390	394	62.6
390	394	3.2
394	391	16.2
394	391	7.2
395	393	3.8
395	393	10
395	393	5.5
395	393	1.5
395	394	8.7
395	396	15
395	390	62.6
395	390	5.5
390	395	62.6
390	395	5.5
396	395	15
396	378	14.3
368	369	4.5
368	379	6.2
368	345	13
369	368	4.5
369	372	1
369	372	8.4
369	380	4.4
372	369	8.4
372	369	1
372	344	7.6
372	344	6.8

SUMB	DEST	JARAK
344	372	6.8
344	372	7.6
353	352	4
353	362	7
352	353	4
352	351	3.3
352	350	4.2
351	352	3.3
351	348	3
350	352	4.2
350	349	10
350	348	3
349	350	10
349	359	8
348	351	3
348	350	3
348	347	3
348	344	8.6
348	344	5.3
347	348	3
347	346	5
346	347	5
346	345	4
345	346	4
345	344	1
345	368	13
344	348	8.6
344	348	5.3
344	345	1
344	375	40.6
370	360	5
370	360	8
367	360	17
367	360	8
341	229	12
341	342	6
341	333	4
342	341	6
342	343	2
342	335	7.2
333	341	4
333	332	6
333	332	2.5

SUMB	DEST	JARAK
333	335	4
343	342	2
343	336	3
343	355	11
331	232	7
331	332	10
331	332	2.5
331	334	10
331	334	5.4
332	333	2.5
332	333	6
332	331	10
332	331	2.5
332	334	7.9
334	332	7.9
334	331	5.4
334	331	10
334	335	9.6
334	339	20.1
334	339	25
334	340	26.9
335	333	4
335	342	7.2
335	334	9.6
335	337	6
336	343	3
336	337	7.6
336	354	4
339	334	25
339	334	20.1
339	338	7.2
339	340	7.2
339	340	8
338	339	7.2
338	337	4.5
337	338	4.5
337	335	6
337	336	7.6
340	236	7
340	236	19
340	334	26.9
340	339	8
340	339	7.2

SUMB	DEST	JARAK
388	390	18
389	477	15
390	388	18
390	477	1
390	481	10.5
392	492	5
392	492	10
367	293	31.1
367	360	25

SUMB	DEST	JARAK
397	398	20.1
397	403	24.3
398	403	5.3
398	397	20.1
399	405	10
399	409	13.3
399	405	4.3
399	402	5.8
400	263	8.5
400	401	3
400	401	4
400	401	3.5
400	405	1
400	405	9.5
400	407	3
400	407	12.5
400	402	11.5
401	406	6.5
401	400	3
401	400	4
401	400	3.5
402	401	11.5
402	399	5.8
402	405	12.7
403	398	5.3
403	409	17
403	397	24.3
404	409	4.4
405	408	2.4
405	399	10
405	399	4.3
405	400	1
405	402	12.7
405	400	9.5
406	407	4
406	401	6.5
406	408	12.1
407	400	12.5
407	408	8.5
407	412	6
407	406	4
407	408	5
407	400	3

SUMB	DEST	JARAK
408	407	5
408	407	8.5
408	406	12.1
408	405	2.4
408	411	5.8
409	410	15.7
409	399	13.3
409	403	17
409	404	4.4
410	420	25.7
410	415	7.9
410	409	15.7
411	412	4
411	412	6.8
411	414	4
411	415	8
411	408	5.8
412	411	6.8
412	417	8.7
412	413	3.5
412	411	4
412	407	6
412	413	6.2
413	414	4.5
413	417	2.5
413	414	6.2
413	412	3.5
413	412	6.2
413	417	5.3
414	413	6.2
414	413	4.5
414	411	4
415	411	8
415	410	7.9
416	417	10.4
417	416	10.4
417	412	8.7
417	413	2.5
417	413	5.3
417	418	15.5
418	419	14.9
418	420	28.4
418	422	12.5

SUMB	DEST	JARAK
418	422	6.9
418	423	12.2
418	417	15.5
419	420	3.7
419	420	10.5
419	422	4.5
419	422	2.4
419	422	6.9
419	418	14.9
420	415	25.7
420	418	28.4
420	419	10.5
420	419	3.7
420	421	25.1
420	422	15.9
420	422	6.9
420	425	20.5
421	420	25.1
421	426	18.4
422	418	12.5
422	419	2.4
422	419	6.9
422	419	4.5
422	420	15.9
422	420	6.9
422	423	7
422	423	4
422	423	3
422	418	6.9
423	424	2
423	418	12.2
423	422	3
423	422	7
423	424	8.4
423	422	4
424	429	2
424	423	8.4
424	423	2
425	428	6.9
425	420	20.5
426	421	18.4
427	421	8
427	428	22.6

SUMB	DEST	JARAK
428	427	22.6
428	431	4
428	425	6.9
429	431	27
429	430	4
429	432	5.6
429	424	2
430	432	4.4
430	429	4
431	442	26.1
431	429	27
431	428	4
432	433	27.9
432	430	4.4
432	429	5.6
433	432	27.9
433	436	13.1
434	435	4.5
434	436	16.8
434	437	6.9
435	438	12.4
435	434	4.5
435	437	11
436	433	13.1
436	434	16.8
436	438	10
437	440	4.9
437	440	5
437	439	6.9
437	435	11
437	434	6.9
437	447	6
438	435	12.4
438	436	10
438	439	11.1
438	439	6.4
438	457	8
439	438	6.4
439	440	2
439	441	4
439	438	11.1
439	437	6.9
439	440	5

SUMB	DEST	JARAK
440	437	4.9
440	437	5
440	439	5
440	439	2
440	441	4.5
441	439	4
441	457	10
441	440	4.5
441	458	5.1
442	431	26.1
442	443	8
442	443	7.5
442	443	7.5
442	447	5.3
443	442	8
443	446	2.5
443	442	7.5
443	442	7.5
443	446	6.3
444	445	8
445	444	8
445	449	1
445	449	8
445	450	6
446	443	2.5
446	443	6.3
446	449	9.5
447	442	5.3
447	448	8.6
447	449	10.8
447	437	6
448	459	2
448	459	14
448	447	8.6
448	449	9
449	445	7
449	446	9.5
449	447	10.8
449	448	9
449	476	1
449	476	5
449	445	1
450	445	6

SUMB	DEST	JARAK
450	451	14.2
450	454	8.7
451	450	14.2
451	454	6
451	455	6
452	453	15.6
452	476	6.5
452	454	1.6
453	452	15.6
453	476	15.8
453	465	9.8
454	450	8.7
454	451	6
454	452	1.6
455	451	6
455	456	12.3
455	474	19.9
456	455	12.3
457	438	8
457	462	6.5
457	441	10
457	475	5.9
458	441	5.1
458	461	4.5
458	460	4
458	475	4.4
459	448	2
459	448	14
459	460	8
460	458	4
460	459	8
461	458	4.5
461	467	2.2
461	464	2.2
462	464	6
462	463	3
462	457	6.5
463	462	3
463	464	2
464	461	2.2
464	468	4.6
464	468	5
464	470	6.6

SUMB	DEST	JARAK
464	462	6
464	463	2
465	453	9.8
465	467	7.5
465	466	8
466	465	8
466	467	3.9
466	470	6
467	470	4.3
467	465	7.5
467	461	2.2
467	466	3.9
468	464	5
468	464	4.6
468	469	2
469	468	2
469	472	12.5
469	470	9
470	471	3.5
470	472	3
470	469	9
470	467	4.3
470	466	6
470	464	6.6
470	472	15
471	474	20.1
471	470	3.5
472	470	15
472	473	6
472	470	3
472	469	12.5
472	473	6
473	472	6
473	472	6
474	455	19.9
474	471	20.1
475	457	5.9
475	458	4.4
475	441	4.1
476	449	1
476	449	5
476	452	6.5
476	453	15.8

LAMPIRAN B

ID	NAMA
1	Johor Bahru
2	Tampoi
3	Tebrau
4	Skudai
5	Lima Kedai
6	Kempas (Interchange)
7	Pasir Gudang
8	Masai
9	Kg. Kong Kong
10	Plentong
11	Skudai Interchange
12	Senai
13	Kangkar Pulai
14	Kg. Ulu Choh
15	Gelang Patah
16	Kg. Tanjung Kupang
17	Senai Utara(Interchange)
18	Kulai
19	Ulu Tiram
20	Kg. Ayer Bemban
21	Kulai Interchange
22	Teck Wah Heng
23	Kg. Sedenak
24	Kangkar Sg. Tiram
25	Sedenak (Interchange)
26	Pekan Nenas
27	Pontian Kecil
28	Kg. Teluk Kerang
29	Kg. Sawah
30	Bandar Permas
31	Kukup
32	Kg. Serkat
33	Pontian Besar
34	Kayu Ara Pasong
35	Ayer Baloi
36	Ulu Sungai Ayer Baloi
37	Sanglang
38	Benut

ID	NAMA
39	Simpang Renggam Interchange
40	Layang-Layang
41	Simpang Renggam
42	Renggam
43	Kluang
44	Machap (Interchange)
45	Ayer Hitam Interchange
46	Machap
47	Kg. Paya
48	Niyor
49	Kg. Semberong
50	Kg. Gajah
51	Paloh
52	Kahang Kangkar
53	Kota Tinggi
54	Kg. Semangar
55	Bandar Tenggara
56	Lombong
57	Air Tawar
58	Kg. Hj. Mohd. Jambi
59	Gugusan Air Tawar
60	Bandar Mas
61	Sungai Mas
62	Semenchu
63	Mawai
64	Simpang Wa Ha
65	Bandar Easter
66	Lok Heng
67	Kuala Sedili
68	Tanjung Sedili Kecil
69	Desaru
70	Tanjung Gemoh
71	Tanjung Belungkor
72	Gugusan Felda Keledang
73	Bandar Penawar
74	Punggai

ID	NAMA
75	Kg. Sg. Rengit
76	Tanjung Pengerang
77	Kr. Dohol
78	Kg. Ulu Sedili
79	Rengit
80	Senggarang
81	Lapangan Terbang Batu Pahat
82	Seri Gading
83	Tanjung Semberong
84	Parit Raja
85	Batu Pahat
86	Peserai
87	Semerah
88	Parit Puasa Darat
89	Tongkang Pecah
90	Parit Sulong
91	Seri Medan
92	Parit Ulong
93	Kg. Parit Yaani
94	Yong Peng Interchange Utara
95	Yong Peng Interchange Selatan
96	Yong Peng
97	Kangkar Baharu
98	Ayer Hitam
99	Pekan Baru
100	Parit Jawa
101	Parit Bakar
102	Sungai Balang
103	Muar (Bandar Maharani)
104	Bukit Pasir
105	Parit Bunga
106	Kesang
107	Sungai Mati
108	Batu Kangkar
109	Tangkak Interchange
110	Bukit Gambir

ID	NAMA
111	Tangkak
112	Sagil
113	Gerisek
114	Kg. Teratai
115	Panchor
116	Bukit Kepong
117	Pagoh
118	Pagoh Interchange
119	Jementah
120	Segamat
121	Felcra Tebing Tinggi
122	Buloh Kasap
123	Batu Anam
124	Tumang
125	Felda Kg. Awat
126	Tenang
127	Felda Redong
128	Labis
129	Pekan Ayer Panas
130	Sungai Karas
131	Felda Maokil
132	Bekok
133	Chaah
134	Tenggaroh
135	Tanjung Leman
136	Jemaluang
137	Kangkar Lengor
138	Kg. Sri Pantai
139	Mersing
140	Felda Nitar
141	Gugusan Felda Nitar
142	Felcra Tanah Abang
143	Kg. Tenglu
144	Air Papan
145	Penyabong
146	Padang Endau

ID	NAMA
147	Sungai Rambai
148	Merlimau
149	Solok Pantai
150	Kg. Bukit Serkam
151	Bemban
152	Jasin
153	Sempang Kerayong
154	Kesang Pajak
155	Selandar
156	Batang Melaka
157	Nyalas
158	Sempang Bekoh
159	Bukit Asahan
160	Chin Chin
161	Jasin Interchange
162	Sempang Bugis
163	Kandang
164	Bandar Melaka
165	Ayer Molek
166	Tanjung Keling
167	Bukit Baru
168	Tangga Batu
169	Batu Berendam
170	Kg. Baharu Sungai Udang
171	Paya Rumput
172	Masjid Tanah
173	Kuala Sungai Baru
174	Ramuan China Besar
175	Kuala Linggi
176	Kg. Tanjung Agas
177	Felda Ramuan China
178	Lubuk China
179	Brisu
180	Simpang Ampat
181	Lendu
182	Alor Gajah
183	Kg. Paya Datok
184	Rembia
185	Melaka Pindah
186	Durian Tunggal
187	Ayer keroh

ID	NAMA
	Interchange
188	Simpang Ampat Interchange
189	Pulau Sebang
190	Kemuning
191	Felda Hutan Percha
192	Felda Solok Menggong
193	Felda Bukit Bulat Machap
194	Machap Baru
195	Sepang Kuala Sungga
196	Sempang Gading

ID	NAMA
197	Pengkalan Kempas
198	Pasir Panjang
199	Port Dickson
200	Kg. Pacitan
201	Kg. Ulu Condong
202	Kota
203	Rembau
204	Pedas/Linggi Interchange
205	Tampin
206	Gemencheh
207	Bukit Jalor
208	Gemas
209	Rompin
210	Palong
211	Bahau
212	Bandar Baru Serting
213	Ayer Hitam
214	Kg. Dangi
215	Kuala Pilah
216	Kg. Rantau Hantu
217	Kg. Ulu Sertam
218	Kg. Terengtang
219	Rantau
220	Senawang (Interchange)
221	Port Dickson (Interchange)
222	Kg. Baharu Rahang
223	Seremban Utara (Interchange)
224	13km Jalan Sisa Toksud
225	Seremban
226	Nilai
227	Bandar Baharu Nilai
228	Nilai (Interchange)
229	Nilai Utara (Interchange)
230	Kawasan Perindustrian Nilai
231	Pajam
232	Mantin
233	Broga
234	Kuala Klawang

ID	NAMA
235	Kg. Ulu Spri
236	Bandar Jelebu Utama (Sg. Muntoh)
237	Pekan Simpang Durian
238	Pertang

ID	NAMA
239	Bukit Sekalong
240	Bandar Baru Rompin
241	Kuala Rompin
242	RKT Selancar
243	Chanis
244	Perantau Damai
245	Melati
246	Cempaka
247	Ibam
248	Bandar Muadzam Shah
249	Nenasi
250	Pekan
251	Runcang
252	Bandar Paloh Hilai
253	Kuala Pahang
254	Chini
255	Lepar hilir
256	Tanjung Lumpur
257	Gambang
258	Kuantan
259	Bandar Indera Mahkota
260	Kg. Sungai Rimau
261	Beserah
262	Gebeng
263	Cherating
264	Kuala Wau
265	Hulu Luit
266	Maran
267	Jengka
268	Cenur
269	Temerluh
270	Mengkarak
271	Teriang
272	RKT Teriang
273	Bera Selata
274	Mentakab
275	Palong
276	Fort Iskandar
277	Gugusan Mendi
278	Gugusan Mengkarak
279	Lancang
280	Bukit Rengit

ID	NAMA
281	Kampung Kuala Gondoh
282	Kerdau
283	Kuala Kerau
284	Jenderak Selatan
285	Jerantut
286	Lata Meraung
287	Kg. Cengkuak
288	Hulu Retang
289	Felda Sg. Retang
290	Kuala Tembeling
291	Karak
292	Telemung
293	Bentung
294	Bukit Fraser
295	Raub
296	Sg. Chalit
297	Dong
298	Ulu Atok
299	Benta
300	Kuala Lipis
301	Padang Tengku
302	RKT Kecau 1
303	Kecau 3
304	Karak Interchange
305	Lanchang Interchange
306	Temerluh Interchange
307	Cenur Interchange
308	Maran Interchange
309	Gambang Interchange
310	Kuantan Interchange

ID	NAMA
477	Behrang Interchange
478	Felda Besourt 5
479	Felda Besourt 1
480	Slim River Interchange
481	Slim River
482	Telolak
483	Sungkai
484	Sungkai Interchange
487	Tapah Interchange
488	Tapah
489	Tapah Road
490	Temoh
491	Chenderiang
492	Kg. Telok Buah
493	Hutan Melintang
494	Bagan Datuk
495	Batak Rabbit
496	Telok Intan
497	Langkap
498	Kampar
499	Malim Nawar
500	Teronoh
501	Pusing
502	Kota Baharu
503	Gopeng
504	Gopeng Interchange
505	Batu Gajah
506	Lahat
507	Ipoh
508	Simpang Pulai
509	Simpang Pulai Interchange
510	Ipoh Selatan Interchange
511	Ipoh Utara Interchange
512	Jelapang Interchange
513	Tambun
514	Tg. Rambutan
515	Chemor
485	Bidor
486	Bidor Interchange

ID	NAMA
311	Sepang
312	Salak
313	E6 Interchange Sepang
314	KLIA (Lapangan Terbang Antarabangsa Kuala Lumpur)
315	Dengkil
316	Kg. Jenderam
317	Cyberjaya
318	Putrajaya
319	UNITEN (Universiti Tenaga Nasional)
320	MSC (Koridor Raya Multimedia)
321	Teluk Panglima Garang
322	Kg. Tanjung Dua Belas
323	Teluk Datuk
324	Banting
325	Chondo
326	Permatang Pasir
327	Simpang Morib
328	Morib
329	Kg. Batu Laut
330	Teluk Sepat
331	Beranang
332	Bangi
333	UKM Bangi (Universiti Kebangsaan Malaysia)
334	Semenyih
335	Kajang
336	Serdang
337	Cheras
338	Cheras Jaya
339	Hulu Langat
340	Kg Gemi
341	Bangi Interchange
342	Kajang Interchange
343	Universiti Putra Interchange
344	Kg. Baharu Sg. Buluh
345	Sg. Buloh Interchange
346	Bt. Lanjan Interchange
347	Damansara

ID	NAMA
	Interchange
348	Subang Airport Interchange
349	Petaling Jaya
350	Subang Jaya
351	Batu Tiga Interchange
352	Batu Tiga
353	Shah Alam
362	Klang
363	Perlabuhan Klang
364	E5 Interchange Klang
365	Kapar
366	Bt. Raja Interchange
367	Genting Sempah Interchange
368	Rawang Interchange
369	Rawang
370	UIA (Universiti Islam Antarabangsa)
371	Hulu Klang
372	Kuang
373	Jeram
374	Kuala Sg. Buluh
375	Asam Jawa
376	Kuala Selangor
377	Batang Berjantai
378	Tanjong Karang
379	Bukit Beruntung Interchange
380	Simpang S. Choh
381	Kg. Sg. Buaya
382	Serendah
383	Lembah Beringin
384	Batang Kali
385	Hulu Yam Baru
386	Kuala Kubu Baharu
387	Kerling
388	Kelumpang
389	Tanjung Malim Interchange
390	Behrang
391	Kg. Sg. Ayer Tawar
392	Sabak Bernam
393	Kg. Bagan Terap

ID	NAMA
394	Sungai Besar
395	Kg. Simpang Lima
396	Sekinchan

ID	NAMA
397	Jabor
398	Bandar Baru Cenih
399	Pasir Gajah
400	Bandar Cukai
401	Kg. Teluk Kalung
402	Kg. Olong
403	Kg. Cenih
404	Padang Air Putih
405	Kg. Ibuk
406	Kijal
407	Kg Meraga Beris
408	Kg. Pondok Limau
409	Kg. Dadung
410	Padang Kubu
411	Kg. Payuh
412	Kemasik
413	Kg. Cabang
414	Kg. Air Jernih
415	Bdr Seri Bandi
416	Kg Batu Putih
417	Kerteh
418	Paka
419	Bdr. Ketengah Jaya
420	Bdr. Al Muktafi Billah Shah
421	Kg. Jongok Batu
422	Felda Rasau
423	Kg. Baharu batu Lima
424	Bandar Dungun
425	Bukit Besi
426	Kg. Pasir Raja
427	Kg. K. Jengai
428	Kg. Dendang Baharu
429	Kg. Nibung
430	Kg. Tk. Bidara
431	Felda Jerangau
432	Kg. K. Abang
433	Mercang
434	Kg. Bukit Leban
435	Kg. Bukit Jelutung
436	Kg. Pulau Kerengga
437	Wakaf Tapai
438	Bandar Marang

ID	NAMA
439	Kg. Bukit Sawa
440	Kg. Pak Madah
441	Bukit Payung
442	Kg. Penghulu Bukit Diman
443	Sekayu
444	Kg. Jenagur
445	Kg. Pueh
446	Kg. Kuala Menjing
447	Ajil
448	Kg. Kejir
449	Kuala Berang
450	Kg. Tapah
451	Kg. Kuala Ping
452	Kg. Matang
453	Kg. Kuala Telemung
454	Kg. Kepah
455	Kg. Kuala Jeneris
456	Pengkalan Sungai Gawi
457	Kg. Chendering
458	Kg. Pengadang Baru
459	Kg. Pulau Manis
460	Kg. Kepong
461	Kg. Pulau Rusa
462	Kg. Pantai Batu Buruk
463	Kuala Terengganu
464	Cabang Tiga
465	Kg. Padang Macang
466	Kg. Jeram
467	Kg. Manir
468	Kg. Seberang Takir
469	Lapangan Terbang Sultan Mahmud
470	Batu Enam
471	Kg. Tepoh
472	Batu Rakit
473	Kg. Merang
474	Kg. Sungai Tong
475	Kg. Atas Tol
476	Kg. Kuala Tajir