

**PEMBENTUKAN MODEL ALTERNATIF UNTUK MODEL PENJANAAN  
PERJALANAN MALAYSIA BAGI GUNA TANAH PERUMAHAN,  
INSTITUSI, PENDIDIKAN DAN KOMERSIAL**

**oleh**

**SHAFIDA AZWINA BINTI MOHD. SHAFIE**

**Tesis yang diserahkan untuk  
memenuhi keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Sains**

**Jun 2011**

## **PENGHARGAAN**

Terlebih dahulu saya ingin mengambil kesempatan di sini untuk memanjatkan rasa kesyukuran ke hadrat Allah Yang Maha Kuasa kerana dengan limpah dan izin-Nya, telah memberi pertunjuk, ilham serta kekuatan kepada saya bagi menyempurnakan tesis Sarjana saya ini dengan jayanya.

Ucapan terima kasih khas saya tujukan kepada penyelia yang juga mentor saya, Prof. Dr. Ahmad Farhan Mohd Sadullah yang sentiasa memberi bimbingan dan tunjuk ajar kepada saya bagi menyempurnakan tesis ini. Galakan yang beliau berikan, memberi suntikan semangat kepada saya menumpu perhatian sepenuhnya kepada kerja tesis ini agar ianya dapat dikendalikan dengan sempurna.

Saya juga amat berterima kasih kepada Prof. Dr. Meor Othman Hamzah yang turut membantu dan membimbing saya dengan teguran membina dalam menyelesaikan kerja tesis saya ini. Sokongan yang diberikan amat dihargai.

Penghargaan kepada Bahagian Perancang Jalan, Kementerian Kerja Raya di atas data yang digunakan dalam kajian ini.

Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Dr. Leong Lee Vien dan Prof. Madya Ahmad Shukri Yahya yang turut sama membantu dalam perkara-perkara yang berkaitan dengan hasil kerja tesis saya agar ianya dapat dimurnikan lagi.

Saya berasa bertuah dan bersyukur kepada Allah S.W.T. kerana mempunyai kedua ibubapa yang begitu prihatin dan sentiasa memberi dorongan kepada saya untuk sentiasa maju ke hadapan serta tidak jemu dalam menambah ilmu bagi menghadapi cabaran dunia tanpa sempadan. Doa mereka sentiasa mengiringi perjalanan saya ini.

Saya juga ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan terima kasih kepada adik-beradik serta rakan-rakan seperjuangan yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam menjayakan tesis saya ini. Saya mendoakan semoga Allah memberi ganjaran yang sewajarnya atas budi baik dan sokongan anda semua.

Akhir sekali, saya ingin merakamkan penghargaan istimewa kepada suami tercinta, Ahmad Shahizi serta kedua-dua anak tersayang, Azreen Sofea dan Adlyn Shaheera kerana memahami tugas saya seterusnya memberi sokongan padu tanpa jemu bagi menyempurnakan tesis ini. Tanpa pengorbanan mereka sudah tentu tesis ini tidak dapat disudahi sempurna.

## JADUAL KANDUNGAN

Penghargaan .....	ii
Jadual Kandungan .....	iv
Senarai Jadual .....	viii
Senarai Rajah .....	xv
Senarai Singkatan .....	xviii
Abstrak .....	xix
Abstract .....	xx

### **BAB 1 – PENGENALAN**

1.0 Latar Belakang .....	1
1.1 Kenyataan Masalah .....	3
1.2 Kepentingan Kajian .....	5
1.3 Objektif Kajian .....	5
1.4 Skop Kajian .....	6
1.5 Organisasi Tesis .....	6

### **BAB 2 – KAJIAN PERSURATAN**

2.0 Pengenalan .....	7
2.1 Penjanaan Perjalanan .....	10
2.2 Faktor Penjanaan Perjalanan .....	10
2.3 Analisis Penjanaan Perjalanan .....	11
2.3.1 Analisis Regresi dan Penjanaan Perjalanan .....	13
2.3.2 Model Regresi Sebagai Model Penjanaan Perjalanan .....	14

2.4	Manual Penjanaan Perjalanan .....	15
2.4.1	Manual Penjanaan Perjalanan Institute of Transportation Engineers (ITE) .....	15
2.4.2	Manual Penjanaan Perjalanan Malaysia (MPPM) .....	19
2.5	Kecukupan Model .....	23
2.6	Penjelmaan .....	25
2.6.1	Penjelmaan Logaritma .....	27
2.7	Ketepatan Model .....	31

### **BAB 3 – METODOLOGI**

3.0	Pengenalan .....	32
3.1	Pemilihan Guna Tanah .....	34
3.2	Penyemakan Model Penjanaan Perjalanan .....	36
3.3	Penjelmaan .....	37
3.3.1	Kaedah Penjelmaan Pembolehubah .....	39
3.4	Kecukupan Model .....	39
3.4.1	Pekali Penentuan, $R^2$ .....	39
3.4.2	Analisis Reja .....	40
3.4.3	Data Berpengaruh .....	40
3.5	Pengujian Hipotesis .....	42
3.5.1	Ujian Hipotesis Cerun .....	42
3.5.2	Ujian Satu Sampel Kolmogorov-Smirnov (K-S) .....	44
3.6	Analisis Sensitiviti .....	44
3.7	Kajian Kes .....	45
3.7.1	Penjanaan Perjalanan .....	45

3.7.2	Pengagihan Perjalanan dan Pengumpulan Perjalanan .....	46
3.7.3	Analisis Lalu Lintas .....	46

#### **BAB 4 – ANALISIS**

4.0	Pengenalan .....	47
4.1	Status Model Penjanaan Perjalanan Malaysia .....	48
4.2	Alternatif Model .....	55
4.2.1	Model Penjanaan Perjalanan Guna Tanah Perumahan .....	55
4.2.2	Model Penjanaan Perjalanan Guna Tanah Institusi .....	67
4.2.3	Model Penjanaan Perjalanan Guna Tanah Pendidikan .....	94
4.2.4	Model Penjanaan Perjalanan Guna Tanah Komersial .....	117
4.3	Model Penjanaan Perjalanan Kajian .....	164
4.4	Analisis sensitiviti .....	174
4.4.1	Model Guna Tanah Perumahan .....	174
4.4.2	Model Guna Tanah Institusi .....	178
4.4.3	Model Guna Tanah Pendidikan .....	182
4.4.4	Model Guna Tanah Komersial .....	183
4.4.5	Kesimpulan Analisis Sensitiviti .....	188

#### **BAB 5 – KAJIAN KES**

5.0	Pengenalan .....	190
5.1	Cadangan Pembangunan .....	190
5.2	Penjanaan Perjalanan .....	190
5.3	Pengagihan dan Pengumpulan Perjalanan .....	194
5.4	Lalu Lintas Sebelum dan Selepas Pembangunan Dibuka .....	194

5.5	Prestasi Persimpangan .....	196
5.6	Kesimpulan .....	197

## **BAB 6 – KESIMPULAN**

6.1	Kesimpulan .....	199
6.2	Cadangan Kajian Masa Hadapan .....	202
6.3	Penutup .....	204

SENARAI RUJUKAN .....	206
-----------------------	-----

LAMPIRAN A .....	211
------------------	-----

LAMPIRAN B .....	226
------------------	-----

## SENARAI JADUAL

		Muka surat
Jadual 2.1	Persamaan regresi yang digunakan dalam manual penjanaan perjalanan ITE edisi kelima (ITE, 1991)	16
Jadual 2.2	Penjelmaan persamaan tak linear menjadi linear (Patmadjaja, et al., 2002)	26
Jadual 3.1	Subkategori bagi guna tanah perumahan, institusi, pendidikan dan komersial	34
Jadual 3.2	Penjelmaan terhadap pembolehkan	39
Jadual 3.3	Kelengahan dan aras perkhidmatan untuk persimpangan berhenti	46
Jadual 4.1	Senarai subkategori guna tanah perumahan dan pembolehkan tak bersandar	56
Jadual 4.2	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori rumah teres/ berangkai/ bandar	57
Jadual 4.3	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori rumah berkembar/ sesebuah	59
Jadual 4.4	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori rumah flat/ apartmen/ kondominium	61
Jadual 4.5	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori perumahan kos rendah	62
Jadual 4.6	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori tapak dan perkhidmatan (penempatan semula)	64
Jadual 4.7	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori asrama pekerja	65
Jadual 4.8	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori kuarters institusi	66
Jadual 4.9	Senarai subkategori guna tanah institusi dan pembolehkan tak bersandar	67
Jadual 4.11	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori kompleks pejabat kerajaan dengan bilangan pekerja sebagai pembolehkan tak bersandar	70



Jadual 4.12	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori mahkamah syariah/ majistret/ seksyen/ tinggi/ kompleks mahkamah dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	72
Jadual 4.13	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori mahkamah syariah/ majistret/ seksyen/ tinggi/ kompleks mahkamah dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	73
Jadual 4.14	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori hospital besar/ pakar/ nukleus/ daerah/ swasta dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	76
Jadual 4.15	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori hospital besar/ pakar/ nukleus/ daerah/ swasta dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	77
Jadual 4.16	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori hospital besar/ pakar/ nukleus/ daerah/ swasta dengan bilangan katil dihuni sebagai pemboleh ubah tak bersandar	78
Jadual 4.17	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori poliklinik/ pusat kesihatan kerajaan/ klinik	79
Jadual 4.18	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori balai polis dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	80
Jadual 4.19	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori balai polis dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	81
Jadual 4.20	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori pasukan polis hutan	83
Jadual 4.21	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori balai bomba dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	84
Jadual 4.22	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori balai bomba dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	85

Jadual 4.23	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori pusat penyelidikan/ pusat latihan dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	88
Jadual 4.24	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori pusat penyelidikan/ pusat latihan dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	89
Jadual 4.25	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori perpustakaan awam dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	90
Jadual 4.26	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori perpustakaan awam dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	91
Jadual 4.27	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori telekomunikasi/ bekalan kuasa/ pusat pengedaran gas/ perkhidmatan alam sekitar dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	92
Jadual 4.28	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori telekomunikasi/ bekalan kuasa/ pusat pengedaran gas/ perkhidmatan alam sekitar dengan keluasan kawasan (ekar) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	93
Jadual 4.29	Senarai subkategori guna tanah pendidikan dan pembolehubah tak bersandar	94
Jadual 4.30	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori universiti & kolej/ universiti & kolej swasta/ maktab perguruan dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	98
Jadual 4.31	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori universiti & kolej/ universiti & kolej swasta/ maktab perguruan dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	99
Jadual 4.32	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori universiti & kolej/ universiti & kolej swasta/ maktab perguruan dengan bilangan pelajar sebagai pemboleh ubah tak bersandar	100
Jadual 4.33	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan	101

	bagi subkategori politeknik dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	
Jadual 4.34	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori politeknik dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	102
Jadual 4.35	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori politeknik dengan bilangan pelajar sebagai pemboleh ubah tak bersandar	103
Jadual 4.36	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori institut latihan	104
Jadual 4.37	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori sekolah rendah dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	106
Jadual 4.38	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori sekolah rendah dengan bilangan pelajar sebagai pemboleh ubah tak bersandar	107
Jadual 4.39	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori sekolah menengah dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	109
Jadual 4.40	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori sekolah rendah dengan bilangan pelajar sebagai pemboleh ubah tak bersandar	110
Jadual 4.41	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori tadika dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	113
Jadual 4.42	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori tadika dengan bilangan pelajar sebagai pemboleh ubah tak bersandar	114
Jadual 4.43	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori sekolah swasta - gabungan tadika/ sekolah rendah & menengah dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	115
Jadual 4.44	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori sekolah swasta - gabungan tadika/ sekolah rendah & menengah dengan bilangan pelajar sebagai pemboleh ubah tak bersandar	116

Jadual 4.45	Senarai subkategori guna tanah komersial dan pembolehubah tak bersandar	117
Jadual 4.46	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori pejabat dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	120
Jadual 4.47	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori pejabat dengan bilangan pekerja sebagai pemboleh ubah tak bersandar	121
Jadual 4.48	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori kewangan & perbankan/ perniagaan & perkhidmatan profesional/ broker saham/ perkhidmatan sekuriti/ insurans	124
Jadual 4.49	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori rumah kedai/ kedai pejabat (hari biasa)	125
Jadual 4.50	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori rumah kedai/ kedai pejabat (hari minggu)	126
Jadual 4.51	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori kompleks membeli-belah (hari biasa)	128
Jadual 4.52	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori kompleks membeli-belah (hari minggu)	129
Jadual 4.53	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori pasar raya/ emporium	131
Jadual 4.54	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori pasar raya besar (hari biasa)	133
Jadual 4.55	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori pasar raya besar (hari minggu)	134
Jadual 4.56	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori kedai mesra pengguna	135
Jadual 4.57	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori hotel/ tempat peranginan tepi pantai/ tempat peranginan atas bukit dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	138
Jadual 4.58	Analisis statistik model-model penjanaaan perjalanan bagi subkategori hotel/ tempat peranginan tepi pantai/	139

	tempat peranginan atas bukit dengan bilangan bilik dihuni sebagai pemboleh ubah tak bersandar	
Jadual 4.59	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori restoran	140
Jadual 4.60	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori restoran makanan segera/ pandu-masuk (hari biasa)	142
Jadual 4.61	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori restoran makanan segera/ pandu-masuk (hari minggu)	143
Jadual 4.62	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori kedai kopi	144
Jadual 4.63	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pub	148
Jadual 4.64	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pawagam	149
Jadual 4.65	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori arked video/ pusat snuker	150
Jadual 4.66	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori stesen minyak/ stesen minyak dengan kedai mesra pengguna dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	151
Jadual 4.67	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori stesen minyak/ stesen minyak dengan kedai mesra pengguna dengan bilangan pam sebagai pemboleh ubah tak bersandar	152
Jadual 4.68	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pasar borong dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	154
Jadual 4.69	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pasar borong dengan bilangan unit tapak sebagai pemboleh ubah tak bersandar	155
Jadual 4.70	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pasar basah dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pemboleh ubah tak bersandar	157

Jadual 4.71	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pasar basah dengan bilangan unit tapak sebagai pemboleh ubah tak bersandar	158
Jadual 4.72	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pusat penjaja	161
Jadual 4.73	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pasar malam	162
Jadual 4.74	Analisis statistik model-model penjanaan perjalanan bagi subkategori pasar siang	163
Jadual 4.75	Model kajian bagi guna tanah perumahan	164
Jadual 4.76	Model kajian bagi guna tanah institusi	165
Jadual 4.77	Model kajian bagi guna tanah pendidikan	166
Jadual 4.78	Model kajian bagi guna tanah komersial	168
Jadual 4.79	Subkategori guna tanah perumahan dan tempoh masa dalam analisis sensitiviti	174
Jadual 4.80	Subkategori guna tanah institusi dan tempoh masa dalam analisis sensitiviti	178
Jadual 4.81	Subkategori guna tanah komersial dan tempoh masa dalam analisis sensitiviti	183
Jadual 5.1	Perincian cadangan pembangunan	190
Jadual 5.2	Guna tanah dan persamaan penjanaan perjalanan kajian	191
Jadual 5.3	Guna tanah dan persamaan penjanaan perjalanan MPPM	192
Jadual 5.4	Jumlah penjanaan perjalanan oleh pembangunan menggunakan model kajian	193
Jadual 5.5	Jumlah penjanaan perjalanan oleh pembangunan menggunakan model MPPM	193

## SENARAI RAJAH

		Muka surat
Rajah 2.1	Urutan aktiviti dalam analisis pengangkutan (Bruton, 1985)	9
Rajah 2.2	Contoh graf dan parameter-parameter diterbitkan dalam MPPM (Highway Planning Unit, 2010)	22
Rajah 2.3	Reja IL6 pada 72 jam melawan nilai jangkaan sebelum dan selepas penjelmaan log genetik (Simpson, et al., 2004)	
Rajah 3.1	Metodologi	33
Rajah 4.1	Peratusan julat $R^2$ mengikut guna tanah	49
Rajah 4.2	Peratusan julat $R^2$ mengikut subkategori bagi guna tanah perumahan	50
Rajah 4.3	Peratusan julat $R^2$ mengikut subkategori bagi guna tanah institusi	51
Rajah 4.4	Peratusan julat $R^2$ mengikut subkategori bagi guna tanah pendidikan	52
Rajah 4.5	Peratusan julat $R^2$ mengikut subkategori bagi guna tanah komersial	53
Rajah 4.6	Ringkasan model pilihan kajian mengikut guna tanah	173
Rajah 4.7	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak pagi guna tanah bagi subkategori rumah teres/ berangkai/ bandar	175
Rajah 4.8	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak pagi guna tanah bagi subkategori rumah berkembar/ sesebuah	176
Rajah 4.9	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang guna tanah bagi subkategori rumah berkembar/ sesebuah	176
Rajah 4.10	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang guna tanah bagi subkategori rumah pangsa/ apartmen/ kondominium	177
Rajah 4.11	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model	178

	logaritma kajian pada waktu puncak pagi guna tanah bagi subkategori rumah pangsa/ apartmen/ kondominium	
Rajah 4.12	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang guna tanah bagi subkategori kompleks pejabat kerajaan dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pembolehubah tak bersandar	179
Rajah 4.13	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak pagi guna tanah bagi subkategori poliklinik/ pusat kesihatan kerajaan/ klinik	180
Rajah 4.14	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang guna tanah bagi subkategori poliklinik/ pusat kesihatan kerajaan/ klinik	181
Rajah 4.15	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang guna tanah bagi subkategori pusat penyelidikan/ pusat latihan dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pembolehubah tak bersandar	182
Rajah 4.16	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang guna tanah bagi subkategori universiti & kolej/ universiti & kolej swasta/ maktab perguruan dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pembolehubah tak bersandar	183
Rajah 4.17	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model linear-logaritma kajian pada waktu puncak pagi komuter bagi subkategori pejabat dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pembolehubah tak bersandar	184
Rajah 4.18	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang komuter bagi subkategori pejabat dengan keluasan lantai (1000 kaki persegi) sebagai pembolehubah tak bersandar	185
Rajah 4.19	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak pagi komuter bagi subkategori kewangan & perbankan/ perniagaan & perkhidmatan profesional/ broker saham / perkhidmatan sekuriti/ insurans	186
Rajah 4.20	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang guna tanah	187



	bagi subkategori rumah kedai/ kedai pejabat (hari biasa)	
Rajah 4.21	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak pagi komuter bagi subkategori hotel/ tempat peranginan tepi pantai/ tempat peranginan atas bukit dengan bilik dihuni sebagai pembolehkan tak bersandar	187
Rajah 4.22	Perbezaan antara model linear MPPM 2010 dan model logaritma kajian pada waktu puncak petang komuter bagi subkategori hotel/ tempat peranginan tepi pantai/ tempat peranginan atas bukit dengan bilik dihuni sebagai pembolehkan tak bersandar	188
Rajah 5.1	Isipadu lalu lintas semasa pada waktu puncak pagi/ petang	186
Rajah 5.2	Konfigurasi geometri jalan	195
Rajah 5.3	Isipadu lalu lintas selepas pembangunan dibuka pada waktu puncak pagi/ petang menggunakan model kajian	195
Rajah 5.4	Isipadu lalu lintas selepas pembangunan dibuka pada waktu puncak pagi/ petang menggunakan model MPPM	196
Rajah 5.5	Aras perkhidmatan persimpangan selepas pembangunan dibuka pada waktu puncak pagi/ petang menggunakan model kajian	197
Rajah 5.6	Aras perkhidmatan persimpangan selepas pembangunan dibuka pada waktu puncak pagi/ petang menggunakan model MPPM	197

## SENARAI SINGKATAN

MPPM	Manual Penjanaan Perjalanan Malaysia
MTGM	Malaysian Trip Generation Manual
ITE	Institute of Transportation Engineers
SSE	hasil tambah ralat kuasa dua
RMSE	punca min ralat kuasa dua
SSR	hasil tambah kuasa dua reja
NH	hipotesis nol
AH	hipotesis alternatif
kp	kaki persegi
skp	seribu kaki persegi

**PEMBENTUKAN MODEL ALTERNATIF UNTUK MODEL PENJANAAN  
PERJALANAN MALAYSIA BAGI GUNA TANAH PERUMAHAN,  
INSTITUSI, PENDIDIKAN DAN KOMERSIAL**

**ABSTRAK**

Manual Penjanaaan Perjalanan Malaysia (MPPM) merupakan dokumen penting yang membantu perancang pengangkutan meramal penarikan dan pengeluaran perjalanan dari sesebuah guna tanah. Ramalan ini penting dalam penilaian penjanaaan perjalanan daripada suatu cadangan pembangunan ke atas jaringan jalan raya sedia ada. Oleh itu kajian ini ingin mengesahkan ketepatan model penjanaaan perjalanan sedia ada yang diterbitkan dalam MPPM. Di samping itu model alternatif yang berpotensi untuk diguna pakai dinilai. Perbezaan ramalan penjanaaan perjalanan model alternatif cadangan berbanding model MPPM dianalisis. Selain itu implikasi penggunaan model alternatif turut dianalisis dalam kajian ini. Empat jenis guna tanah yang terlibat dalam kajian ini ialah perumahan, institusi, pendidikan dan komersial. Model MPPM sedia ada disemak nilai pekali penentuannya,  $R^2$  dan didapati tidak banyak model diterbitkan mempunyai nilai  $R^2$  yang tinggi. Penjelmaan pembolehubah diaplikasi dan empat model alternatif yang dibina ialah model logaritma, songsang, linear-logaritma dan logaritma-linear. Daripada analisis reja, data berpengaruh dikenal pasti dan dikeluarkan untuk analisis selanjutnya. Pemilihan model ialah berdasarkan nilai  $R^2$ , keputusan ujian-t dan ujian Kolmogorov-Smirnov. Selain model linear, model logaritma adalah antara model yang banyak menjadi pilihan untuk mewakili model penjanaaan perjalanan. Analisis sensitiviti menunjukkan tahap sensitiviti model alternatif berbanding model linear sedia ada bergantung pada subkategori itu sendiri. Salah satu implikasi penggunaan model alternatif dicadangkan ialah dalam penilaian aras perkhidmatan suatu persimpangan. Oleh itu, penggunaan model penjanaaan perjalanan yang tepat adalah penting untuk menjamin justifikasi dalam perancangan pengangkutan.

# **ESTABLISHMENT OF ALTERNATIVE MODELS FOR THE MALAYSIAN TRIP GENERATION MODEL FOR RESIDENTIAL, INSTITUTIONAL, EDUCATIONAL AND COMMERCIAL LAND USE**

## **ABSTRACT**

Malaysian Trip Generation Manual (MTGM) is an important document to assist transport planners in forecasting the estimated trip attraction and trip production from a land use. The forecast is crucial in estimating trip generation from a proposed development on the existing road network. Therefore, this study is to verify the accuracy of the existing trip generation model published in the MTGM. In addition, other potential alternative models are also being evaluated. The difference in the trip generation estimation between the alternative models and the existing models in MTGM was analyzed. Furthermore, the implication of using the alternative models was also being investigated in this study. Four types of land use namely residential, institutional, educational and commercial were focused in this study. The value of the coefficient of determination,  $R^2$  of the existing models in MTGM was investigated and the results showed that not many models have high value of  $R^2$ . By applying variables transformation, four alternative models were developed. They were the logarithmic model, the inverse model, the linear-logarithmic model and the logarithmic-linear model. Using residual analysis, influential data was identified and taken out for future analysis. Model selection was based on  $R^2$  value, t-test and Kolmogorov-Smirnov test results. Besides linear models, logarithmic models were also frequently selected to represent trip generation models. Sensitivity analysis shows the level of sensitivity between alternative model and existing linear model depending on each subcategory itself. One of the implication in using the proposed alternative model is in evaluating service level of a junction. Therefore, using an accurate trip generation model is very critical in ensuring proper justification in transportation planning.

# **BAB 1**

## **Pengenalan**

### **1.0 Latar Belakang**

Sistem pengangkutan berkait rapat dengan guna tanah. Apabila sesuatu guna tanah dikenal pasti untuk dibangunkan atau dimajukan, jurutera dan perancang pengangkutan memerlukan anggaran jumlah penarikan dan pengeluaran perjalanan dari guna tanah tersebut. Kebiasaannya, anggaran ini bersandar kepada kadar penjanaaan perjalanan yang telah dihitung menggunakan model yang dibangunkan daripada kajian yang telah dibuat ke atas guna tanah yang mempunyai ciri yang sama (Arnold, 1985).

Penjanaaan perjalanan ialah jumlah bilangan kenderaan yang keluar masuk dari sesuatu kawasan dalam suatu tempoh masa (Highway Planning Unit, 2010). Bergantung kepada reka bentuk keseluruhan proses kajian, model penjanaaan perjalanan boleh diterbitkan untuk perjalanan manusia atau kenderaan, mengikut tujuan perjalanan dan tempoh masa (Bruton, 1985). Penjanaaan perjalanan ini boleh dibahagikan kepada dua bahagian iaitu pengeluaran dan penarikan perjalanan. Pengeluaran perjalanan ialah jumlah bilangan perjalanan keluar dari sesuatu zon akibat daripada aktiviti di zon-zon lain. Penarikan perjalanan pula ialah jumlah perjalanan yang ditarik masuk ke dalam sesuatu zon akibat aktiviti yang ada dalam zon berkenaan (Rahmat, 1994).

Variabel atau pembolehubah yang selalu digunakan untuk menganggar pengeluaran perjalanan ialah saiz isi rumah, bilangan pekerja, pemilikan kenderaan; faktor guna tanah seperti kepadatan penduduk dan faktor kebolehcapaian seperti jarak zon daripada kawasan pusat perniagaan. Variabel atau pembolehubah bagi penarikan perjalanan pula ialah jenis pekerjaan, keluasan lantai dan kebolehcapaian ke tempat kerja (Puget Sound Regional Council, 1994). Guna tanah adalah salah satu cara yang mudah untuk mengelaskan perjalanan yang menjana aktiviti (Bruton, 1995). Guna tanah yang berlainan menghasilkan ciri-ciri perjalanan yang berlainan. Di Malaysia, sehingga Disember 2008, Jabatan Perancang Bandar dan Desa telah mengklasifikasikan guna tanah kepada kediaman, industri, perniagaan dan perkhidmatan, institusi dan kemudahan masyarakat, tanah lapang dan rekreasi, tanah kosong, pengangkutan, infrastruktur dan utiliti, pertanian, penternakan dan akuakultur, hutan, badan air dan pantai.

Terdapat dua cara dalam menganalisis penjanaan perjalanan iaitu regresi linear dan analisis kategori. Namun untuk kajian secara meluas, cara regresi adalah lebih baik (Rahmat, 1994).

Pembangunan di kebanyakan negara melibatkan pelbagai jenis guna tanah dan perancang pengangkutan perlu menganggar penjanaan perjalanan bagi semua jenis guna tanah tersebut. Oleh itu, hubungan matematik untuk kesemua jenis guna tanah ini dikompilasi dalam bentuk sebuah manual penjanaan perjalanan.

Manual penjanaan perjalanan menjadi rujukan kepada perancang pengangkutan menganggar jumlah perjalanan yang bakal dijana oleh sesuatu guna tanah untuk

pembangunan baru atau penambahan kepada pembangunan sedia ada. Penambahan perjalanan ini memberi impak terhadap aras perkhidmatan lalu lintas sedia ada. Seterusnya, impak penjanaaan perjalanan oleh sesuatu guna tanah boleh mempengaruhi sistem lalu lintas di sekitar pembangunan seperti sirkulasi lalu lintas, kapasiti jalan raya, operasi persimpangan berlampu isyarat dan lain-lain lagi. Sebaliknya, saiz pembangunan boleh dikawal sekiranya kemudahan untuk menyediakan sistem lalu lintas yang efisien tidak dapat disediakan dengan jumlah penjanaaan perjalanan yang dianggar. Oleh itu, manual penjanaaan perjalanan merupakan dokumen penting sebagai panduan untuk meramal bakal jumlah perjalanan oleh suatu pembangunan dengan tepat.

Pelbagai kajian telah dijalankan untuk membina model-model penjanaaan perjalanan bagi pelbagai jenis guna tanah sama ada di dalam atau di luar negara. Namun, satu persoalan yang perlu dijawab ialah sama ada model-model tersebut bersesuaian dan tepat dalam anggaran mereka.

## **1.1 Kenyataan Masalah**

Manual Penjanaaan Perjalanan Malaysia (MPPM) mengandungi persamaan regresi linear mudah yang menunjukkan hubungan matematik penjanaaan perjalanan dengan sesuatu guna tanah. Data MPPM telah ditambah dari masa ke semasa bagi memastikan bilangan sampel mencukupi untuk menunjukkan hubungan antara penjanaaan perjalanan dan guna tanah di Malaysia. Lebih 1000 sampel data telah dikumpulkan dalam MPPM 2010. Namun penambahan bilangan sampel sahaja bukanlah penentu model yang dibina benar-benar menunjukkan anggaran tepat kepada hubungan sebenar di antara penjanaaan perjalanan dan guna tanah. Nilai

pekali penentuan,  $R^2$  menjadi pengukuran ketepatan model dibina. Adakah benar dengan berpandukan kepada nilai ini sahaja sudah menjamin kecukupan dan ketepatan model?

Model penjanaaan perjalanan yang diterbitkan menunjukkan hubungan antara penjanaaan perjalanan dengan faktor yang mempengaruhinya seperti guna tanah dan sosioekonomi. Hubungan ini dirumuskan dalam satu persamaan matematik dalam satu model regresi mudah. Namun sejauh mana model linear ini mewakili faktor guna tanah dalam meramal perjalanan masih diragui. Secara logiknya, penambahan parameter sesuatu guna tanah akan meningkatkan bilangan perjalanan. Adakah benar penambahan ini berkadar lurus? Oleh itu, model regresi linear mudah yang diterbitkan dalam MPPM 2010 perlu dikaji secara statistik bagi memastikan sekiranya ada model alternatif yang lebih baik dalam menunjukkan hubungan antara penjanaaan perjalanan dan guna tanah yang lebih tepat.

Peramalan dengan model yang tidak bersesuaian menjadikan ramalan kurang tepat. Model tersebut juga sebenarnya tidak mencerminkan apa yang diwakili data sampel. Apakah implikasinya? Penjanaaan perjalanan merupakan langkah pertama dalam metodologi perancangan pengangkutan bandar konvensional. Oleh itu, impak penjanaaan perjalanan amatlah besar kerana menjadi asas kepada tiga model perancangan pengangkutan yang seterusnya iaitu pengagihan perjalanan, pemisahan ragaman dan pengumpulan perjalanan.



## **1.2 Kepentingan Kajian**

Model penjaanaan perjalanan yang dikumpul dalam MPPM mengikut jenis guna tanah akan digunakan oleh perancang pengangkutan di negara ini untuk meramal penjaanaan perjalanan oleh sesuatu pembangunan. Sekiranya model yang diterbitkan tidak dikaji ketepatannya, kemungkinan nilai penjaanaan perjalanan yang diperolehi daripada penyelesaian persamaan matematik model tersebut diragui. Nilai penjaanaan perjalanan yang diperolehi daripada model yang tidak bersesuaian akan menjadikan ramalan perjalanan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Sekiranya nilai penjaanaan perjalanan yang dianggar terlalu rendah, apabila pembangunan telah dibuka, kemudahan yang disediakan untuk menampung perjalanan tambahan sudah pasti tidak mencukupi memandangkan jumlah perjalanan sebenar lebih tinggi. Seterusnya, sistem lalu lintas sedia ada pasti terganggu dan akibatnya masalah lain seperti kesesakan lalu lintas akan wujud. Begitu juga jika nilai penjaanaan perjalanan yang dianggar terlalu tinggi, setelah pembangunan dibuka, didapati kemudahan yang disediakan tidak diguna sepenuhnya memandangkan jumlah perjalanan sebenar adalah lebih rendah. Daripada segi ekonomi, ia adalah tidak baik.

Ketepatan anggaran penjaanaan perjalanan penting dalam menambah baik kualiti MPPM supaya mendapat keyakinan dan diterima pakai di kalangan pengamal pengangkutan di negara ini.

## **1.3 Objektif Kajian**

Objektif utama kajian ini adalah untuk mendapatkan model penjaanaan perjalanan Malaysia yang memberikan ramalan perjalanan oleh sesuatu guna tanah dengan cara:

1. Mengesahkan status ketepatan model yang telah diterbitkan di dalam MPPM.

2. Menilai model alternatif untuk diguna pakai.
3. Menganalisis perbezaan ramalan model MPPM dengan model alternatif.
4. Menganalisis implikasi penggunaan model alternatif.

#### **1.4 Skop Kajian**

Kajian ini meliputi model penjanaaan perjalanan yang diterbitkan di dalam MPPM 2010. Empat guna tanah terlibat iaitu perumahan, institusi, pendidikan dan komersial.

#### **1.5 Organisasi Tesis**

Tesis ini mengandungi enam bab. Ia dimulai dengan sedikit latar belakang mengenai penjanaaan perjalanan dan diikuti kenyataan masalah. Kepentingan, objektif dan skop kajian juga dibincangkan dalam bab ini. Bab kedua mengulas berkenaan model penjanaaan perjalanan dan manual penjanaaan perjalanan yang telah diterbitkan. Analisis kecukupan model dan penggunaan model alternatif dalam kajian lain turut dibincangkan. Bab ketiga menerangkan metodologi kajian dan teori-teori berkenaan. Bab empat mengandungi analisis terhadap model MPPM dan model alternatif dalam usaha memilih model terbaik dalam kajian ini. Perbezaan penggunaan kedua-dua model MPPM dan model cadangan kajian dibincangkan pada bahagian analisis sensitiviti. Bab lima mengaplikasikan penggunaan model yang dipilih untuk sesebuah kajian kes. Akhir sekali bab enam menyimpul hasil daripada kajian ini dan menyarankan kajian susulan di masa hadapan.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PERSURATAN**

#### **2.0 Pengenalan**

Proses perancangan pengangkutan adalah berdasarkan andaian dan prinsip asas berikut:

1. Corak perjalanan adalah nyata, stabil dan boleh diramal.
2. Permintaan perjalanan adalah berhubung kait secara langsung dengan taburan dan keamatan guna tanah, yang boleh ditentukan untuk masa hadapan.

Tiga peringkat kerangka kerja asas dalam sebarang proses perancangan pengangkutan ialah:

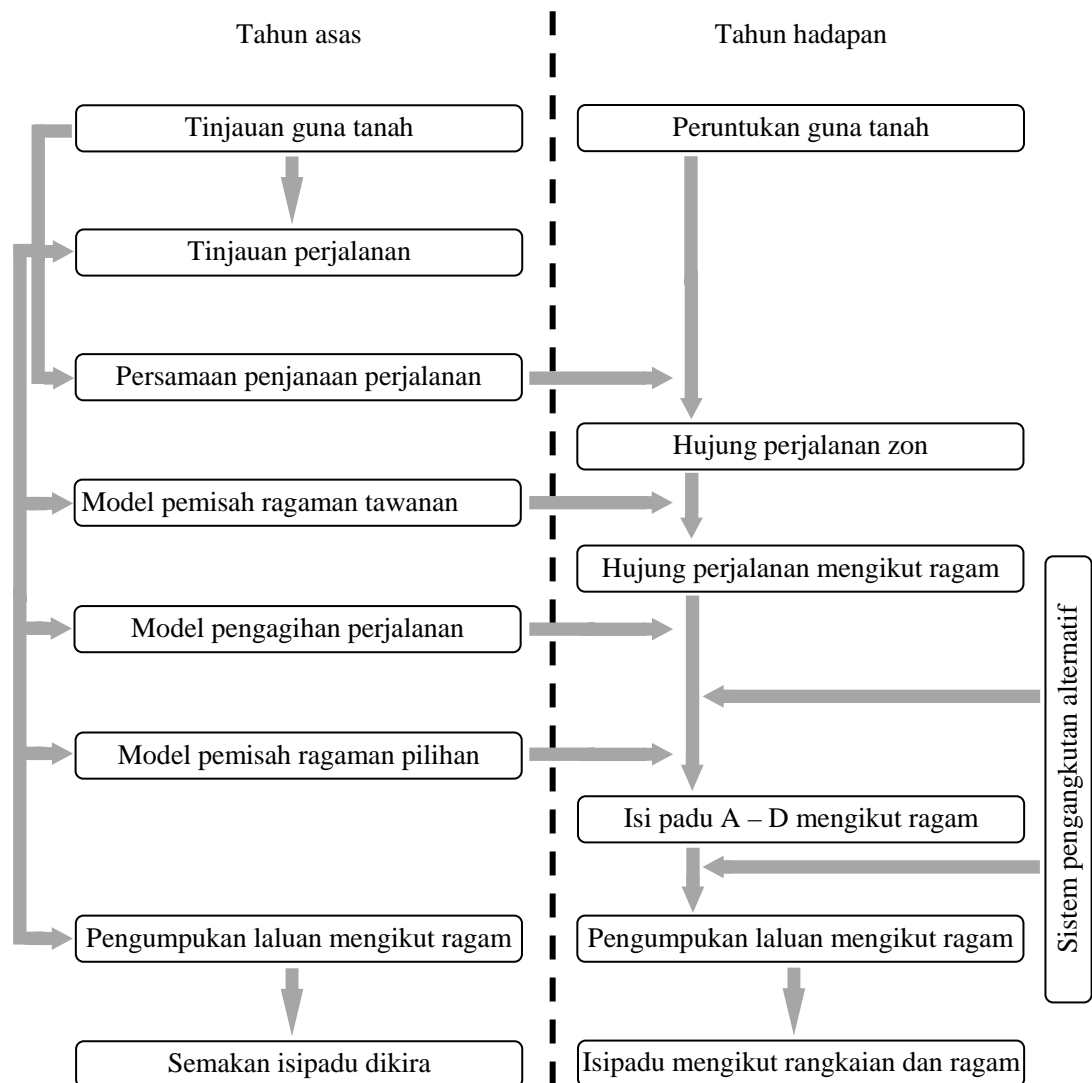
1. Peringkat tinjauan dan analisis yang membentuk permintaan perjalanan sekarang dan bagaimana ini dipenuhi, serta hubungan antara permintaan perjalanan dengan persekitaran.
2. Peringkat ramalan dan rumusan rancangan, iaitu mengunjur permintaan perjalanan pada masa hadapan berdasarkan data terkumpul dan hubungan yang terbentuk dalam peringkat tinjauan dan analisis. Seterusnya cadangan-cadangan dikemukakan bagi memenuhi permintaan ini.
3. Peringkat penilaian yang cuba menilai sama ada cadangan-cadangan pengangkutan yang dikemukakan memenuhi unjuran permintaan perjalanan dengan aspek keselamatan, kapasiti dan aras perkhidmatan

yang mencukupi. Selain itu, cadangan juga perlu memberikan faedah maksimum kepada komuniti dengan kos minimum.

Peringkat-peringkat utama dalam proses perancangan pengangkutan dikenal pasti sebagai:

1. Perumusan jelas matlamat dan objektif.
2. Pengumpulan data guna tanah, populasi, ekonomi dan corak perjalanan keadaan masa kini.
3. Pembentukan hubungan terkuantiti di antara perjalanan masa kini dengan faktor guna tanah, populasi dan ekonomi.
4. Ramalan faktor guna tanah, populasi dan ekonomi pada tarikh sasaran kajian dan pelan pembangunan guna tanah.
5. Ramalan asalan, destinasi dan pengagihan permintaan perjalanan masa hadapan menggunakan hubungan yang terbentuk keadaan masa kini, serta faktor guna tanah, populasi dan ekonomi diramal (penjanaan perjalanan dan pengagihan perjalanan).
6. Ramalan perjalanan manusia hendaklah dilakukan menggunakan ragam perjalanan berbeza pada tarikh sasaran (pemisah ragaman).
7. Pembangunan lebih raya alternatif dan rangkaian pengangkutan awam untuk memenuhi pelan guna tanah diramal dan corak perjalanan diramal.
8. Pengumpulan perjalanan diramal ke rangkaian/ sistem pengangkutan setara.
9. Penilaian kecekapan dan daya maju ekonomi rangkaian pengangkutan alternatif daripada segi kos dan faedah ekonomi mahupun sosial.
10. Pemilihan dan implementasi rangkaian pengangkutan yang paling sesuai.

Penjanaan perjalanan, pengagihan perjalanan, pemisah ragaman dan pengumpulan perjalanan adalah teras perancangan pengangkutan, juga dikenali peringkat meramal permintaan perjalanan. Rajah 2.1 mengilustrasi hubungan antara aktiviti pada tahun asas dan tahun sasaran. Model-model permintaan perjalanan ditentukan pada tahun asas (tahun data guna tanah dan perjalanan dikumpul) dan seterusnya digunakan untuk meramal permintaan perjalanan satu peruntukan guna tanah pada tahun sasaran.



Rajah 2.1 Urutan aktiviti dalam analisis pengangkutan (Bruton, 1985).

## **2.1 Penjanaaan Perjalanan**

Penjanaaan perjalanan merupakan langkah pertama dalam model perancangan pengangkutan (Badoe & Steuart, 1997; Yao, Guan, & Yan, 2008). Fungsi utama penjanaaan perjalanan ialah untuk meramal jumlah pengeluaran dan penarikan perjalanan oleh setiap kawasan atau zon serta berhubung kait dengan guna tanah dan ciri-ciri sosioekonomi (Oyedepo & Makinde, 2009). Badoe dan Chen (2004) menyatakan bahawa penjanaaan perjalanan meramal penarikan dan pengeluaran perjalanan oleh pelbagai aktiviti guna tanah dalam setiap zon lalu lintas untuk sesebuah kawasan bandar. Penjanaaan perjalanan menghubungkan antara guna tanah dan perjalanan. Ia boleh dikategorikan kepada dua fasa. Fasa pertama ialah memahami dan menaksir jumlah perjalanan dengan hubungan guna tanah dibina. Fasa kedua pula menaksir keputusan dan mengaplikasinya dalam meramal ciri-ciri guna tanah serta menganggarkan perjalanan masa hadapan (Al-Taei & Taher, 2006).

## **2.2 Faktor Penjanaaan Perjalanan**

Guna tanah adalah satu cara mudah untuk mengelaskan perjalanan yang menjana aktiviti kerana merupakan satu faktor yang boleh diramalkan dengan darjah kejituan yang berpatutan dan tersedia diukur (Bruton, 1995). Guna tanah berlainan menghasilkan ciri-ciri penjanaaan perjalanan berlainan. Selain itu ciri-ciri sosioekonomi seperti saiz isirumah, pemilikan kenderaan dan pendapatan isirumah boleh mempengaruhi penjanaaan perjalanan. Faktor-faktor lain ialah cukai pendapatan isirumah, usia, jenis pekerjaan, darjah urbanisasi, kualiti kemudahan pengangkutan dan kebolehcapaian. Walaupun terdapat banyak faktor yang mempengaruhi penjanaaan perjalanan, namun faktor tersebut perlu dihadkan kepada beberapa faktor utama kerana memudahkan pembinaan model dan pengumpulan

data. Sekiranya terlalu banyak faktor dimasukkan ke dalam model, ramalan akan menjadi sukar (Rahmat, 1994).

Kajian Targa & Clifton (2004) mencadangkan kadar penjanaan perjalanan bergantung pada sosioekonomi isirumah dan permintaan perjalanan adalah tidak anjal terhadap kebolehcapaian. Cubukcu (2001) menyatakan terdapat dua faktor sering digunakan dalam menentukan kadar penjanaan perjalanan iaitu ciri-ciri sosioekonomi pembuat perjalanan dan ciri-ciri demografi juga fizikal. Namun pengumpulan data sosioekonomi adalah satu tugas yang mencabar dengan sumber yang terhad seperti masa, kewangan dan data. Selain itu, kebanyakan negara tidak menjalankan bancian isirumah secara menyeluruh (Zhao, Chow, Li, & Gan, 2003).

Utusan Malaysia melaporkan Malaysia menjalankan bancian penduduk dan perumahan setiap 10 tahun. Ia merangkumi statistik sosiodemografi penduduk dan data sosioekonomi melibatkan kumpulan umur, etnik, taraf perkahwinan, migrasi, pendidikan, agama, tenaga buruh, pekerjaan, industri dan perumahan. Namun, tiada lagi kadar penjanaan perjalanan diterbitkan berdasarkan maklumat ini memandangkan perincian sesuatu cadangan pembangunan baru tidak meliputi data tersebut. Oleh itu, ciri guna tanah seperti bilangan unit kediaman dan keluasan lantai menjadi pilihan pengamal pengangkutan.

### **2.3 Analisis Penjanaan Perjalanan**

Terdapat tiga pendekatan yang biasa digunakan dalam analisis penjanaan perjalanan iaitu analisis regresi, analisis kadar perjalanan dan analisis pengelasan-silang

(Oyedepo & Makinde, 2009). Dalam kajian Fan dan Tan (2001), dua pendekatan digunakan iaitu kadar purata berpemberat dan persamaan regresi.

Analisis pengelasan-silang pada mulanya dibangunkan dalam Kajian Pengangkutan Serantau 'Puget Sound'. Secara asasnya, ia bertujuan untuk mengelas-silang data unit kediaman asas kepada sub-kumpulan agak homogen dan mewakili setiap sub-kumpulan dengan kadar purata penjanaaan perjalanan. Teknik pengelasan-silang ini seterusnya diperkenalkan ke Britain dan dibangunkan sebagai analisis kategori dalam Tinjauan Lalu Lintas London fasa kedua. Kaedah ini berdasarkan andaian bahawa kadar penjanaaan perjalanan untuk kategori isirumah berbeza akan tetap malar pada masa hadapan. Dengan mengetahui penjanaaan bagi setiap kategori isirumah dan bilangan isirumah untuk pada masa hadapan, anggaran penjanaaan perjalanan pada masa hadapan dapat diterbitkan (Bruton, 1985). Antara kelebihan pengelasan-silang ialah ia mudah untuk diaplikasikan dan menguasai korelasi antara pembolehubah tak bersandar dengan baik. Namun, kaedah ini juga terdapat kelemahan seperti sensitif kepada kumpulan diaplikasi dalam menaksir julat untuk setiap pembolehubah, sensitif kepada sistem zon digunakan apabila pembolehubah bersandar ialah purata zon dan sukar untuk mengambil kira faktor guna tanah dan faktor kebolehcapaian kerana bilangan sel akan menjadi terlalu besar serta pembolehubah ini sukar untuk dibahagi kepada julat bererti (Puget Sound Regional Council, 1994). Al-Taei dan Taher (2006) dalam kajian mereka berpendapat, satu masalah dengan teknik pengelasan-silang ialah pembolehubah tak bersandar mungkin tidak bersandar dengan benar. Untuk mengelakkannya pembolehubah tak bersandar diambil daripada kajian sebelumnya, sebagai contoh kajian regresi berganda.



### **2.3.1 Analisis Regresi dan Penjanaan Perjalanan**

Persamaan regresi menyediakan anggaran lebih baik berbanding kadar purata berpemberat. Selain itu, penggunaan persamaan regresi dapat menunjukkan hubungan penjanaan perjalanan. Oleh itu kajian ini mencadangkan persamaan regresi digunakan dalam menganggar perjalanan dijana. Analisis regresi telah dipilih sebagai alat paling baik dalam anggaran perjalanan pembangunan melalui analisis penjanaan perjalanan dengan prosedur model matematik (Bruton, 1985; Seo, Ishiguro, & Inamura, 2000). Walau bagaimanapun, analisis ini semakin kurang digunakan kerana bentuk fungsinya yang mudah yang lebih cenderung mewujudkan ralat berbanding pengelasan-silang (Puget Sound Regional Council, 1994). Walaupun begitu, kebanyakan analisis regresi masih dipraktikkan. Organisasi Perancangan Pengangkutan kecil dan sederhana kebiasaannya memilih menggunakan antara teknik regresi dan pengelasan-silang apabila menentukan bilangan perjalanan yang dijana komuniti. Namun, disebabkan kos mengumpul tinjauan permintaan perjalanan, organisasi dengan sumber terhad kebiasaannya memutuskan untuk menggunakan persamaan regresi dari sumber luar (Fricker & Ford, 2010).

Analisis ini dibahagi kepada dua model analisis iaitu regresi linear dan regresi tak linear, bergantung pada pembolehubah. Arabani dan Amani (2007) menyatakan bahawa salah satu kaedah biasa dalam membina model penjanaan perjalanan ialah kaedah regresi linear. Analisis regresi selalu digunakan untuk menganggar penjanaan perjalanan untuk sesuatu guna tanah dalam tempoh masa yang telah ditetapkan. Bilangan pembolehubah yang dipilih akan menentukan analisis regresi tersebut adalah analisis regresi mudah atau analisis regresi berganda (Datta & Schattler, 2005).

Analisis regresi merupakan kaedah statistik yang digunakan untuk mengkaji hubungan antara pembolehubah-pembolehubah (Abdullah, 1994). Kaedah regresi biasanya digunakan untuk menganalisis data daripada ujikaji tak terancang seperti yang mungkin diperoleh daripada cerapan bagi fenomena tak terkawal (Montgomery, 1991). Di samping memerihalkan hubungan antara dua atau lebih pembolehubah, analisis regresi juga dapat digunakan untuk meramalkan nilai pembolehubah yang menjadi perhatian. Dalam analisis regresi, pembolehubah terdiri daripada pembolehubah bersandar dan pembolehubah tak bersandar. Pembolehubah bersandar ditentukan setelah nilai diberikan kepada pembolehubah tak bersandar (Abdullah, 1994). Akhirnya, analisis regresi ini akan menunjukkan hubungan empirikal di antara pembolehubah tak bersandar dengan pembolehubah bersandar di dalam bentuk rumusan matematik.

### 2.3.2 Model Regresi Sebagai Model Penjanaan Perjalanan

Satu model regresi linear dalam bentuk paling mudah ialah:

$$Y = a + bX + e \tag{2.1}$$

di mana  $Y$  ialah nilai anggaran pembolehubah bersandar berdasarkan kaedah kuasa dua terkecil,  $X$  ialah pembolehubah tak bersandar,  $a$  dan  $b$  ialah koefisien model regresi dan  $e$  ialah ralat dalam ramalan.

Sekiranya lebih daripada satu pembolehubah tak bersandar digunakan, model regresi berganda boleh diaplikasikan iaitu:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n + e \tag{2.2}$$

di mana  $Y$  ialah nilai anggaran pembolehubah bersandar,  $X_1, X_2, \dots, X_n$  ialah pembolehubah tak bersandar,  $a, b_1, b_2, \dots, b_n$  ialah koefisien model regresi dan  $e$  ialah ralat dalam ramalan.

Dalam model penjanaan perjalanan,  $Y$  mewakili perjalanan yang diramal oleh sesuatu guna tanah. Pembolehubah tak bersandar,  $X$  pula mewakili ciri-ciri guna tanah tersebut seperti keluasan lantai, bilangan pam, bilangan tempat duduk dan sebagainya (Datta & Schattler, 2005).

## **2.4 Manual Penjanaan Perjalanan**

Manual penjanaan perjalanan ialah kumpulan maklumat berkenaan kenderaan yang dijana oleh pelbagai guna tanah. Maklumat ini berdasarkan kajian yang telah dilakukan dalam menentukan berapa banyak kenderaan keluar masuk sesuatu kawasan untuk guna tanah tertentu (The City of San Diego, 2003).

### **2.4.1 Manual Penjanaan Perjalanan Institute of Transportation Engineers (ITE)**

Manual penjanaan perjalanan ITE merupakan rujukan yang paling meluas digunakan untuk data penjanaan perjalanan oleh jurutera lalu lintas dan perancang pengangkutan. Pada tahun 1972, Jawatankuasa Penjanaan Perjalanan ITE dibentuk untuk mengumpul data kadar penjanaan perjalanan yang sudah diukur kepada satu sumber am. Seterusnya, manual penjanaan perjalanan ITE edisi pertama diterbitkan pada tahun 1976 mengandungi data-data yang dikumpul antara tahun 1965 hingga 1973 daripada hampir 80 kajian berasingan. Edisi semakan dan kemas kini seterusnya diterbitkan pada tahun 1979, 1983, 1987 dan 1991. Dalam edisi awal,

kadar perjalanan diberi dalam bentuk sel siri matriks dan persamaan regresi mula digunakan bermula edisi keempat (Weiner, 1999).

Data daripada 1000 kajian baru telah ditambah kepada pangkalan data sedia ada menjadikan manual edisi kelima terdiri daripada lebih 3000 kajian penjanaan perjalanan. Perisian digunakan untuk membina persamaan penjanaan perjalanan dalam edisi kelima ini untuk menentukan sama ada model linear, logaritma, songsang, logaritma-linear atau pun linear-logaritma mempunyai nilai  $R^2$  tertinggi. Sekiranya nilai  $R^2$  tertinggi ditunjukkan oleh model selain daripada linear, tetapi nilai  $R^2$  model linear kurang daripada model dengan nilai  $R^2$  tidak lebih daripada 0.05, maka model linear menjadi pilihan. Bentuk persamaan regresi yang digunakan dalam edisi ini ialah seperti ditunjukkan dalam Jadual 2.2 (ITE, 1991).

Jadual 2.1 Persamaan regresi yang digunakan dalam manual penjanaan perjalanan ITE edisi kelima (ITE, 1991)

$T = aX + b$	Linear
$\text{Ln}(T) = a\text{Ln}(X) + b$	Logaritma
$T = \left[\left(\frac{a}{X}\right) + b\right]^{-1}$	Songsang
$T = a\text{Ln}(X) + b$	Linear-Logaritma
$\text{Ln}(T) = a_1x + b$	Logaritma-Linear

Dalam manual ITE edisi keenam, pangkalan data terdiri lebih daripada 3750 kajian dan 136 jenis guna tanah. Persamaan regresi hanya menilai dua jenis persamaan iaitu linear dan logaritma supaya ia lebih mudah dan logik dalam mempamerkan ciri data yang diberi. Persamaan ini hanya diplot sekiranya nilai pekali penentuan,  $R^2$  melebihi 0.50 (ITE, 1997). Manual penjanaan perjalanan edisi ketujuh mengemaskinikan statistik dan plot diterbitkan dalam edisi keenam (ITE, 2003).

Sehingga edisi terkini iaitu yang kelapan, pangkalan data mengandungi lebih daripada 4800 kajian dan 162 jenis guna tanah (ITE, 2009).

Tiga metodologi disediakan untuk membantu pengguna menentukan purata perjalanan yang dijana oleh sesuatu guna tanah dalam manual ITE (1991):

1. Pemberat kadar purata penjanaaan perjalanan.
2. Plot perjalanan sebenar lawan saiz pembolehubah tak bersandar bagi setiap kajian.
3. Persamaan regresi untuk perjalanan bergantung pada saiz pembolehubah tak bersandar. Keputusan mungkin sedikit berbeza apabila menggunakan persamaan berbanding kadar.

Panduan dalam memilih kaedah ITE yang mana patut digunakan dalam menentukan model perjalanan adalah seperti berikut (Institute of Transportation Engineers, 1998):

Gunakan persamaan regresi apabila:

1. Persamaan regresi disediakan.
2. Pembolehubah tak bersandar di dalam julat data plot
3. Sama ada set data mempunyai sekurang-kurangnya 20 titik
4. Atau  $R^2 \geq 0.75$ , persamaan jatuh dalam kelompok data plot dan sisihan piawai  $> 110\%$  daripada pemberat kadar purata.

Gunakan pemberat kadar purata apabila:

1. Sekurang-kurangnya wujud enam titik.
2. Pembolehubah tak bersandar berada di dalam julat data plot.

3. Sisihan piawai  $\leq 110\%$  daripada pemberat kadar purata.
4.  $R^2 < 0.75$ , tiada persamaan regresi diberikan.
5. Pemberat kadar purata jatuh dalam kelompok data plot.

Kumpul data penjanaan perjalanan tempatan apabila:

1. Kawasan atau guna tanah kajian tidak sesuai dengan definisi kod guna tanah ITE.
2. Kurang daripada lima titik di dalam julat data.
3. Pembolehubah tak bersandar tidak berada di dalam julat data plot.
4. Garis pemberat kadar purata atau garis lengkung berpadanan tidak jatuh dalam kelompok data pada saiz pembangunan.

*Trip Generation Handbook* (1998) telah diterbitkan oleh ITE untuk memberi arahan dan bimbingan tentang kaedah yang betul untuk menggunakan data yang terdapat di dalam manual. Walau bagaimanapun, pengguna terutamanya perancang pengangkutan perlu berhati-hati dalam mengaplikasikan kadar penjanaan perjalanan kerana setiap tempat mempunyai ciri-ciri yang tersendiri yang mungkin tidak dapat diambil kira sepenuhnya semasa kajian kadar penjanaan perjalanan dibuat (Fan & Tan, 2001; Osula, 1991).

Nilai  $R^2$  yang terlalu rendah bagi sesetengah persamaan menggambarkan yang pembolehubah yang dipilih untuk model persamaan tersebut adalah tidak berkenaan dengan perjalanan menurut Shoup (2003). ITE memberi nasihat kepada pengguna manual supaya berhati-hati apabila nilai  $R^2$  adalah rendah dan mengubah kadar penjanaan perjalanan sebagai jawapan kepada keadaan istimewa tetapi tidak

memberi cadangan bagaimana kadar itu hendak diubah. Oleh itu perkara berikut dicadangkan beliau untuk penambahbaikan manual ITE:

1. ITE sepatutnya menunjukkan persamaan regresi dan nilai  $R^2$  untuk setiap laporan penjanaaan perjalanan dan menyatakan sama ada koefisien pembolehubah tak bersandar dalam persamaan jauh dan signifikan daripada nilai sifar.
2. ITE sepatutnya melaporkan kadar-kadar dalam bentuk julat bukan dalam bentuk titik perpuluhan terperinci.

Buttke dan Arnold (2003) menjelaskan memang nilai  $R^2$  boleh menjadi sangat rendah disebabkan oleh pembolehubah yang kurang tepat tetapi selalunya untuk kes sebegini, pembolehubah tersebut dipilih kerana ia adalah satu-satunya pembolehubah yang dikenali ketika kajian dibuat.

#### **2.4.2 Manual Penjanaaan Perjalanan Malaysia (MPPM)**

Sebelum Manual Penjanaaan Malaysia dikeluarkan, ramai profesional termasuk jurutera dan perancang pengangkutan di Malaysia telah merujuk kepada manual ITE untuk mendapatkan anggaran penjanaaan perjalanan. Hakikatnya, kesilapan mudah berlaku dengan merujuk kepada manual ITE kerana manual ITE dihasilkan berdasarkan kajian-kajian di Amerika dan Kanada yang corak perjalanannya berbeza berbanding di negara kita. Penjanaaan perjalanan sangat bergantung kepada kehendak perjalanan yang selalunya berkait rapat dengan keadaan persekitaran setempat dan ia pastinya berbeza-beza dari suatu tempat ke suatu tempat. Oleh itu, kajian penjanaaan perjalanan yang mengambil kira keadaan persekitaran di Malaysia

mesti dikumpulkan dan diterbitkan di peringkat kebangsaan untuk mengoptimumkan keberkesanan manual tersebut dan boleh diguna pakai di semua peringkat (Hamzah et al., 2009).

Kerajaan Malaysia melalui Unit Perancangan Lebuh Raya, Kementerian Kerja Raya Malaysia telah memulakan langkah pertama untuk menerbitkan manual tersebut dengan kerjasama Ranhill Bersekutu Sdn. Bhd. dan Wilbur Smith Associates. MPPM yang pertama ini diterbitkan pada Februari 1997 yang melibatkan kajian di Kuala Lumpur, Kuching, Kuala Terengganu dan Pulau Pinang (Ranhill Bersekutu Sdn. Bhd. & Wilbur Smith Associates, 1997). Dalam menambah baik manual yang pertama, Jurutera Perunding Redhawi-Mustafa dengan kerjasama Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam, Universiti Sains Malaysia telah menerbitkan MPPM edisi kedua pada tahun 2001. Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam, Universiti Sains Malaysia seterusnya diberi kepercayaan untuk meneruskan kajian dan menerbitkan edisi manual yang berikutnya. Edisi ketiga telah diterbitkan pada tahun 2005 manakala yang keempat dan terkini diterbitkan pada tahun 2010 (Highway Planning Unit, 2010).

Kajian penjanaan perjalanan di Malaysia yang dijalankan oleh Universiti Sains Malaysia bermula dengan pemilihan kawasan kajian mengikut guna tanah dan subkategori. Pemilihan kawasan kajian adalah berdasarkan beberapa panduan seperti berikut:

1. Ciri guna tanah hendaklah dalam domain yang mewakili keseluruhan kajian.
2. Pembangunan hendaklah hampir dihuni sepenuhnya (sekurang-kurangnya 80%) dan kelihatan baik dari segi ekonomi.



3. Pembangunan hendaklah matang (sekurang-kurangnya 2 tahun)
4. Terdapat ciri sampel kajian yang akan diwakili pembolehubah tak bersandar model.
5. Pemilihan kawasan hendaklah dipilih berasaskan keupayaan untuk memperolehi data penjaan perjalanan dan ciri-ciri guna tanah yang tepat.
6. Kawasan perlu mempunyai bilangan jalan keluar masuk yang terhad.
7. Kawasan perlu terdiri daripada guna tanah aktiviti tunggal.
8. Pembinaan dan aktiviti lain yang boleh menjejaskan corak penjaan perjalanan dalam kawasan, berdekatan mahupun sekitaran haruslah minimum.
9. Kawasan hendaklah tidak berkongsi tempat meletak kenderaan dan jalan keluar masuk, laluan masuk pejalan kaki dari pembangunan bersebelahan terhad serta bukan laluan terus lalu lintas.
10. Perlu mendapat kebenaran pemilik premis.

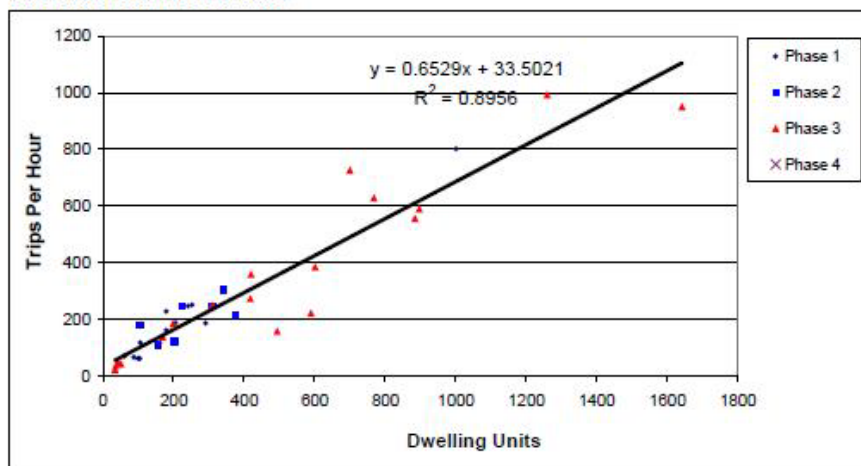
Bancian lalu lintas dilakukan secara manual dengan menghitung kenderaan keluar masuk dari kawasan kajian mengikut kelas kenderaan ditetapkan pada jeda masa 15 minit selama tempoh masa bancian. Tempoh bancian lalu lintas kajian ini boleh mencapai sehingga 16 jam sehari bergantung kepada jenis guna tanah. Data bancian lalu lintas dianalisis untuk mendapatkan beberapa parameter. Kajian penjaan perjalanan bagi satu kawasan akan memplot satu titik pada graf penjaan perjalanan mengikut pembolehubah tak bersandar yang mewakili ciri guna tanah kawasan kajian.

Memandangkan penerbitan MPPM merujuk kepada manual penjana perjalanan ITE, prosedur yang diaplikasikan oleh MPPM hampir sama dengan manual ITE. MPPM turut mengaplikasikan model linear mudah untuk menentukan parameter-parameter penjana perjalanan. Rajah 2.2 menunjukkan contoh graf penjana perjalanan dan parameter-parameter yang diterbitkan dalam MPPM. Persamaan matematik penjana perjalanan yang diterbitkan dalam MPPM akan dibincang lebih lanjut dalam bab 4.

Residential  
Terrace Link, Town House  
Trips per Dwelling Units

CODE  
01 01 01/02

AM Peak Hour Of Generator



Number Of Sites :	38	Percent In/Out :	31 / 69
Average Rate :	0.83	Regression Equation :	$y = 0.6529x + 33.5021$
Minimum Rate :	0.32	<i>(T = Trips; X = Independent Variable)</i>	
Maximum Rate :	1.73	R-squared :	0.8956
Standard Deviation :	0.2609		
Vehicle Type	Vehicle Composition	PCU Factor	PCU Conversion Factor
Car/Taxi	63.48	1.00	0.63
Motorcycle	26.88	0.33	0.09
Small Lorry	7.39	1.75	0.13
Big Lorry	0.36	2.25	0.01
Bus	1.87	2.25	0.04
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>		<b>0.90</b>

Rajah 2.2 Contoh graf dan parameter-parameter diterbitkan dalam MPPM (Highway Planning Unit, 2010)

Nilai sisihan piawai untuk pemberat kadar purata dihitung untuk guna tanah mempunyai lebih daripada dua data. Nilai pekali penentuan,  $R^2$  untuk persamaan regresi diterbitkan dihitung untuk guna tanah yang mempunyai lebih daripada tiga data. Namun sekiranya nilai  $R^2$  kurang daripada 0.50, yang menunjukkan penyesuaian tidak baik, maka nilai dan garis persamaan regresi tidak dipamerkan (Highway Planning Unit, 2010).

Selain menerbitkan MPPM dalam bentuk dokumen, satu portal web juga telah berjaya dibangunkan. Menerusi portal ini, penambahbaikan dan penerbitan manual penjaan perjalanan yang mengandungi data dari seluruh pelosok negara dapat dilakukan secara pintar. Secara tidak langsung, ini boleh menambah kebolehpercayaan dan keyakinan pengguna manual tersebut. Portal ini juga memudahkan proses penyimpanan dan pengemaskinian data-data penjaan perjalanan di masa hadapan (Hamzah, et al., 2009).

## **2.5 Kecukupan Model**

Dalam membangunkan model regresi yang berguna, kecukupan model atau kuasa penjelasan pembolehubah tak bersandar dalam perhitungan variabiliti pembolehubah bersandar harus diberi perhatian (Matson & Huguenard, 2007). Ini diukur oleh pekali penentuan,  $R^2$  di mana nilai  $R^2$  yang besar menunjukkan betapa baik penyuaian model dengan data. Selain itu, model regresi linear terikat kepada andaian tertentu berkenaan taburan sebutan ralat. Apabila model regresi dibina daripada suatu set data, mesti ditunjukkan model memenuhi andaian statistik model linear berikut:

1. Fungsi regresi ialah linear dalam parameter.

2. Sebutan ralat mempunyai kesamaan varians.
3. Sebutan ralat tertabur secara normal.
4. Sebutan ralat tak bersandar.

Analisis reja ialah kaedah efektif dalam memeriksa andaian tersebut. Analisis ini dijalankan dalam kajian Anderson dan Abdullah (2005) untuk menyemak kecukupan model. Hasilnya, andaian analisis regresi iaitu reja tertabur secara normal dan ralat tiada kaitan diterima. Seterusnya, model dibina dikatakan mencukupi secara statistik. Andaian regresi disemak berdasarkan plot nilai penyuaian model melawan reja dalam kajian Jovanovi (2006) untuk menilai homosekdastisiti. Kenormalan dipastikan melalui analisis gangguan ringkasan statistik dan plot kebarangkalian normal Q-Q serta menjalankan ujian Kolmogorov-Smirnov.

Simpson et al. (2004) menyatakan bahawa pemilihan model dan penilaian penyuaian model adalah persoalan yang sering dipersoalkan dalam regresi linear. Nilai  $R^2$  yang rendah menunjukkan terdapat hanya sedikit hubungan antara pembolehubah tak bersandar dan pembolehubah bersandar. Selain itu, ia menunjukkan penyuaian model adalah kurang baik. Penyuaian kurang baik ini disebabkan kewujudan titik terpencil, bentuk pembolehubah tak bersandar yang tidak betul atau kemungkinan andaian ralat yang tidak betul.

Nilai  $R^2$  yang tinggi menunjukkan pembolehubah tak bersandar yang telah dipilih adalah sesuai dengan model seterusnya membuktikan hubung kait antara pembolehubah-pembolehubah tersebut (Yu & Lawrence, 2008).

Chatterjee dan Khasnabis (1973) menyatakan persamaan yang dihasilkan daripada maklumat tentang pembolehubah bersandar dan tak bersandar mestilah diuji. Kepentingan pembolehubah tak bersandar diuji dengan *ujian-t* ke atas setiap koefisien. Model ini juga perlu dinilai berdasarkan pekali penentuan atau  $R^2$  untuk melihat sejauh mana variasi pembolehubah bersandar disebabkan perubahan pada pembolehubah tak bersandar. Penjelmaan pembolehubah-pembolehubah juga boleh dibuat untuk mendapatkan regresi linear.

## **2.6 Penjelmaan**

Penjelmaan pembolehubah model linear ialah satu kaedah popular dalam usaha untuk memenuhi andaian model (Gurka, Edwards, & Nylander-French, 2007). Dalam model ekonometri, ramalan permintaan ditentukan oleh suatu set pembolehubah. Andaian persamaan ramalan permintaan memerlukan pembangunan bentuk fungsi seperti logaritma berganda, semi-logaritma, linear, translogaritma dan eksponen (Matas, Raymond, González-Savignat, & Ruiz, 2009).

Penjelmaan dapat meminimumkan anggaran parameter dan ralat piawai terlampau rendah. Selain itu, penjelmaan diaplikasi untuk meminimumkan heteroskedastik dalam data (Siddiqui, 2009). Marshall dan Grady (2006) mendapati berdasarkan beberapa projek, penjelmaan punca kuasa dua kepada pembolehubah kepadatan telah menyuai data lebih baik daripada linear dan logaritma.

Kemungkinan model linear, logaritma, songsang, linear-logaritma atau logaritma-linear bersesuaian diaplikasi dalam kajian Jha dan Lovell (1999). Model linear tidak