

**KAJIAN STRATEGI PENGANGKUTAN AWAM
DARI ASPEK JENIS KENDERAAN DAN LALUAN DI MEDAN,
INDONESIA**

ADIWIJAYA

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

JUN 2007

ADIWIJAYA

**KAJIAN STRATEGI PENGANGKUTAN AWAM
DARI ASPEK JENIS KENDERAAN DAN LALUAN
DI MEDAN, INDONESIA**

JUN 2007

Ph. D

**KAJIAN STRATEGI PENGANGKUTAN AWAM
DARI ASPEK JENIS KENDERAAN DAN LALUAN DI MEDAN,
INDONESIA**

oleh

ADIWIJAYA

**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi keperluan bagi
Ijazah Doktor Palsafah**

JUN 2007

PENGHARGAAN

Bismillahirrahmanirahim.

Tiada lain yang dapat Penulis ungkapkan kecuali syukur ke hadirat Allah SWT kerana Penulis telah diberikanNya kesihatan dan kemampuan menyelesaikan tesis ini.

Selanjutnya Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Ahmad Farhan (Penyelia) dan Dr. Wan Hashim Wan Ibrahim (Penyelia Bersama) yang telah banyak memberikan arahan kepada Penulis dalam pelaksanaan dan penyelesaian penyelidikan serta penulisan tesis ini. Demikian pula terima kasih Penulis sampaikan kepada Dekan Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam, Dekan Institut Pengajian Siswazah beserta seluruh kaki tangan yang telah memberikan pelbagai macam kemudahan kepada Penulis selama masa pengajian Penulis di Universiti Sains Malaysia. Pada kesempatan ini Penulis menyampaikan pula ucapan terima kasih kepada :

- (1) Drs. Sembol Ginting, M.Sc. yang telah memberikan cadangan dan membantu dalam merekabentuk dan mencipta perisian yang digunakan dalam penyelidikan ini;
- (2) Prof. Dian Armanto, MSc. Ph.D. yang telah memberikan cadangan mengenai perkara yang berhubungkait dengan penggunaan kaedah statistik dalam penyelidikan ini;
- (3) Ir. Medis Surbakti, M.T. yang telah memberikan cadangan dan membantu dalam penyelesaian penganggaran Matrik Asalan-Destinasii Tahun 2010 yang digunakan dalam tesis ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahawa banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan tesis ini, oleh kerana itu Penulis mengharapkan cadangan dari semua pihak untuk perbaikan dan penyempurnaannya.

Tesis ini Penulis persembahkan kepada isteriku yang tercinta dan anak-anak yang tersayang, yang telah memberikan semangat kepada Penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

ISI KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN	I
ISI KANDUNGAN	ii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI LAMPIRAN	xviii
ABSTRAK	xx
ABSTRACT	xxii
BAB SATU : PENGENALAN	
1.0 Pengenalan	1
1.1 Identifikasi Masalah	2
1.2 Matlamat	4
1.3 Objektif	4
1.4 Skop Kajian	5
1.5 Kerangka Penulisan	6
1.6 Kesimpulan	8
BAB DUA : SURATAN ILMIAH	
2.0 Pengenalan	10
2.1 Latar Belakang Perundangan	10
2.2 Pemodelan Permintaan Perjalanan	19
2.2.1 Tahap Penjanaan Perjalanan (Trip Generation)	20
2.2.2 Tahap Pengagihan Perjalanan (Trip Distribution)	21
2.2.3 Tahap Pemisahan Ragaman (Modal Split)	23
2.2.4 Tahap Pengumpukan Perjalanan (Trip Assigment)	23
2.3 Aspek Jalan Raya	25
2.3.1 Kapasiti Jalan	25
2.3.2 Aras Perkhidmatan Jalan	30
2.3.3 Mewakili Jaringan Jalan	31
2.3.4 Petunjuk Operasi Jaringan Jalan	34
2.4 Aspek Jaringan Pengangkutan Awam	38
2.4.1 Mewakili Jaringan Pengangkutan Awam	38
2.4.2 Rekabentuk Jaringan Pengangkutan Awam	39
2.4.3 Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam	44

	Muka surat
2.4.4 Penetapan Jaringan Pengangkutan Awam	45
2.5 Statistik	47
2.5.1 Ujian t	47
2.5.2 Ujian F	49
2.6 Kajian Lampau Yang Berkaitan Dengan Tajuk Penyelidikan	50
2.6.1 Kajian Yang Menggunakan Perisian Tranplan	50
2.6.2 Kajian Lampau Mengenai Sistem Pengangkutan Bandar	55
2.7 Kesimpulan	59
BAB TIGA : METODOLOGI KAJIAN	61
3.0 Pengenalan	61
3.1 Kegiatan Penyelidikan Secara Garis Besar	61
3.2 Perisian Tranplan Versi 7.2	65
3.2.1 Alasan Penggunaan Perisian Tranplan Versi 7.2	65
3.2.2 Sejarah Perisian Tranplan	65
3.2.3 Fail Data Input Yang Mengatur Pengolahan Pada Perisian Tranplan	76
3.2.4 Fail Data Input Perisian Tranplan	81
3.2.5 Data Output Perisian Tranplan	92
3.2.6 Fail Data Output Taip ASCII	92
3.2.7 Fail Data Output Taip Khusus	93
3.2.8 Proses Pengolahan Data Perisian Tranplan	93
3.2.9 Fungsi <i>Build Trip Table</i>	94
3.2.10 Fungsi <i>Build Trip Table</i>	94
3.2.11 Fungsi <i>Build Transit Path</i>	94
3.2.12 Fungsi <i>Load Transit Network</i>	94
3.2.13 Fungsi <i>Build Highway Network</i>	94
3.2.14 Fungsi <i>Equilibrium Highway Load</i>	95
3.2.15 Menjalankan Fungsi-Fungsi Perisian Tranplan	95
3.2.16 Mengira Pengumpulan Kenderaan Pada Jaringan Jalan	96
3.2.17 Tahap Pengoperasian Perisian Tranplan	97
3.2.18 Kekangan Pada Perisian Tranplan Version 7.2	98
3.3 Peranan Dan Manfaat Perisian AddiTP	99
3.3.1 Mencipta Perisian AddiTP	100
3.3.2 Kemampuan Perisian AddiTP	101

	Muka surat
3.3.3 Analisis Perisian AddiTP	101
3.3.4 Rekabentuk Perisian AddiTP	104
3.3.5 Spesifikasi Output	104
3.3.6 Spesifikasi Input	104
3.3.7 Spesifikasi Borang Layar	109
3.3.8 Spesifikasi Fail Data	111
3.3.9 Bahasa Pengaturcaraan Yang Digunakan Dalam Membina Perisian AddiTP	113
3.3.10 Perkara-Perkara Tambahan Yang Dibuat	114
3.3.11 Aturcara <i>SimTPJalan55</i>	114
3.3.12 Aturcara <i>DisV/CR</i>	115
3.4 Kajian Rekabentuk Jaringan Jalan Dan Jaringan Pengangkutan Awam	115
3.4.1 Simulasi Senario Tidak Buat Apa-apa	116
3.4.2 Simulasi Senario Perubahan	118
3.4.3 Validasi Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Versi 7.2 Di Bandar Medan	120
3.4.4 Menentukan Kapasiti Efektif	121
3.4.5 Simulasi Senario Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif	123
3.4.6 Simulasi Senario Perubahan Dengan Kapasiti Efektif	125
3.4.7 Menguji Kebolehgunaan (<i>Applicability</i>) Perisian Tranplan Untuk Digunakan Di Bandar Medan	127
3.4.8 Simulasi Senario “Terbaik”	127
3.4.9 Jaringan Pengangkutan Awam Tahun 2010	129
3.5 Kesimpulan	134
BAB EMPAT : KEADAAN BANDAR MEDAN	135
4.0 Pengenalan	135
4.1 Pengurusan Jalan Dan Pengangkutan Awam	135
4.1.1 Struktur Pentadbiran	135
4.1.2 Hak Dan Tanggungjawab Pembinaan Dan Penyenggaraan Jaringan Jalan	136
4.1.3 Hak Dan Tanggungjawab Rekabentuk Jaringan Pengangkutan Awam	136

	Muka surat
4.2	Geografi 136
4.3	Jaringan Jalan 140
4.4	Perkembangan Jaringan Pengangkutan Awam 142
4.5	Terminal Pengangkutan Awam 147
4.6	Keadaan Terkini Jaringan Pengangkutan Awam 151
4.7	Kesimpulan 151
BAB LIMA : HASIL APLIKASI PERISIAN TRANPLAN UNTUK	
BANDAR MEDAN 154	
5.0	Pengenalan 154
5.1	Persiapan 155
5.1.1	Pengezonan Lalu Lintas 155
5.1.2	Pengezonan Wilayah 155
5.2	Pengumpulan Data 157
5.2.1	Data Asalan-Destinasai Perjalanan 157
5.2.2	Data Jaringan Jalan 159
5.2.3	Data Jaringan Pengangkutan Awam 160
5.2.4	Data Kajian Lalu Lintas 161
5.3	Senario "Tidak Buat Apa-apa" Tahun 2003 162
5.3.1	Keadaan Semasa 162
5.3.2	Petunjuk Operasi Hasil Pengolahan Perisian Tranplan 166
5.3.3	Hasil Kajian Lalu Lintas 170
5.3.4	Perbandingan Hasil Kajian Lalu Lintas Dan Hasil Simulasi Perisian Tranplan Pada Senario "Tidak Buat Apa-apa" Tahun 2003 173
5.4	Senario "Perubahan" Tahun 2003 175
5.4.1	Pengenalan 175
5.4.2	Perubahan Yang Dilakukan 175
5.4.3	Petunjuk Operasi Hasil Pengolahan Perisian Tranplan 180
5.4.4	Hasil Kajian Lalu Lintas 182
5.5	Validasi Hasil Pengolahan Perisian Tranplan 186
5.6	Kesimpulan 191
BAB ENAM : KAPASITI EFEKTIF 192	
6.0	Pengenalan 192

6.1	Ujian F Data Jumlah Kenderaan Pada Senario “Tidak Buat Apa-apa” Dan Senario “Perubahan” Tahun 2003	193
6.2	Faktor Persekitaran Sebagai Punca Perbezaan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Dan Hasil Kajian Lalu Lintas	199
6.3	Simulasi Dalam Menentukan Kapasiti Efektif	207
6.3.1	Pembentukan “ <i>Folder</i> ” Dan Pengaturan Fail-Fail	208
6.3.2	Pelaksanaan Simulasi AddiTP	209
6.3.3	Menentukan Kapasiti Efektif	210
6.4	Senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif”	211
6.5	Senario “Perubahan Dengan Kapasiti Efektif”	218
6.6	Kebolegunaan (<i>Applicability</i>) Perisian Tranplan	223
6.7	Kesimpulan	228

BAB TUJUH : REKABENTUK JARINGAN PENGANGKUTAN

AWAM SENARIO TERBAIK DENGAN KAPASITI

EFEKTIF TAHUN 2003 DI BANDAR MEDAN

		229
7.0	Pengenalan	229
7.1	Perubahan Yang Dilakukan	229
7.2	Senario “Terbaik Dengan Kapasiti Efektif” Yang Dihasilkan	235
7.3	Kesimpulan	239

BAB LAPAN : EKABENTUK JARINGAN PENGANGKUTAN

AWAM SENARIO “TAHUN 2010” DI BANDAR

MEDAN

		240
8.0	Pengenalan	240
8.1	Alasan Penggunaan Model Graviti	241
8.2	Anggaran Matrik Asalan – Destinasi Kenderaan Tahun 2010	243
8.3	Matriks Asalan – Destinasi Kenderaan Tahun 2010 Berdasarkan Wilayah	249
8.4	Jaringan Pengangkutan Awam Tahun 2010 Di Bandar Medan Tanpa Mengubah Keadaan Fizikal Lorong Jalan	251
8.5	Jaringan Pengangkutan Awam Tahun 2010 Di Bandar Medan Yang Dihasilkan Dengan Perubahan Fizikal Lorong Jalan	256
8.6	Kesimpulan	264

	Muka surat
BAB SEMBILAN : KESIMPULAN DAN CADANGAN	265
9.0 Pengenalan	265
9.1 Perbincangan	265
9.2 Kesimpulan	267
9.3 Cadangan	269
SENARAI RUJUKAN	271
LAMPIRAN	277

SENARAI JADUAL

Muka surat

2.1	Klasifikasi Jaringan Pengangkutan Berdasarkan Jenis Tahap Perkhidmatan / Pengangkutan	18
2.2	Klasifikasi Jaringan Pengangkutan Berdasarkan Ukuran Bandar / Jenis Kenderaan Pengangkutan	18
2.3	Kapasiti Dasar (Co)	27
2.4	Faktor Penyesuaian Kapasiti Untuk Pemisah Arah (Fcsp)	27
2.5	Faktor Penyesuaian Kapasiti Jalur Lalu Lintas (Fcw)	28
2.6	Faktor Penyesuaian Kapasiti Untuk Ukuran Bandar (Fcs)	28
2.7	Faktor Penyesuaian Kapasiti Hambatan Sampingan	29
2.8	Fcsf Untuk Jalan Dengan Bahu Jalan	30
2.9	Ciri Aras Perkhidmatan Jalan	30
2.10	Perbandingan Hasil Perisian Tranplan Di Bandar Depok	52
3.1	Fail Masukan Perisian Tranplan HNode.Dat	81
3.2	Fail Masukan Perisian Tranplan HLink.Dat dan Hlink1.Dat	83
3.3	Fail Masukan Perisian Tranplan HTurn.Dat	85
3.4	Fail Masukan Perisian Tranplan Pribadi.Dat dan Umum.Dat	86
3.5	Fail Masukan Perisian Tranplan TNode.Dat	87
3.6	Fail Masukan Perisian Tranplan TLink.Dat	88
3.7	Fail Masukan Perisian Tranplan TLine.Dat	90
3.8	Borang Data Output Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam	105
3.9	Borang Data Output Petunjuk Operasi Jaringan Jalan	106
3.10	Borang Data Input Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Hasil Kajian Lalu Lintas	107
3.11	Borang Data Input Perubahan Kapasiti Jumlah Kelajuan	108
3.12	Struktur Rekod Jadual HasilSurTrayek	111
3.13	Struktur Rekod Jadual HasilSurJalan	111
3.14	Struktur Rekod Jadual LoadVol	112
3.15	Struktur Rekod Jadual SimTPTrayek	112
3.16	Struktur Rekod Jadual SimTPJalan	113
4.1	Wilayah Pentadbiran Bandar Medan	136
4.2	Kedudukan Geografi Beberapa Daerah Medan	138
4.3	Keadaan Dan Panjang Jalan (Km)	141

	Muka surat	
4.4	Jenis Permukaan Jalan	142
4.5	Jenis Kenderaan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Tahun 2003	143
4.6	Kapasiti Penumpang Berasaskan Jenis Kenderaan Di Bandar Medan Tahun 2003	143
4.7	Bilangan Penumpang Yang Dapat Dibawa Setiap Jenis Kenderaan Pengangkutan Awam	144
4.8	Syarikat Bas Dalam Laluan Tetap Dan Teratur Di Bandar Medan Tahun 2003	147
4.9	Terminal Di Bandar Medan	149
5.1	Pembahagian Wilayah Daerah Kajian	157
5.2	Matrik Asalan – Destinasi Kenderaan Persendirian Tahun 2003	160
5.3	Matrik Asalan – Destinasi Penumpang Kenderaan Awam Tahun 2003	159
5.4	Jadual Laluan Dan Jenis Kenderaan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Untuk Tahun 2003	164
5.5	Jadual Lorong Jalan Yang Dipilih	165
5.6	Nisbah V/C Lorong Jalan Yang Mengalami Kesusakan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Tidak Buat Apa-apa” Tahun 2003	167
5.7	Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam Hasil Simulasi Perisian Tranplan Senario Tidak Buat Apa-apa Tahun 2003	167
5.8	Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Simulasi Perisian Tranplan Senario “Tidak Buat Apa-apa” Tahun 2003	158
5.9	Aras Perkhidmatan Lorong Jalan Yang Mengalami Kesusakan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Tidak Buat Apa-apa” Tahun 2003 Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih	170
5.10	Hasil Kajian Lalu Lintas Pada 55 Lorong Jalan Senario “Tidak Buat Apa-apa” Tahun 2003	171

5.11	Nisbah V/C Lorong Jalan Yang Mengalami Kesusakan Hasil Kajian Lalu Lintas Senario “Tidak Buat Apa-apa” Tahun 2003 Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih	172
5.12	Perbandingan Hasil Simulasi Perisian Tranplan Dan Hasil Kajian Lalu Lintas (<i>Traffic Counting</i>) Pada 55 Lorong Jalan Senario Tidak Buat Apa-apa Tahun 2003	173
5.13	Jadual Perubahan Laluan (<i>Route</i>) Kenderaan Pengangkutan Awam Pada Senario Perubahan	176
5.14	Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Perubahan” Tahun 2003	180
5.15	Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Simulasi Perisian Tranplan Senario “Perubahan” Tahun 2003	181
5.16	Hasil Kajian Lalu Lintas (<i>Traffic Counting</i>) Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Setelah Pelaksanaan Senario “Perubahan” Tahun 2003	183
5.17	Nisbah V/C Lorong Jalan Yang Mengalami Kesusakan Hasil Kajian Lalu Lintas Senario “Perubahan” Tahun 2003 Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih	184
5.18	Perbandingan Hasil Simulasi Perisian Tranplan Dan Hasil Kajian Lalu Lintas (<i>Traffic Counting</i>) Pada 55 Lorong Jalan Senario “Perubahan” Tahun 2003	185
5.19	Perbandingan Sisihan Nisbah V/C Hasil Simulasi Perisian Tranplan Dan Hasil Kajian Lalu Lintas Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Dalam Senario Tidak Buat Apa-apa Tahun 2003 Senario Perubahan Tahun 2003	187
6.1	Empat kelompok data jumlah (<i>volume</i>) kenderaan pada 55 lorong jalan yang dipilih dan beberapa statistiknya	194
6.2	Perbezaan purata antara empat kelompok data jumlah (<i>volume</i>) kenderaan pada 55 lorong jalan yang dipilih	199
6.3	Perbandingan 15 Set Purata Nisbah V/C Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Dan Hasil Kajian Lalu Lintas Pada 55 Lorong Jalan Menggunakan Senario “Perubahan”	211

6.4	Nisbah V/C Lorong Jalan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	212
6.5	Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	213
6.6	Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	214
6.7	Nisbah V/C 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	215
6.8	Perbandingan Hasil Perisian Pengolahan Tranplan Dan Hasil Kajian Lalu Lintas (<i>Traffic Counting</i>) Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	216
6.9	Nisbah V/C Lorong Jalan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Perubahan” Dengan Kapasiti Efektif Tahun 2003	218
6.10	Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Perubahan Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	219
6.11	Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Perubahan Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	219
6.12	Nisbah V/C 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Perubahan Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	221
6.13	Perbandingan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Dan Hasil Kajian Lalu Lintas (<i>Traffic Counting</i>) Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Senario “Perubahan Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	222
6.14	Sisihan Nisbah V/C Hasil Simulasi Perisian Tranplan Senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif” Dan Senario “Perubahan Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	225

7.1	Bilangan Laluan Dan Jenis Kenderaan Pengangkutan Awam Senario Terbaik Dengan Kapasiti Efektif Tahun 2003	230
7.2	Jadual Perubahan Laluan Dan Jenis Kenderaan Senario Terbaik Dengan Kapasiti Efektif Tahun 2003	231
7.3	Jadual Penambahan Laluan (<i>Route</i>) Kenderaan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Senario “Terbaik Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	234
7.4	Nisbah V/C Lorong Jalan Yang Mengalami Kesesakan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “ Terbaik Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	235
7.5	Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Terbaik Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	236
7.6	Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Senario “Terbaik Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	237
7.7	Nisbah V/C Lorong Jalan Yang Mengalami Kesesakan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario “Terbaik Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003 Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih	239
8.1	Matrik Asalan-Destinasasi Kenderaan Persendirian Tahun 2010	249
8.2	Pertambahan Matrik Asalan-Destinasasi Kenderaan Persendirian Tahun 2010	249
8.3	Matrik Asalan-Destinasasi Kenderaan Pengangkutan Awam Tahun 2010	250
3.4	Pertambahan Matrik Asalan-Destinasasi Kenderaan Pengangkutan Awam Tahun 2010	250
3.5	Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Tanpa Mengubah Keadaan Fizikal Lorong Jalan	251
8.6	Nisbah V/C Lorong Jalan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Tanpa Perubahan	251
8.7	Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Yang Mengalami Kesesakan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Tanpa Perubahan	252

	Muka surat
3.8 Nisbah V/C Lorong Jalan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Tanpa Perubahan	254
3.9 Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario "Tahun 2010 Tanpa Mengubah Keadaan Fizikal Lorong Jalan"	255
3.10 Bilangan Laluan Dan Jenis Kenderaan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Tahun 2010 Dengan Perubahan Fizikal Lorong Jalan	257
3.11 Jadual Laluan Kenderaan Pengangkutan Awam Yang Dihapus	257
8.12 Nisbah V/C Lorong Jalan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario "Tahun 2010 Dengan Perubahan Kapasiti Lorong Jalan"	259
8.13 Nisbah V/C Lorong Jalan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Setelah Penambahan Kapasiti	260
8.14 Petunjuk Operasi Jaringan Pengangkutan Awam Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Senario Jaringan Pengangkutan Awam Tahun 2010	262
8.15 Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih Senario "Tahun 2010 Dengan Perubahan Fizikal Lorong Jalan"	262

SENARAI RAJAH

	Muka surat
2.1 Hubungan Antara Jumlah, Kelajuan Dan Kesesakan	46
2.2 Hubungan Antara <i>Level of Services</i> Terhadap Kelajuan dan Nisbah V/C	48
3.1 Carta Aliran Kegiatan Penyelidikan	62
3.2 Carta Aliran Pengolahan Perisian Tranplan	69
3.3 Fail Data Input/Output Fungsi <i>Build Trip Table (T Matrik)</i>	70
3.4 Fail Data Input/Output Fungsi <i>Build Transit Network</i> , Fungsi <i>Build Transit Path</i> dan Fungsi <i>Load Transit Network (T Transit)</i>	71
3.5 Fail Data Input/Output Fungsi <i>Build Highway Network (T Highway)</i>	72
3.6 Fail Data Input/Output Fungsi <i>Equilibrium Highway Load (T Eqhwy)</i>	73
3.7 Fail Data Input/Output Fungsi <i>Build Highway Network 1 (T Highway1)</i>	74
3.8 Fail Data Input/Output Fungsi <i>Equilibrium Highway Load 1 (T Eqhwy1)</i>	75
3.9 Carta Aliran Perisian AddiTP	102
3.10 Menu Perisian AddiTP	103
3.11 Borang Layar Set Up	109
3.12 Borang Layar Perakaman Data Hasil Kajian Lalu Lintas	110
3.13 Borang Layar Formula Perubahan Kapasiti Jumlah Kelajuan	110
3.14 Carta Aliran Senario “Tidak Buat Apa-apa” Tahun 2003	116
3.15 Carta Aliran Senario “Perubahan” Tahun 2003	119
3.16 Validasi Hasil Simulasi Perisian Tranplan Versi 7.2	121
3.17 Carta Aliran Kegiatan Untuk Menentukan Kapasiti Efektif	122
3.18 Carta Aliran Senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	124
3.19 Carta Aliran Senario “Perubahan Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003	126
3.20 Menguji Kebolegunaan (<i>applicability</i>) Perisian Tranplan	127
3.21 Carta Aliran Senario “Terbaik” Tahun 2003	128
3.22 Carta Aliran Senario “Tahun 2010 Tidak Mengubah Keadaan Fizikal Lorong Jalan”	130

3.23	Carta Aliran Senario “Tahun 2010 Dengan Perubahan Fizikal Lorong Jalan”	132
4.1	Map Bandar Medan	139
4.2	Contoh Jenis Kenderaan Kapasiti Penumpang 8 (Jenis 4)	144
4.3	Contoh Jenis Kenderaan Kapasiti Penumpang 12 (Jenis 5)	145
4.4	Contoh Jenis Kenderaan Kapasiti Penumpang 24 (Jenis 6)	145
4.5	Contoh Jenis Kenderaan Kapasiti Penumpang 40 (Jenis 7)	146
4.6	Contoh Jenis Kenderaan Kapasiti Penumpang 56 Jenis (8)	146
4.7	Lokasi Terminal Di Bandar Medan	150
5.1	Map Batas Zon Bandar Medan	156
5.2	Contoh Laluan (Route) Kenderaan Pengangkutan Awam Senario “Tidak Buat Apa-apa” Tahun 2003	163
5.3	Contoh Laluan (Route) Kenderaan Pengangkutan Awam Senario “Perubahan” Tahun 2003	179
5.4	Carta Aliran Validasi Hasil Pengolahan Perisian Tranplan	189
6.1	“Man Hole” Lebih Rendah Dari Permukaan Jalan	201
6.2	Kerosakan Pada Lorong Lalu Lintas	202
6.3	“Man-hole” Lebih Tinggi Dari Permukaan Jalan	202
6.4	Menyeberang di sebarang tempat	203
6.5	Menyeberang tidak melalui jambatan penyeberangan (<i>sky cross</i>)	203
6.6	Menyeberang di tengah kesesakan lalu lintas	203
6.7	Pemandu menurunkan penumpang secara tiba-tiba di tengah-tengah arus lalu lintas	204
6.8	Pemandu menaikkan penumpang dengan posisi kenderaan membentuk sudut pada arus lalu lintas	206
6.9	Penumpang turun ditengah-tengah arus lalu lintas	205
6.10	Aktiviti peniaga kaki lima yang mengganggu kelajuan kenderaan	205
6.11	Aktiviti peniaga kaki lima mengurangi dua lorong lalu lintas	206
6.12	Aktiviti peniaga kaki lima memunggah dan memuat barang di lorong lalu lintas	206
6.13	Peniaga bergerak beraktiviti di sebarang tempat	207
6.14	Carta Aliran Proses Simulasi Menentukan Kapasiti Efektif	208

	Muka surat
6.15 Carta Aliran Pengujian Kebolegunaan (<i>Applicability</i>) Perisian Tranplan	224
7.1 Contoh Laluan (<i>Route</i>) Kenderaan Pengangkutan Awam Senario "Iterbaik" Tahun 2003	233
8.1 Carta aliran prosedur kalibrasi model Newton-Raphson	244
8.2 Contoh Laluan (<i>Route</i>) Kenderaan Pengangkutan Awam Senario "Terbaik" Tahun 2003	258

SENARAI LAMPIRAN

	Muka surat
1	Borang Data Permintaan Perjalanan Penduduk 277
2	Borang Rekapitulasi Data Permintaan Perjalanan Penduduk 278
3	Ringkasan Data Asalan-Destinasasi Kenderaan Persendirian Di Bandar Medan Tahun 2003 279
4	Ringkasan Data Asalan-Destinasasi Kenderaan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Tahun 2003 280
5	Borang Data Nod Jalan 281
6	Borang Data Jaringan Jalan 282
7	Borang Data Larangan Membelok 283
8	Ringkasan Data Nod Jalan Di Bandar Medan Tahun 2003 284
9	Ringkasan Data Jaringan Jalan Di Bandar Medan Tahun 2003 291
10	Data Larangan Membelok Di Bandar Medan Tahun 2003 293
11	Borang Data Nod Jalan Jaringan Pengangkutan Awam 294
12	Borang Data Lorong Jalan Jaringan Pengangkutan Awam 295
13	Borang Data Laluan Kenderaan Pengangkutan Awam 296
14	Ringkasan Data Nod Jalan Jaringan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Tahun 2003 297
15	Ringkasan Data Lorong Jalan Jaringan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Tahun 2003 304
16	Ringkasan Laluan (<i>Route</i>) Kenderaan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Tahun 2003 306
17	Borang Data Kajian Lalu Lintas 310
18	Borang Rekapitulasi Data Kajian Lalu Lintas 315
19	Jadual Laluan Kenderaan Pengangkutan Awam Yang Mengalami Perubahan Pada Senario Perubahan Tahun 2003 316
20	15 Set Petunjuk Operasi Jaringan Jalan Hasil Pengolahan Perisian Tranplan Pada 55 Lorong Jalan Yang Dipilih 332
21	Ringkasan Data Asalan-Destinasasi Kenderaan Persendirian Di Bandar Medan Tahun 2010 347
22	Ringkasan Data Asalan-Destinasasi Kenderaan Pengangkutan Awam Di Bandar Medan Tahun 2010 348
23	Naskah Tesis (Rakaman CD)
24	Matrik OD 157 x 157 (Rakaman CD)

- 25 Map Laluan Senario Tidak Buat Apa-apa Tahun 2003
(rakaman CD)
- 26 Map Laluan Senario Perubahan Tahun 2003 (Rakaman CD)
- 27 Map Laluan Senario Terbaik Tahun 2003 (Rakaman CD)
- 28 Map Laluan Senario Tahun 2010 (Rakaman CD)

KAJIAN STRATEGI PENGANGKUTAN AWAM DARI ASPEK JENIS KENDERAAN DAN LALUAN DI MEDAN, INDONESIA

ABSTRAK

Bilangan kenderaan peribadi dan kenderaan pengangkutan awam bertambah secara berterusan di Medan, dan ini telah mewujudkan kesesakan lalu lintas pada majoriti lorong jalan. Perkhidmatan pengangkutan awam yang ada tidak mampu membawa semua penumpang pada waktu puncak. Kajian ini telah melihat strategi pengangkutan awam dari aspek jenis kenderaan dan laluan untuk menyelesaikan masalah ini.

Perisian Tranplan Versi 7.2 digunakan dalam merekabentuk jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam di Bandar Medan secara integrasi dengan Perisian AddiTP yang dibangunkan dalam penyelidikan ini.

Hasil Ujian F menunjukkan bahawa didapati perbezaan yang signifikan antara jumlah kenderaan hasil Perisian Tranplan dan hasil kajian lalu lintas bagi kedua-dua keadaan Tidak Buat Apa-apa dan keadaan Perubahan tahun 2003. Penyelidikan ini telah berjaya mengenalpasti bahawa kapasiti efektif lorong jalan di Bandar Medan adalah punca perbezaan pada tahap 75.85%.

Hasil Ujian t menunjukkan bahawa hasil pengolahan Perisian Tranplan sah dan boleh digunakan di Bandar Medan dengan mengambilkira kapasiti efektif.

Penyelidikan ini telah berjaya menghasilkan rekabentuk jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam dengan mengambilkira kapasiti efektif di Bandar Medan tahun 2003 yang dapat mengurangi kesesakan lalu lintas. Strategi dalam rekabentuk tersebut dilakukan dengan perubahan jenis dan laluan kenderaan pengangkutan awam.

Selanjutnya telah dihasilkan pula rekabentuk jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam yang dapat mengurangkan kesesakan lalu lintas pada tahun 2010 di Bandar Medan,

**A study on public transport strategies
with respect to vehicle types and routes in Medan, Indonesia**

ABSTRACT

The number of private and public transport vehicles have increased tremendously in Medan, and has caused serious congestion on majority of its roads. At present, the public transport system in Medan can no longer provide adequate service to trip makers in Medan, especially during peak periods. This study looked at possible public transport strategies in terms of vehicle types and routes in Medan to solve the problems.

Tranplan software version 7.2, has been used to simulate the road and public transport network in Medan and was integrated with the AddiTP software that was developed in this research.

The F-Test result showed that there is significant difference of vehicle volume between the result of Tranplan software and traffic survey both in the do nothing scenario and the changed scenario of 2003. This study was also successful to determine that the effective capacity of roads in Medan is the cause and was found to be at 75.85%.

The t-Test result also show that the Tranplan Software has been validated and applicable for Medan through the utilisation of the effective capacity.

This study has successfully designed of the road and public transport network in Medan after taking in to consideration effective capacity for the year 2003 towards reduction in road congestion. Strategies involving changes in vehicle type and route coverage.

Furthermore, this research has also designed the road and public transport network with the aim of reducing traffic congestion for the future scenario (2010) in Medan.

BAB SATU PENGENALAN

1.0 Pengenalan

Pembangunan yang pesat sejak 25 tahun lepas telah mengakibatkan pertumbuhan pesat di bandar-bandar wilayah. Walau bagaimanapun, pembangunan pesat kawasan bandar ini tidak serasi dengan pembangunan sistem pengangkutan awam dan jalan. Situasi ini telah mengakibatkan keadaan yang tidak efisien dari segi ekonomi dan juga menimbulkan impak negatif kepada masyarakat secara keseluruhan. Kesesakan lalu lintas, keadaan sistem pengangkutan yang tidak baik dan masalah kemalangan yang tinggi merupakan contoh yang dialami oleh masyarakat.

Penduduk Bandar Medan pada tahun 1998 sudah melebihi 2 juta orang, pertambahan penduduk akibat pertumbuhan dan urbanisasi adalah sebanyak 2.06 % setiap tahun, manakala pendapatan penduduk dianggarkan mengalami kenaikan 5.23% setiap tahun (Badan Pusat Statistik Bandar Medan, 1998). Bandar Medan sebagai ibukota Wilayah Sumatera Utara mempunyai pelbagai aktiviti yang menarik kerana ia menyediakan peluang pekerjaan yang baik. Proses urbanisasi yang pesat juga mengakibatkan Bandar Medan menjadi semakin besar. Aktiviti penduduk juga telah meningkatkan keperluan pergerakan yang memerlukan sistem pengangkutan awam dan jalan yang mencukupi.

1.1 Identifikasi Masalah

Penduduk Bandar Medan pada tahun 2003 dianggarkan seramai 2,220,201 orang. Namun penduduk yang beraktiviti di Medan pada siang hari jauh lebih ramai dari bilangan penduduk tersebut kerana penduduk dari wilayah sekitar Bandar Medan ataupun dari bandar-bandar kecil di Sumatera Utara membuat perjalanan ke Bandar Medan untuk melakukan aktiviti perniagaan, persekolahan dan untuk bekerja. Oleh yang demikian, sistem pengangkutan awam di Bandar Medan seharusnya mampu memberikan perkhidmatan terhadap keperluan pergerakan mereka yang beraktiviti di Bandar Medan tersebut.

Sistem pengangkutan awam di bandar Medan meliputi pelbagai sistem pengangkutan. Beca dan teksi yang tidak mempunyai laluan tetap, manakala bas mini dan bas bandar mempunyai laluan tetap. Sistem bas mini lebih popular berbanding sistem bas bandar, kerana sistem ini meliputi kawasan yang lebih luas dan memasuki setiap penjuru bandar. Bas mini dan bas bandar lebih utama digunakan masyarakat, kerana kos penggunaannya lebih murah berbanding beca dan teksi.

Pada tahun 1996 Kerajaan Bandar Medan mengeluarkan cadangan untuk menambah bilangan kenderaan yang diperuntukkan khususnya bagi pengangkutan jenis bas mini dan bas bandar dalam rangka memberikan perkhidmatan terhadap pergerakan antara wilayah pemukiman di pinggiran bandar dengan kenderaan pengangkutan awam langsung tanpa melalui pusat bandar.

Memandangkan penduduk Bandar Medan melebihi 2 juta orang, maka mengikut Keputusan Direktorat Jeneral Perhubungan Darat, klasifikasi pengangkutan awam di Bandar Medan adalah pengangkutan awam utama perlu disediakan keretapi, bas besar (Single Decker/Double Decker) dan bas sederhana, laluan cabang disediakan oleh bas besar dan bas sederhana, laluan ranting disediakan oleh bas sederhana, bas kecil dan bas mini manakala untuk laluan langsung (*ekspres*) disediakan oleh bas besar, bas sederhana dan bas kecil (Keputusan Direktorat Jeneral Perhubungan Darat Nombor : 274/HK.105/DRJD/96 bertarikh 16 April 1996). Namun keretapi belum dikembangkan untuk keperluan pengangkutan awam di Bandar Medan sehingga perkhidmatan pengangkutan awam hanya dapat dilakukan oleh bas mini dan bas bandar sahaja.

Jika perkhidmatan pengangkutan awam tidak baik maka sebahagian besar penduduk yang berpendapatan rendah akan mengalami kesukaran dalam melakukan pergerakan di Bandar Medan, manakala penduduk yang mempunyai pendapatan lebih tinggi akan terdorong untuk membeli kenderaan sendiri. Akibatnya, sebahagian besar penduduk akan mengalami kesukaran dan bilangan kenderaan bertambah 5.75 % sehingga menambah kesesakan lalu lintas (Satlantas Poltabes MS Dan Ditlantas Poldasu). Oleh yang demikian sistem pengangkutan awam di Bandar Medan harus dapat memberikan perkhidmatan yang baik.

Keadaan semasa di Bandar Medan pada tahun 2003 menunjukkan berlaku banyak kesesakan lalu lintas di merata tempat. Hasil tinjauan di Bandar Medan diperoleh bahawa ada permukaan jalan yang tidak rata, pejalan kaki yang menyeberang di sebarang tempat, sebahagian pemandu kenderaan

pengangkutan awam berhenti pada sebarang tempat terutamanya di tengah jalan serta peniaga kaki lima yang menggunakan sebahagian jalan untuk tempat berniaga. Keadaan tersebut menambah kesesakan lalu lintas.

Penyelidikan ini akan melakukan kajian untuk menghasilkan sistem dan jaringan pengangkutan awam di Bandar Medan yang boleh mengurangkan kesesakan lalu lintas.

1.2 Matlamat

Matlamat kajian adalah untuk melakukan penyelidikan di bandar Medan untuk mengenalpasti petunjuk operasi jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam tahun 2003 dan menghasilkan rekabentuk jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam yang boleh mengurangkan kesesakan lalu lintas.

1.3 Objektif

Merujuk huraian latar belakang masalah dan identifikasi masalah maka objektif penyelidikan ini ialah :

- (1) Menenalpasti petunjuk operasi jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam Bandar Medan tahun 2003 melalui keadaan “Tidak Buat Apa-apa”.
- (2) Menenalpasti kesan kapasiti efektif terhadap aras perkhidmatan jaringan jalan di Bandar Medan.
- (3) Menghasilkan rekabentuk jaringan pengangkutan awam yang dapat mengurangkan kesesakan lalu lintas di Bandar Medan pada tahun 2003.

- (4) Menghasilkan rekabentuk jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam yang sesuai untuk keadaan pada tahun 2010.

1.4 Skop Kajian

Permasalahan dalam penyelenggaraan lalu lintas dan pengangkutan jalan sangat kompleks, maka skop kajian dalam penyelidikan ini adalah :

- (1) Melakukan kajian untuk menghasilkan jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam di Bandar Medan sebagai usaha untuk mengurangkan kesesakan lalu lintas.
- (2) Kajian dilakukan menggunakan perisian Tranplan Versi 7.2. Oleh yang demikian data yang dikumpulkan ialah keperluan data masukan mengikut ketentuan perisian tersebut iaitu data jaringan jalan terdiri dari : HNode.Dat, HLink.Dat dan HTurn manakala data jaringan pengangkutan awam terdiri dari : TNode.Dat, TLink.Dat, TLine.Dat.
- (3) Kajian penyelidikan ini juga berusaha memperolehi kapasiti efektif yang berlaku di Bandar Medan menggunakan Nisbah V/C sebagai asas dalam evaluasi. Nisbah V/C daripada hasil simulasi perisian Tranplan dan kajian lalu lintas diuji menggunakan kaedah statistik uji_t untuk mendapatkan kepastian bahawa kedua Nisbah V/C tersebut adalah tidak signifikan berbeda. Kemudian dilakukan simulasi dengan penambahan kapasiti untuk mendapatkan Nisbah V/C yang sama dengan Nisbah V/C hasil kajian lalu lintas.
- (4) Kajian dalam menghasilkan mod jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam yang dicadangkan kepada Kerajaan Bandar

Medan, tidak membahaskan dari segi perancangan mahupun pengurusan lalu lintas serta tidak mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi dan politik.

1.5 Kerangka Penulisan

Penulisan tesis ini dibentangkan dalam 9 (sembilan) bab iaitu :

Bab Satu memberi identifikasi masalah, matlamat, objektif penyelidikan dan skop kajian serta kerangka penulisan tesis.

Bab Dua adalah surat ilmiah dan memberi perspektif teori yang berhubung kait dengan analisis mengenai kesahan, pengangkutan bandar, prinsip pengembangan kawasan dan bentuk bandar, dimensi, kapasiti sarana dan prasarana pengangkutan bandar serta aspek yang berhubungkait dengan penetapan jaringan pengangkutan awam, pengangkutan bandar dan kajian lampau yang berhubungkait dengan tajuk penyelidikan dan kesimpulan.

Bab Tiga adalah metodologi kajian meliputi alasan penggunaan Perisian Tranplan dan kegiatan penyelidikan secara garis besar. Bahagian Perisian Tranplan akan menghuraikan mengenai sejarah Perisian Tranplan, fail data input yang mengatur pengolahan pada Perisian Tranplan, fail data input Perisian Tranplan, fail data output Perisian Tranplan yang terdiri dari fail data output jenis ASCII dan fail data output jenis khusus, proses pengolahan data Perisian Tranplan, mengoperasikan Perisian Tranplan yang terdiri dari menjalankan fungsi-fungsi Perisian Tranplan, mengira pengumpulan pada jaringan jalan dan tahap-tahap pengoperasian Perisian Tranplan serta kekangan (*constraints*) pada Perisian Tranplan Versi 7.2. Bahagian berikutnya

ialah mencipta Perisian AddiTP mengandungi maklumat tentang peranan dan manfaat Perisian AddiTP, kemampuan Perisian AddiTP, analisis Perisian AddiTP, rekabentuk Perisian AddiTP dan bahasa pengaturcaraan yang digunakan dalam membina Perisian AddiTP. Pada bahagian akhir dihuraikan penjelasan mengenai pelaksanaan tahap kegiatan penyelidikan, perkara-perkara tambahan yang dilakukan dalam penyelidikan ini dan kesimpulan.

Bab Empat memberi keadaan Bandar Medan termasuk pengurusan jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam mengenai hak dan tanggungjawab penyenggaraan jaringan jalan, hak dan tanggungjawab rekabentuk jaringan pengangkutan awam; geografi, perkembangan jaringan pengangkutan awam mengenai pertambahan kenderaan, pengangkutan awam, jaringan jalan, terminal pengangkutan awam dan keadaan terkini jaringan pengangkutan awam di Bandar Medan.

Bab Lima membincangkan hasil aplikasi Perisian Tranplan untuk Bandar Medan dan mengandungi maklumat mengenai pengenalan, persiapan yang terdiri dari pengezonan lalu lintas dan pengezonan wilayah; pengumpulan data yang terdiri dari data asalan-destinasi perjalanan, data jaringan jalan dan data jaringan pengangkutan awam. Bab ini juga memaparkan jaringan pengangkutan awam hasil simulasi untuk keadaan semasa tahun 2003 di Bandar Medan melalui senario "Tidak Buat Apa-apa", jaringan pengangkutan awam yang diimplementasikan di Bandar Medan melalui senario "Perubahan" di Bandar Medan dan validasi hasil pengolahan perisian Tranplan.

Bab Enam membincangkan mengenai kapasiti efektif dan menghuraikan ujian F untuk memastikan kesamaan atau perbezaan jumlah (*volume*) kenderaan, tingkah laku penduduk sebagai punca perbezaan hasil pengolahan

Perisian Tranplan dan hasil kajian lalu lintas, pelaksanaan simulasi untuk menentukan kapasiti efektif, selanjutnya huraian mengenai pelaksanaan simulasi senario “Tidak Buat Apa-apa Dengan Kapasiti Efektif” dan senario “Perubahan Dengan Kapasiti Efektif”. Bab ini juga mengandungi maklumat mengenai kebolegunaan (applicability) Perisian Tranplan serta kesimpulan.

Bab Tujuh membincangkan rekabentuk jaringan pengangkutan awam senario “Terbaik Dengan Kapasiti Efektif” Tahun 2003 Di Bandar Medan dan mengandungi huraian mengenai pengenalan, simulasi dalam merekabentuk jaringan pengangkutan awam Senario “ Terbaik Dengan Kapasiti Efektif” serta kesimpulan.

Bab Lapan pula membincangkan rekabentuk jaringan pengangkutan awam senario “Tahun 2010” dan mengandungi huraian tentang pendahuluan, alasan penggunaan mod graviti (PACGR), anggaran matrik asalan-destinasi tahun 2010, matrik asalan-destinasi kenderaan tahun 2010 berdasarkan wilayah, simulasi dalam menentukan jaringan pengangkutan awam tahun 2010 di Bandar Medan tanpa merubah fizikal lorong jalan dan simulasi dalam menentukan jaringan pengangkutan awam tahun 2010 di Bandar Medan yang dihasilkan dengan perubahan fizikal lorong jalan serta kesimpulan.

Bab Sembilan memberikan perbincangan, kesimpulan dan cadangan dari hasil pembahasan bab-bab terdahulu.

1.6 Kesimpulan

Berpunca dari pelbagai macam perkara bahawa di Bandar Medan berlaku kesesakan lalu lintas pada tahun 2003. Agar kesesakan lalu lintas

tersebut tidak merugikan masyarakat secara berterusan, perkhidmatan jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam harus ditingkatkan.

Matlamat penyelidikan ini ialah untuk mengenalpasti petunjuk operasi jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam tahun 2003 dan menghasilkan rekabentuk jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam yang boleh mengurangkan kesesakan lalu lintas di Bandar Medan.

Untuk memastikan matlamat penyelidikan ini tercapai, penyelidikan ini dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut :

- Penyelidikan ini bermula dengan kajian untuk mengenalpasti petunjuk operasi jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam di Bandar Medan tahun 2003 melalui keadaan “Tidak Buat Apa-apa”.
- Memandangkan bahawa berlaku keadaan khas di Bandar Medan maka akan dilakukan kajian untuk mengenalpasti kesan kapasiti efektif terhadap aras perkhidmatan jaringan jalan.
- Dengan mengambilkira kesan kapasiti efektif kajian dilanjutkan untuk menghasilkan rekabentuk jaringan pengangkutan awam yang dapat mengurangkan kesesakan lalu lintas di Bandar Medan pada tahun 2003.
- Sebagai cadangan kepada Kerajaan Bandar Medan, juga dengan mengambilkira kesan kapasiti efektif kajian dilanjutkan untuk menghasilkan rekabentuk jaringan jalan dan jaringan pengangkutan awam yang sesuai untuk keadaan pada tahun 2010.

BAB DUA SURATAN ILMIAH

2.0 Pengenalan

Lalu lintas, kenderaan dan jalan merupakan sebahagian daripada subsistem pengangkutan darat yang memainkan peranan penting dan strategik dalam mendukung mobiliti penumpang mahupun barangan dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Oleh sebab itu sistem lalu lintas, kenderaan dan jalan harus diselenggarakan dengan teratur dan tepat pada waktunya serta murah. Untuk mewujudkan keadaan perkhidmatan yang demikian, sistem jaringan pengangkutan awam merupakan salah satu unsur terpenting sehingga perlu direkabentuk secara baik dan efektif.

Dalam kegiatan memastikan pola laluan jaringan pengangkutan awam di bandar Medan supaya efektif dan efisien perlu dilakukan kajian dan perancangan serta pengembangan sistem jaringan pengangkutan awam yang disusun mengikut aspek yang sah (asas perundangan) dan aspek teknik (asas teori) yang ada. Kajian lampau diperlukan sebagai bahan rujukan.

2.1 Latar Belakang Perundangan

Aspek kesahan yang digunakan dalam penyelidikan ini adalah peraturan-peraturan sah yang ditentukan oleh Kerajaan Indonesia yang berhubungkait dengan pengangkutan awam di bandar raya (Jabatan Perhubungan Bandar Medan, 2003) iaitu :

- Undang-undang Nombor 13 Tahun 1980

Perkhidmatan pengangkutan bandar berhubungkait dengan jaringan jalan yang digunakan untuk menentukan laluan kenderaan pengangkutan awam. Sistem jaringan jalan dimaksud diatur dalam fasal 2 dan fasal 3 Undang-undang Nombor 13 Tahun 1980 iaitu :

(1) Fasal 2

Jalan merupakan suatu kesatuan sistem jaringan jalan yang mengikat dan menghubungkan pusat-pusat pertumbuhan dan wilayah yang berada dalam pengaruh perkhidmatannya dalam satu hubungan hirarki.

(2) Fasal 3 ayat 2

Sistem jaringan jalan sekunder ialah sistem jaringan jalan dengan peranan perkhidmatan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam bandar. Jaringan jalan sekunder berhubung kait dengan struktur wilayah pengembangan bandar yang memainkan peranannya terdiri daripada jalan arteri, jalan *kolektor* dan jalan tempatan. Jalan arteri primer dan *kolektor* primer tidak terputus walaupun memasuki bandar.

(3) Fasal 4

Berdasarkan fungsi perkhidmatan, jalan dibezakan menjadi :

- a. Jalan arteri, ialah jalan yang digunakan kenderaan sebagai laluan utama dengan ciri-ciri perkhidmatan jarak jauh, purata kelajuan tinggi dan bilangan jalan masuk dihad secara efisien;

- b. Jalan kolektor, ialah jalan yang digunakan kenderaan sebagai laluan pengumpul dari jalan yang lebih kecil dan sebagai laluan pembahagi ke jalan yang lebih kecil, dengan ciri-ciri perjalanan jarak sederhana dan bilangan jalan masuk terhad;
 - c. Jalan tempatan, ialah jalan yang digunakan sebagai laluan kenderaan tempatan dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, purata kelajuan rendah dan bilangan jalan masuk tidak terhad.
- Undang-undang Nombor 14 Tahun 1992

Perkhidmatan pengangkutan penumpang dengan menggunakan kenderaan awam diatur dalam Fasal 36 dan Fasal 37 Undang-undang Nombor 14 Tahun 1992.

(1) Fasal 36 Huruf b

Pada Fasal 36 huruf b disebutkan bahawa “Perkhidmatan pengangkutan penumpang dengan kenderaan pengangkutan awam boleh menggunakan kenderaan pengangkutan bandar yang merupakan pemindahan penumpang di wilayah bandar”.

Tujuannya ialah untuk menjamin kelangsungan perkhidmatan pengangkutan, keseragaman dan keteraturan dalam pemberian perkhidmatan dengan menentukan perkhidmatan bandar yang didasarkan pada sifat dan keteraturan perjalanan, jarak dan masa tempuh, berkembangnya suatu daerah atau wilayah petempatan, perdagangan, perindustrian, pejabat dan sebagainya (Penjelasan Fasal 36 Undang-undang Nombor 14 Tahun 1992).

(2) Fasal 37 Ayat 2

Dalam Fasal 37 Ayat 2 disebutkan bahawa : “Perkhidmatan pengangkutan penumpang dengan kenderaan pengangkutan awam dalam jaringan pengangkutan tetap dan teratur dilaksanakan menggunakan jaringan pengangkutan awam”. Dengan tujuan untuk mengendalikan perkhidmatan pengangkutan penumpang dengan kenderaan pengangkutan awam agar dapat dicapai keseimbangan antara keperluan pengangkutan dengan perkhidmatan pengangkutan, antara kapasiti jaringan jalan dengan kenderaan pengangkutan awam yang beroperasi serta untuk menjamin kualiti perkhidmatan kenderaan pengangkutan penumpang (Penjelasan Fasal 36 Undang-undang Nombor 14 Tahun 1992).

- Peraturan Pemerintah Nombor 26 Tahun 1985

- (1) Fasal 4 Ayat 3

- “Jalan Kolektor Primer menghubungkan bandar tangga pertama dengan bandar tangga kedua atau menghubungkan bandar tangga kedua dengan bandar tangga ketiga”.

- (2) Fasal 8 Ayat 2

- “Jalan Kolektor Primer mempunyai kapasiti yang sama atau lebih besar daripada jumlah lalu lintas”.

- (3) Fasal 10 Ayat 1

- “Jalan Arteri Sekunder direkabentuk berdasarkan plan kelajuan minimum 30 (tiga puluh) km/jam dan dengan lebar badan jalan tidak kurang daripada 8 (delapan) meter”.

- (4) Fasal 10 Ayat 2

“Jalan Arteri Sekunder mempunyai kapasitas yang sama atau lebih besar daripada jumlah lalu lintas”.

(5) Fasal 11

“Jalan Kolektor Sekunder direkabentuk berdasarkan plan kelajuan minimum 20 (dua puluh) km/jam dan dengan lebar badan jalan tidak kurang daripada 5 (lima) meter”.

(6) Fasal 12

“Tempatan Sekunder direkabentuk berdasarkan plan kelajuan minimum 10 (sepuluh) km/jam dan dengan lebar badan jalan tidak kurang daripada 5 (lima) meter”.

- Peraturan Pemerintah Nombor 41 Tahun 1993 Jo. Keputusan Menteri Perhubungan Nombor 84 Tahun 1999.

Untuk perkhidmatan kenderaan pengangkutan penumpang dalam bandar dengan kenderaan pengangkutan awam dalam jaringan pengangkutan awam tetap dan teratur dilaksanakan dalam jaringan pengangkutan bandar, iaitu jaringan pengangkutan yang seluruhnya berada dalam satu daerah bandar atau jaringan pengangkutan dalam Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta (Fasal 6 dan 7 Peraturan Pemerintah Nombor 41 Tahun 1993 tentang Pengangkutan Jalan Jo. Fasal 2 Keputusan Menteri Perhubungan Nombor 84 Tahun 1999 tentang Penyelenggaraan Pengangkutan Penumpang di Jalan Dengan Kenderaan Pengangkutan Awam.

Perkhidmatan pengangkutan bandar diselenggarakan dengan ciri-ciri sebagai berikut :

(1) Jaringan Pengangkutan Utama :

- a. Mempunyai jadual tetap, sebagaimana termaktub dalam jam perjalanan pada kad pengawasan kenderaan yang beroperasi.
- b. Melakukan perkhidmatan pengangkutan pada wilayah utama, antara wilayah utama dengan ciri-ciri melakukan perjalanan ulang-alik secara tetap.
- c. Menggunakan bas besar dan bas sederhana.
- d. Melakukan perkhidmatan pengangkutan secara terus menerus, berhenti di tempat-tempat untuk menaikkan dan menurunkan penumpang yang telah ditetapkan untuk pengangkutan bandar.

(2) Jaringan Pengangkutan Cabang

- a. Berfungsi sebagai jaringan pengangkutan asas terhadap jaringan pengangkutan utama.
- b. Mempunyai jadual tetap sebagaimana termaktub dalam jam perjalanan pada kad pengawasan kenderaan yang beroperasi.
- c. Melakukan perkhidmatan pengangkutan di wilayah pendukung, antara wilayah pendukung dan pemukiman.
- d. Menggunakan bas besar dan bas sederhana.
- e. Perkhidmatan pengangkutan secara terus menerus, berhenti di tempat-tempat untuk menaikkan dan menurunkan

penumpang yang telah ditetapkan untuk pengangkutan bandar.

(3) Jaringan Pengangkutan Ranting

- a. Tidak mempunyai jadual tetap.
- b. Perkhidmatan pengangkutan secara terus menerus, berhenti di tempat-tempat untuk menaikkan dan menurunkan penumpang yang telah ditetapkan untuk pengangkutan bandar.
- c. Melakukan perkhidmatan pengangkutan di wilayah pemukiman.
- d. Menggunakan bas sederhana, bas kecil dan bas mini.

(4) Jaringan Pengangkutan Langsung

- a. Mempunyai jadual tetap, sebagaimana termaktub dalam jam perjalanan pada kad pengawasan kenderaan yang beroperasi.
- b. Perkhidmatan pengangkutan secara terus menerus, berhenti di tempat-tempat untuk menaikkan dan menurunkan penumpang yang telah ditetapkan untuk pengangkutan bandar.
- c. Melakukan perkhidmatan pengangkutan antara wilayah utama dengan wilayah pendukung dan wilayah petempatan.
- d. Menggunakan bas besar, bas sederhana dan bas kecil.

- Peraturan Pemerintah Nombor 43 Tahun 1993

Plan jaringan pengangkutan perlu mempertimbangkan beberapa faktor (Fasal 14 ayat 2) iaitu :

- (1) Keperluan pengangkutan
- (2) Kelas jalan yang sama dan/atau lebih tinggi
- (3) Jenis terminal yang sama dan/atau lebih tinggi
- (4) Asas perkhidmatan jalan
- (5) Pelan am ruang bandar
- (6) Ketetapan lingkungan

- Surat Keputusan Direktor Jeneral Perhubungan Darat Nombor 274/HK.105/DRJD/96

Sesuai dengan surat keputusan yang dikeluarkan oleh Direktor Jeneral Perhubungan Darat maka hirarki laluan kenderaan pengangkutan awam sebagai ciri dari perkhidmatan pengangkutan bandar serta kriteria dalam penentuan jaringan pengangkutan secara am dapat dibezakan berdasarkan perkhidmatan, ukuran bandar dan jarak jaringan pengangkutan.

Adapun klasifikasi jaringan pengangkutan berdasarkan perkhidmatan pengangkutan dipaparkan pada Jadual 2.1.

Jadual 2.1 : Klasifikasi Jaringan Pengangkutan Berdasarkan Jenis Tahap Perkhidmatan / Pengangkutan

Klasifikasi Jaringan Pengangkutan	Jenis Tahap Perkhidmatan	Jenis Pengangkutan	Kapasiti Penumpang Per hari/Kenderaan
Utama	Cepat Lambat	Bas Besar (Lantai Ganda) Bas Besar (Lantai Tunggal) Bas Sederhana	1,500 – 1,800 1,000 – 1,200 500 - 600
Cabang	Cepat Lambat	Bas Besar Bas Sederhana Bas Kecil	1,000 – 1,200 500 – 600 300 - 400
Ranting	Lambat	Bas Sederhana Bas Kecil Bas Mini	500 – 600 300 – 400 250 - 300
Langsung (Express)	Cepat	Bas Besar Bas Sederhana Bas Kecil	1,000 – 1,200 500 – 600 300 - 400

Sumber : SK. Dirjen. Hubdat No: 274/HK.105/DRJD/96

Menurut klasifikasi jaringan pengangkutan bandar berdasarkan ukuran bandar seperti dipaparkan dalam Jadual 2.2.

Jadual 2.2 : Klasifikasi Jaringan Pengangkutan Berdasarkan Ukuran Bandar / Jenis Kenderaan Pengangkutan

Klasifikasi Jaringan Pengangkutan	Ukuran Bandar			
	Bandar Raya (>1,000,000)	Bandar Besar (500,000-1,000,000)	Bandar Sederhana (100,000-500,000)	Bandar Kecil (<100,000)
Utama	Keretapi /Bas Besar (SD/DD) /Bas Sederhana	Bas Besar	Bas Besar /Bas Sederhana	Bas Sederhana
Cabang	Bas Besar /Bas Sederhana	Bas Sederhana	Bas Sederhana / Bas Kecil	Bas Kecil
Ranting	Bas Sederhana /Bas Kecil /Bas Mini	Bas Kecil /Bas Mini	Bas Kecil /Bas Mini	Bas Kecil /Bas Mini
Langsung	Bas Besar /Bas Sederhana /Bas Kecil	Bas Besar /Bas Sederhana /Bas Kecil	Bas Sederhana /Bas Kecil	Bas Sederhana /Bas Kecil /Bas Mini

Sumber : SK. Dirjen. Hubdat No: 274/HK.105/DRJD/96

Merujuk syarat seperti dipaparkan pada Jadual 2.1 dan Jadual 2.2, bandar Medan sebagai bandar Raya mestilah mengikut aspek berikut :

- Jaringan Pengangkutan Utama disediakan Bas Besar dan Bas Sederhana
- Jaringan Pengangkutan Cabang disediakan Bas Besar dan Bas Sederhana
- Jaringan Pengangkutan Ranting disediakan Bas Sederhana, Bas Kecil dan Bas Mini
- Jaringan Pengangkutan Langsung (*ekspres*) disediakan Bas Besar, Bas Sederhana dan Bas Kecil.

Aspek ini digunakan sebagai asas dalam memastikan laluan (*route*) dan ragam (*mode*) kenderaan jaringan pengangkutan awam yang digunakan di bandar Medan.

2.2 Pemodelan Permintaan Perjalanan

Bahagian penting dalam perancangan sistem jaringan pengangkutan awam ialah melakukan anggaran tentang permintaan pembuat perjalanan terhadap perkhidmatan pengangkutan awam beserta sistem sokongan dan kemudahannya.

Pemodelan permintaan perjalanan digunakan untuk mengetahui pola asalan dan destinasi pergerakan, pola perjalanan, penggunaan ragam dan pemilihan terhadap laluan yang akan digunakan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Produk akhir daripada model permintaan perjalanan ialah anggaran aliran kenderaan pada lorong jalan dan jaringan pengangkutan bandar manakala prosesnya meliputi perkiraan bilangan perjalanan, Asalan-Destinasinya perjalanan, mod yang digunakan dan laluan perjalanan yang dipilih daripada jaringan pengangkutan yang ada (Yu, Jason C., 1982).

Secara amnya model permintaan perjalanan boleh dibezakan kepada 2 (dua) kelompok besar, iaitu : Model Permintaan Langsung (*Direct Demand Model*) dan Model Rangkaian Permintaan (*Sequential Demand Model*).

Model yang dapat digunakan untuk melaksanakan peramalan permintaan perjalanan ialah dengan menggunakan model rangkaian permintaan yang terdiri daripada 4 (empat) tahap iaitu tahap penjanaan perjalanan (*trip generation*), tahap pengagihan perjalanan (*trip distribution*), tahap pemisahan ragam (*modal split*) dan tahap pengumpulan perjalanan (*trip assignment*) (Hutchinson, B.G., 1974).

Tahap-tahap dalam mod rangkaian permintaan dijelaskan seperti berikut.

2.2.1 Tahap Penjanaan Perjalanan (Trip Generation)

Tahap penjanaan perjalanan merupakan tahap awal dalam proses anggaran permintaan, iaitu suatu tahap untuk menentukan hubungan antara pergerakan yang terjadi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya pergerakan tersebut, sehingga dalam tahap ini dapat ditentukan jumlah perjalanan yang bakal dihasilkan oleh suatu daerah kajian baik untuk sekarang atau untuk masa hadapan.

Untuk mengetahui penjaan perjalanan pada keadaan nyata (tahun 2000-2003) diperoleh melalui soal selidik temuduga isi rumah, sedangkan untuk mengira bilangan penjaan perjalanan pada masa hadapan diperlukan suatu model.

Model yang umum digunakan ialah Model Regresi iaitu : suatu model yang mengaplikasikan teori statistik untuk menunjukkan suatu pembolehubah dipengaruhi oleh pembolehubah-pembolehubah lain (Drapper, Norman Richard And Smith, Harry, 1981).

2.2.2 Tahap Pengagihan Perjalanan (Trip Distribution)

Pengagihan perjalanan merupakan bahagian proses perancangan pengangkutan yang berhubungan dengan sebilangan asal perjalanan untuk setiap zon dalam wilayah dengan sebilangan perjalanan yang berlokasi pada zon lain dalam wilayah tersebut.

Tahap pengagihan perjalanan merupakan tahap untuk menganggarkan jumlah perjalanan penumpang antara zon (T_{ij}) berdasarkan pengeluaran perjalanan dari setiap zon i dan daya tarik dari zon j dengan mempertimbangkan faktor penghalang sepanjang perjalanan zon dimaksud (F_{ij}).

Pengeluaran dan penarikan perjalanan diperolehi daripada hasil analisis pada tahap permulaan perjalanan manakala faktor penghalang antara zon diperolehi daripada spesifikasi pengangkutan baik jarak, masa mahupun kos perjalanan.

Kaedah am digunakan dalam tahap pengagihan perjalanan dibezakan menjadi 2 (dua) kelompok utama (Z. Tamin, Ofyar, 1997), iaitu :

(1) Kaedah Faktor Pertumbuhan

Kaedah faktor pertumbuhan digunakan dengan andaian bahawa pola perjalanan masa ini dapat diunjurkan pada masa`akan datang dengan menggunakan nilai pertumbuhan. Salah satu kaedah yang digunakan ialah faktor purata pertumbuhan.

Kaedah faktor purata pertumbuhan, dirumuskan seperti berikut :

$$T_{ij} = T_{ij} \times \frac{E_i + E_j}{2} \dots\dots\dots 2.1$$

$$E_i = \frac{T_i}{t_i} \qquad E_j = \frac{T_j}{t_j}$$

Dimana :

- E_i, E_j = Aras pertumbuhan zon i dan j ;
- T_i, T_j = Jumlah pergerakan dari zon i ke zon j masa hadapan ;
- t_i, t_j = Jumlah pergerakan dari zon i ke zon j pada masa ini.

(2) Kaedah Sintetik

Untuk menganggar faktor penghalang yang dihadapi dalam penggunaan kaedah faktor pertumbuhan dapat dilakukan dengan menggunakan model sintetik (Black, J. A., 1981) iaitu dengan mengandaikan bahawa sebelum pola perjalanan masa hadapan dapat diramalkan, terlebih dahulu harus memahami faktor-faktor penyebab daripada pergerakan tersebut.

Kaedah sintetik terdiri daripada :

1. Mod graviti yang terdiri dari “The Unconstrained Gravity Model”, “The Production Constrained Model”, dan “The Fully Constrained Gravity Model”;
2. Kaedah Regresi Berganda;
3. Model Peluang yang terdiri dari “Intervening Oppurtunities” dan “Competing Oppurtunities”.

2.2.3 Tahap Pemisahan Ragaman (Modal Split)

Dalam melakukan perjalanan, pembuat perjalanan dapat memilih antara beberapa pilihan pengguna beberapa mod pengangkutan awam, seperti menggunakan pengangkutan awam, kenderaan persendirian, motosikal, bas, berjalan kaki atau sebagainya. Pemilihan ragam berhubung kait dengan perilaku pembuat perjalanan sesuai dengan tujuan perjalanan yang akan dilakukan serta aras perkhidmatan dan kos yang akan dikeluarkan oleh pembuat perjalanan dalam melakukan perjalanan tersebut.

2.2.4 Tahap Pengumpulan Perjalanan (Trip Assigment)

Tahap pengumpulan perjalanan (Trip Assigment) merupakan tahap akhir daripada proses analisis permintaan perjalanan. Data masukan yang utama dalam melakukan analisis pada tahap pengumpulan perjalanan ialah berupa matrik asalan dan destinasi perjalanan, kapasiti jalan yang telah diberikan kod dan ciri jaringan jalan seperti jarak dan masa (Z. Tamin, Ofyar, 1997). Matrik asalan dan destinasi perjalanan yang dibebankan ialah berbentuk matrik perjalanan.

Tujuan yang asas dari proses pengumpulan lalu lintas ialah untuk mendapatkan gambaran ciri sistem pengangkutan akibat adanya pergerakan kenderaan yang dibebankan pada sistem jaringan tersebut.

Pada mod analisis permintaan perjalanan (Sequential Mod) proses pengumpulan memiliki 2 (dua) tujuan utama (Badan Pendidikan Dan Pelatihan Departemen Perhubungan, 1991), iaitu :

1. Untuk menganggarkan jumlah lalu lintas pada lorong jalan di dalam jaringan jalan dan persimpangan;
2. Untuk memperoleh anggaran kos perjalanan antara asalan perjalanan dengan destinasi perjalanan yang digunakan pada tahap pengagihan perjalanan dan tahap pemisahan ragaman.

Secara kasar kaedah pengumpulan lalu lintas dapat dibezakan seperti berikut :

1. "Free/All Or Nothing Assigment"
2. "Stochastic atau Multi Path Assigment"
3. "(User) Equilibrium Assigment"

Salah satu kaedah pengumpulan lalu lintas tersebut, yang selalu digunakan ialah **User Equilibrium Assigment** iaitu kaedah yang menganggarkan bahawa beban perjalanan akan diumpukkan ke lorong jalan yang ada sehingga kos (generalized cost) dari satu zon ke zon lainnya dengan pelbagai alternatif akan sama.