

**PEMBENTUKAN UNIT TRAFIK ASAS DALAM
PERMODELAN RANGKAIAN
UNTUK MENGESAN KESESAKAN ALIRAN**

KHAIRANI ABD. MAJID

**DOKTOR FALSAFAH
(SAINS KOMPUTER)**

**UNIVERSITI PERTAHANAN NASIONAL
MALAYSIA**

2023

**PEMBENTUKAN UNIT TRAFIK ASAS DALAM PERMODELAN
RANGKAIAN UNTUK MENGESAN KESESAKAN ALIRAN**

KHAIRANI ABD. MAJID

Tesis Ini Diserahkan Kepada Pusat Pengajian Siswazah Universiti Pertahanan Nasional Malaysia, bagi Memenuhi Syarat Penganugerahan Ijazah Doktor Falsafah (Sains Komputer)

ABSTRACT

The study of road traffic congestion has been ongoing research for decades. Many researchers suggest several suggestions, methods and algorithms to improve existing solutions to this problem. Some studies focus on the area around toll plazas, which have proven to be one of the sources of traffic congestion on the highway. Basically, in an effort to make traffic congestion easier to understand in a more formal way, a model for the traffic system in the form of a network was developed and named the Basic Traffic Unit (BTU). BTU is a small network and can be combined into a larger traffic network used to explain congestion observations as well as predict congestion. The toll plaza was chosen as an example of the use of the BTU model in detecting congestion. A measure of performance was conducted to evaluate the toll plaza, and the simulation results using Queuing Theory were compared with the simulation results using the BTU formula. Two sets of data from different toll payment methods were collected. These two types of payment methods are also simulated and effectiveness measurements are recorded. The results of this research show that the simulated data can be used for comparison with the results of real data that uses the BTU static model formula to detect congestion. The comparison of results from these two types of methods confirms the claim that BTU is useful for detecting congestion.

ABSTRAK

Kajian tentang kesesakan lalu lintas jalan raya telah menjadi penyelidikan yang berterusan selama beberapa dekad. Ramai penyelidik menyarankan beberapa cadangan, kaedah dan algoritma untuk memperbaiki penyelesaian yang telah sedia ada kepada masalah ini. Beberapa kajian menumpu kepada kawasan sekitar plaza tol, yang telah terbukti menjadi salah satu sumber kesesakan trafik di lebuh raya. Pada dasarnya, dalam usaha untuk membuat trafik kesesakan lebih mudah untuk difahami dengan cara yang lebih formal, model untuk sistem lalu lintas dalam bentuk rangkaian dibangunkan dan dinamakan Unit Trafik Asas (UTA). UTA adalah satu rangkaian kecil dan boleh digabungkan kepada satu rangkaian trafik yang lebih besar digunakan untuk menjelaskan pemerhatian kesesakan serta meramal kesesakan. Plaza tol dipilih untuk contoh penggunaan model UTA dalam mengesan kesesakan. Pengukuran keberkesanan (“measure of performance”) dijalankan untuk menilai plaza tol, dan keputusan simulasi menggunakan Teori Giliran dibandingkan dengan keputusan simulasi menggunakan rumus UTA. Dua set data dari kaedah bayaran tol yang berbeza dikutip. Dua jenis kaedah bayaran ini juga disimulasikan dan pengukuran keberkesanan dicatat. Dua kaedah pembayaran dari data nyata digunakan untuk menghitung pengukuran keberkesanan menggunakan rumus UTA. Hasil dari penyelidikan ini menunjukkan data yang disimulasi boleh digunakan untuk bandingan dengan hasil daripada data nyata yang menggunakan rumus model statik UTA untuk mengesan kesesakan. Perbandingan keputusan dari dua jenis kaedah ini mengesahkan tuntutan bahawa UTA berguna untuk mengesan kesesakan.

PENGHARGAAN

Saya ingin mendedikasikan karya ini kepada beberapa individu yang penting dalam hidup saya. Mereka adalah anak-anak saya Sulianna-Kamillia-Madelina, Rezza-Zairan, Kamir-Zarin dan suami saya Zaharin Yusoff. Saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya Prof. Madya Dr. Suzaimah Ramli dan penyelia bersama Brig. Jen. Prof. Ir. Dr. Norazman bin Mohamad Nor atas tunjuk ajar anda. Terima kasih juga Dr. Syazwan Mohd. Anwar atas pertolongan saudara. Akhir sekali, saya amat berterima kasih kepada masyarakat di Universiti Pertahanan Nasional Malaysia dan rakan seangkatan kerana memberi saya galakan, sokongan dan peluang untuk menghabiskan pengajian ini.

“Terdapat dua jenis guru: jenis yang memenuhi kamu dengan begitu banyak pukulan bertubi sehingga kamu tidak boleh bergerak, dan jenis yang hanya memberikan kamu satu tolakan sedikit di belakang dan kamu melompat ke langit” – Robert Frost

KELULUSAN

Jawatankuasa Peperiksaan telah bersidang pada **11 Januari 2023** bagi menjalankan peperiksaan akhir **Khairani Abd. Majid** dengan tesis bertajuk **Pembentukan Unit Trafik Asas Dalam Permodelan Rangkaian Untuk Mengesan Kesesakan Aliran.**

Jawatankuasa telah bersetuju bahawa pelajar diatas akan diijazahkan dengan Doktor Falsafah (Sains Komputer).

Jawatankuasa Peperiksaan adalah seperti berikut:

Prof. Ts. Dr Omar Bin Zakaria

Fakulti Sains dan Teknologi Pertahanan
Universiti Pertahanan Nasional Malaysia
(Pengerusi)

Prof. Dr. Mohd Nazri Bin Ismail

Fakulti Sains dan Teknologi Pertahanan
Universiti Pertahanan Nasional Malaysia
(Pemeriksa Dalaman)

Prof. Dato' Dr. Bahari Belaton

Sekolah Sains Komputer
Universiti Sains Malaysia
(Pemeriksa Luar)

Prof. Dr. Jane Labadin

Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Informasi
Universiti Malaysia Sarawak
(Pemeriksa Luar)

KELULUSAN

Tesis ini telah dihantar kepada pihak Senat Universiti Pertahanan Nasional Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi syarat pengijazahan Doktor Falsafah (Sains Komputer). Ahli Jawatankuasa Penyeliaan adalah seperti berikut:

Prof. Madya Ts. Dr. Suzaimah Binti Ramli

Fakulti Sains dan Teknologi Pertahanan
Universiti Pertahanan Nasional Malaysia
(Penyelia Utama)

Brig. Gen. Prof. Ir. Dr. Norazman Bin Mohamad Nor (B)

Fakulti Kejuruteraan
Universiti Pertahanan Nasional Malaysia
(Penyelia Bersama)

UNIVERSITI PERTAHANAN NASIONAL MALAYSIA

PERAKUAN TESIS

Nama Penuh : Khairani Abd. Majid
Tarikh Lahir : 26/9/1963
Tajuk : Pembentukan Unit Trafik Asas Dalam Permodelan
Rangkaian Untuk Mengesan Kesesakan Aliran
Sesi Akademik : 2020/2021

Saya mengaku bahawa tesis ini diklasifikasikan sebagai:

- SULIT** (Mengandungi maklumat sulit di bawah Akta Rahsia Rasmi 1972)*
- TERHAD** (Mengandungi maklumat terhad yang dispesifikasikan oleh organisasi kajian)*
- TERBUKA** Bersetuju bahawa tesis ini keseluruhannya diterbitkan secara terbuka dan atas talian

Saya mengetahui bahawa pihak Universiti Pertahanan Nasional Malaysia mempunyai hak-hak seperti berikut:

1. Tesis ini merupakan hak milik Universiti Pertahanan Nasional Malaysia.
2. Perpustakaan Universiti Pertahanan Nasional Malaysia berhak untuk membuat salinan untuk tujuan penyelidikan sahaja.
3. Perpustakaan berhak untuk membuat salinan tesis ini untuk tujuan perkongsian akademik.

Tandatangan

630926025268

No. Kad Pengenalan

**Tandatangan Penyelia/ Dekan PPS /
Ketua Pustakawan

Prof. Madya Dr Suzaimah Ramli

**Nama Penyelia / Dekan PPS /
Ketua Pustakawan

Tarikh:

Tarikh:

*Nota: Sekiranya tesis ini diklasifikasikan sebagai SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada organisasi kajian menyatakan tempoh masa dan sebab diklasifikasikan sebagai sulit dan terhad..

** Saksi

KANDUNGAN

	TAJUK	HALAMAN
	ABSTRACT	ii
	ABSTRAK	iii
	PENGHARGAAN	iv
	KELULUSAN	v
	KELULUSAN	vi
	PERAKUAN TESIS	vii
	KANDUNGAN	viii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI ILUSTRASI	xii
	SENARAI ISTILAH	xv
	SENARAI LAMPIRAN	xxiii
BAB 1	PENDAHULUAN	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Motivasi dan Rangka Penyelidikan	10
	1.3 Pernyataan Masalah Kajian	16
	1.4 Soalan Kajian	16
	1.5 Objektif Penyelidikan	17
	1.6 Ruang Lingkup (Skop)	18
	1.7 Sumbangan Penyelidikan	19
	1.8 Rumusan Bab	19
BAB 2	SOROTAN KAJIAN	22
	2.1 Pengenalan	23
	2.1.1 Teori Giliran (Aliran Trafik)	27
	2.1.2 Sumber Input	29
	2.1.3 Giliran	30
	2.1.4 Mekanisma Layanan	30
	2.1.5 Permodelan Proses Ketibaan dan Proses Layanan	31
	2.1.6 Disiplin Giliran	32
	2.2 Model Giliran M/M/1	35
	2.2.1 Analisis Giliran M/M/1	37
	2.3 Simulasi (Untuk Aliran Trafik)	39
	2.3.1 Pendekatan Hibrid (Aliran Trafik)	41
	2.3.2 Pertimbangan Teori Giliran dan Simulasi di Plaza Tol	43
	2.3.3 Pengoptimuman	46
	2.4 Pengkategorian Sumbangan	47
	2.4.1 Teori Giliran	48

2.4.2	Simulasi	50
2.4.3	Hibrid	52
2.4.4	Pertimbangan Pondok Tol	55
2.8	Perbincangan Teori Graf dan Penetapan Keduduk Cadangan	57
2.9	Rumusan Bab	60
BAB 3	MODEL ASAS SISTEM TRAFIK (UNIT TRAFIK ASAS) DENGAN APLIKASI KESAN TERHADAP PLAZA TOL	61
3.1	Model Asas Sistem Trafik	63
3.1.1	Unit Trafik Asas	65
3.1.2	Sistem Trafik	66
3.1.3	Kajian Kes	66
3.1.4	Rumus Gabungan	69
3.1.5	Masa Pelepasan	71
3.1.6	Sumbangan dan Matlamat Boleh Dicapai Oleh Model UTA	75
3.1.7	Perbandingan Hasil Dapatan	76
3.2	Kesan Terhadap Plaza Tol Dengan Corak Ketibaan yang Berbeza	77
3.2.1	Rangka Pendekatan	78
3.2.2	Pembahagian Kepada Lima Zon	78
3.2.3	Tiga Jenis Ketibaan	81
3.2.4	Simulasi Aliran Trafik Melalui Tol Plaza	81
3.2.5	Analisis Data Ke Arah Perancangan Pengurusan Trafik yang Lebih Cepak	82
3.3	Pendekatan Simulasi dan Teori Giliran	82
3.4	Corak Ketibaan Pertama	88
3.4.1	Pengukuran Prestasi Sistem	90
3.5	Corak Ketibaan Kedua	91
3.5.1	Pengukuran Prestasi Sistem	92
3.6	Corak Ketibaan Ketiga	93
3.6.1	Pengukuran Prestasi Sistem	95
3.7	Kelebihan Cadangan	97
3.8	Rumusan Bab	98
BAB 4	KAJIAN KES, IMPLIMENTASI, ANALISIS, DAN PERBINCANGAN	100
4.1	Kajian Kes: Plaza Tol Ayer Keroh, Melaka (Bahagian Satu)	101
4.1.1	Aplikasi Unit Trafik Asas	103
4.1.2	Kaedah Analisis Data Bahagian Pertama	105
4.1.3	Hasil Simulasi	116
4.2	Kajian Data Sebenarnya (New York State Thruway) Terhadap Model Unit Trafik Asas (Bahagian Dua)	120
4.2.1	Implimentasi	124

4.2.2 Hasil Simulasi	128	
4.3 Kekuatan dan Kelemahan	132	
4.4 Rumusan Bab	134	
BAB 5	KESIMPULAN DAN KERJA MASA HADAPAN	136
5.1 Intipati Tesis	136	
5.2 Sumbangan Utama	137	
5.3 Kerja Masa Hadapan	138	
5.3.1 Penambahbaikan Untuk Menyelesaikan Ketidaksempurnaan	139	
5.3.2 Kesenambungan Model	140	
5.3.3 Gabungan Unit Trafik Asas	140	
5.3.4 Rangkaian Bipartit	144	
5.4 Rumusan Bab	145	
RUJUKAN	146	
LAMPIRAN	160	
BIODATA PELAJAR	203	
SENARAI PENERBITAN	204	

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	HALAMAN
Jadual 1.1	Ringkasan Pernyataan Masalah	17
Jadual 2.1	Contoh sistem Giliran	31
Jadual 2.2	Ringkasan Teori Giliran Dalam Menganalisis Masalah Kesyakan di Plaza Tol	48
Jadual 2.3	Ringkasan Teknik Simulasi Dalam Menganalisis Masalah Kesyakan di Plaza Tol	50
Jadual 2.4	Ringkasan Teknik Hibrid Dalam Menganalisis Masalah Kesyakan di Plaza Tol	52
Jadual 2.5	Ringkasan Pertimbangan Terhadap Pondok Tol Dalam Menganalisis Masalah Kesyakan di Plaza Tol	55
Jadual 3.1	Jadual Kadar Peralihan Keadaan dan Rumus nya	89
Jadual 3.2	Jadual Kadar Peralihan Keadaan dan Rumus nya	92
Jadual 3.3	Jadual Kadar Peralihan Keadaan dan Rumus nya	94
Jadual 4.1	Pembahagian Data dan Kaedah Analisis	100
Jadual 4.2	Contoh Hampan Kerja Bagi Unit Trafik Asas Untuk Pengiraan Masa Pelepasan Pondok Tol dan Juga Masa Pelepasan Keseluruhan Plaza Tol Bagi Sistem Touch'nGo	109
Jadual 4.3	Contoh Hampan Kerja Bagi Unit Trafik Asas Untuk Pengiraan Masa Pelepasan Pondok Tol dan Juga Masa Pelepasan Keseluruhan Plaza Tol Bagi Sistem Smart Tag	111
Jadual 4.4	Purata Masa Menunggu diHitung Dengan Rumus Trafik Asas dan Sistem Giliran/Simulasi Untuk Data Set A dan Data Set B Bagi Sistem Touch'nGo dan Sistem Smart Tag	113
Jadual 4.5	Ujian Kenormalan Sistem Smart Tag Data Nyata dan Data Simulasi	120
Jadual 4.6	Ujian Kenormalan Sistem Touch'nGo Data Nyata dan Data Simulasi	122
Jadual 4.7	Analisis Data Nyata dan Data Simulasi	131
Jadual 5.1	Intipati Tesis	137

SENARAI ILUSTRASI

NO. RAJAH	TAJUK	HALAMAN
Rajah 1.1	Komponen Kawasan Plaza Tol	4
Rajah 1.2	Carta Aliran Kandungan Tesis	21
Rajah 2.1	Komponen Kawasan Plaza Tol	25
Rajah 2.2	Ketibaan dan Longgokan Pelepasan Dalam Giliran Berketentuan	28
Rajah 2.3	Struktur Asas Model Giliran	29
Rajah 2.4	Takrif Masa Antara Ketibaan	31
Rajah 2.5	Rajah Kadar Peralihan Keadaan - Populasi Tak Terhingga	36
Rajah 2.6	Penyelesaian Untuk P_k Dalam Sistem M/M/1	37
Rajah 2.7	Purata Kelewatan Fungsi ρ Untuk M/M/1	39
Rajah 2.8	Gambar Rajah Rangkaian Asas	58
Rajah 3.1	Carta Alir Penyelidikan	62
Rajah 3.2	Gambar Rajah Unit Trafik Asas	65
Rajah 3.3	Gambar Rajah Titik Berterusan Model Unit Trafik Asas	66
Rajah 3.4	Siri Unit Trafik Asas Yang Mewakili Plaza Tol	68
Rajah 3.5	Foto Sebuah Plaza Tol di Eropah Diambil Dari Udara	68
Rajah 3.6	Gambar Rajah Gabungan Unit Trafik Asas	69
Rajah 3.7	Gambar Rajah Gabungan Unit Trafik Asas Yang Lebih Kompleks	70
Rajah 3.8	Unit Trafik Asas Yang Mewakili Suatu Jujukan k Cerutan	74
Rajah 3.9	Plaza Tol Dibahagikan Kepada Lima Zon	80
Rajah 3.10	Perwakilan Unit Trafik Asas Bagi Lima Zon Plaza Tol	80
Rajah 3.11	Gambar Rajah Penggabungan Trafik ke Kawasan Giliran Menggunakan Unit Trafik Asas	86
Rajah 3.12	Penyataan Lengkap Sebuah Plaza Tol Oleh Unit Trafik Asas	86

Rajah 3.13	Gambar Rajah Peralihan Keadaan Untuk $M^b/M/1$	88
Rajah 3.14	Gambar Rajah Peralihan Keadaan Untuk $M^r/M/1$	91
Rajah 3.15	Gambar Rajah Peralihan Keadaan Untuk Ketibaan Dengan Kebarangkalian $1/2$ Atau Dua Ketibaan Dengan Kebarangkalian $1/2$	94
Rajah 4.1	Susun Atur Plaza Tol Ayer Keroh, Melaka (Arah Masuk)	103
Rajah 4.2	Plaza Tol Ayer Keroh Diwakili Oleh Unit Trafik Asas	104
Rajah 4.3	Pergerakan Aktiviti Bagi Setiap Pelanggan	108
Rajah 4.4	Purata Masa Menunggu Touch'nGo Berbanding Dengan Bilangan Ketibaan Kenderaan	118
Rajah 4.5	Purata Masa Menunggu SmartTag Berbanding Dengan Bilangan Ketibaan Kenderaan	119
Rajah 4.6	Graf Q-Q Plot Sistem SmartTag Untuk Data Sebenar	121
Rajah 4.7	Graf Q-Q Plot Sistem SmartTag Untuk Data Simulasi	121
Rajah 4.8	Graf Q-Q Plot Sistem Touch'nGo Untuk Data Sebenar	122
Rajah 4.9	Graf Q-Q Plot Sistem Touch'nGo Untuk Data Simulasi	123
Rajah 4.10	SmartTag Lawan Touch'nGo Bagi Data Sebenar	123
Rajah 4.11	SmartTag Lawan Touch'nGo Bagi Data Simulasi	124
Rajah 4.12	Pengaturcaraan Menggunakan Perisian S-Plus Unit Trafik Asas Untuk Data Simulasi	125
Rajah 4.13	Pengaturcaraan Menggunakan Perisian S-Plus Untuk Mendapatkan Selang Keyakinan Purata Masa Menunggu Bagi Sistem SmartTag dan Sistem Touch'nGo	128
Rajah 5.1	Penggunaan Unit Trafik Asas Untuk Menilai Rangkaian Dalam Keadaan Bersiri	141
Rajah 5.2	Penggunaan Unit Trafik Asas Untuk Menilai Rangkaian Dalam Keadaan Selari	142
Rajah 5.3	Penggunaan Unit Trafik Asas Untuk Menilai Rangkaian Dalam Keadaan Bersiri	142
Rajah 5.4	Penggunaan Unit Trafik Asas Untuk Menilai Rangkaian Selari Menuju Unit Umum	143

Rajah 5.5 Penggunaan Unit Trafik Asas Untuk Menilai Rangkaian Dalam Berbagai Gabungan	143
Rajah 5.6 Perwakilan Rangkaian Bipartit Oleh Unit Trafik Asas	144

SENARAI ISTILAH

accumulation	-	tumpukan
adjacent	-	bersebelahan
adjust	-	melaraskan
algorithm	-	algoritma
application	-	aplikasi
application	-	aplikasi
apply	-	digunakan / diaplikasikan
arc	-	lengkuk
area	-	keluasan
arrival	-	ketibaan
assume	-	andai
attendant	-	atendan
average time	-	masa purata
balance		
equation	-	persamaanimbangan
Basic Traffic		
Unit	-	Unit Trafik Asas
behaviour	-	tingkah laku
biasness	-	kepincangan
booth	-	pondok
bottleneck	-	cerutan

bulk	-	pukal
categorisation	-	pengkategorian
categorise	-	mengkategorikan
chart	-	carta
clearance	-	pelepasan
clock time	-	jam masa
coefficient	-	pekali
collection	-	kutipan/ bayaran/ pembayaran
confidence interval	-	selang keyakinan
confidence level	-	tahap keyakinan
conservation	-	keabadian
continuing point	-	titik terus
continuous time	-	masa selanjar
crisscross	-	menyilang
cumulative	-	kumulatif/ longgokan/ terkumpul
curve	-	lengkung
departure	-	perlepasan
dependent	-	bersandar
derived	-	cerutan terbitan
bottleneck		

description	-	pemerihalan
deterministic	-	berketentuan
develop	-	bina / bangunan
diagram	-	gambarajah
different	-	berlainan / berbeza
differential difference equation	-	persamaan beza-pembezaan
distribution	-	taburan
dotted circle	-	bulatan bertitik
drive-through	-	pandu lalu
edge (arc)	-	sisi (lengkuk)
equilibrium equation	-	persamaan keseimbangan
error	-	kesilapan
event	-	peristiwa
fan out	-	rebak keluar
feasibility	-	kesauran
figure	-	rajah
finite	-	terhingga
fit (adjective)	-	padan
fit (verb)	-	padankan
flare area	-	kawasan kembang

flow chart	-	carta aliran
formula	-	rumus
fraction	-	pecahan / nisbah
funnel	-	corong
gap	-	rongga
generate	-	Jana
IF-THEN- ELSE	-	JIKA-MAKA-SELAIN
immediate solution	-	penyelesaian segera / terdekat
impulse	-	dedenyut
Inbound	-	arah masuk
incident	-	Tuju
independence	-	ketakbersandaran
infrared	-	inframerah
integral	-	pengkamiran
integral	-	kamiran
intensity	-	keamatan
inter arrival	-	antara ketibaan
inter arrival time	-	masa antara ketibaan
intersection	-	persilangan
interval	-	selang

junction	-	persimpangan
junction flow	-	aliran simpang
lane	-	laluhan
layout	-	susun atur / susunan
likelihood	-	kebolehjadian
limiting value	-	nilai mengehad
limiting variable	-	pembolehubah pengehad
local area network	-	rangkaian kawasan setempat
maintenance	-	penyenggaraan
margin of error	-	margin kesilapan / ralat
mean	-	Min
mean average time	-	min masa purata
measure of effectiveness	-	pengukuran keberkesanan
merge	-	cantum / gabung
merging area	-	kawasan percantuman
node	-	Nod
peak period	-	waktu kemuncak
population parameter	-	parameter populasi

price to pay (idiom)	-	akibat
queue	-	giliran
queuing area	-	kawasan giliran
queuing system	-	sistem giliran
queuing theory	-	teori giliran
real time	-	masa nyata
recommend	-	mengesyorkan
represent	-	perwakilan
representation	-	perwakilan
result	-	hasil
RETURN	-	KEMBALI
round up/down	-	bundar ke atas / bawah
rush hour	-	waktu puncak
sample statistic	-	statistik sampel
saturation	-	penepuan
sensitivity analysis	-	analisis kepekaan
sequence	-	jujukan
server	-	pelayan

services	-	layanan
simulate	-	mensimulasikan
simulation	-	simulasi
single point	-	titik tunggal
single-server queueing system	-	sistem giliran pelayan tunggal
site	-	tapak / tempat
slanted	-	condong
solve	-	selesaikan
split up	-	pemecahan / berpecah
spreadsheet	-	hamparan kerja
standard deviation	-	sisihan piawai
state	-	keadaan
stationary	-	tidak bergerak
steady state	-	keadaan mantap
straight	-	lurus
summary	-	Ikhtisar/ rumusan
toll booth	-	pondok tol
transform (noun)	-	penjelmaan
transform (verb)	-	jelma

transformation	-	penjelmaan
triple	-	tetiga
upper bound	-	batas atas
user friendly	-	ramah pengguna
variability	-	kebolehubahan
variation	-	variasi / perubahan
vertex (nodes)	-	puncak (nod)
virtual point	-	titik maya

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	HALAMAN
Lampiran A	: Algoritma Pembayaran Di Plaza Tol	160
Lampiran B	: Output Simulasi Set Data A	161
Lampiran C	: Output Simulasi Set Data B	163
Lampiran D	: Carta Aliran Bagi Sistem Touch'nGo dan Sistem SmartTag Untuk Perisian ARENA	165
Lampiran E	: Gambar Rajah Keadaan Pondok Tol Semasa Simulasi di Hentikan Bagi Set Data A Menggunakan Perisian ARENA	166
Lampiran F	: Gambar Rajah Keadaan Pondok Tol Semasa Simulasi di Hentikan Bagi Set Data B Menggunakan Perisian ARENA	171
Lampiran G	: Output Simulasi Set Data A Menggunakan Perisian ARENA	175
Lampiran H	: Output Simulasi Set Data B Menggunakan Perisian ARENA	184
Lampiran I	: Output Berdasarkan Rajah Plaza Tol Semasa Simulasi di Hentikan	191
Lampiran J	: Analisis Keseluruhan Plaza Tol Bagi Set Data Nyata (Set A) Menggunakan Perisian Excel	192
Lampiran K	: Analisis Keseluruhan Plaza Tol Bagi Set Data Nyata (Set B) Menggunakan Perisian Excel	196
Lampiran L	: Analisis Berasingan Keseluruhan Plaza Tol Bagi Data Nyata Yang di Kutip Berbanding Dengan Data Andaian	201

