

Pemodelan Simpang *Exit Toll* Kebakkramat dengan Sistem *Fixed Time Controller* dan Semi Actuated Controller Menggunakan Program Simulasi *PTV VISSIM*

Kebakkramat Exit Toll Intersection Modelling with Fixed Time Controller and Semi Actuated Controller Using PTV VISSIM Simulation Program

PROPOSAL



Disusun Oleh:

IRSA LAKSITA DEWI

NIM. I0117069

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2021

Pemodelan Simpang Exit Toll Kebakkramat dengan Sistem Fixed Time Controller dan Semi Actuated Controller Menggunakan Program Simulasi PTV VISSIM
Kebakkramat Exit Toll Intersection Modelling with Fixed Time Controller and Semi Actuated Controller Using PTV VISSIM Simulation Program

Disusun oleh:

Irsa Laksita Dewi
10117069

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendaratan
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Persetujuan

Dosen Pembimbing 1



Budi Yulianto, S.T, M.Sc., Ph.D
NIP 197007191997021001

Dosen Pembimbing 2







Setiono, S.T., M.Sc.
NIP 197202241997021001

Pemodelan Simpang Exit Toll Kebakkramat dengan Sistem Fixed Time Controller dan Semi Actuated Controller Menggunakan Program Simulasi PTV VISSIM
Kebakkramat Exit Toll Intersection Modelling with Fixed Time Controller and Semi Actuated Controller Using PTV VISSIM Simulation Program

SKRIPSI

Disusun oleh:
Irsa Laksita Dewi
I0117069

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendarasan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari Rabu tanggal 4 Agustus 2021

1.	Budi Yulianto, S.T, M.Sc., Ph.D NIP 197007191997021001	
2.	Setiono, S.T., M.Sc. NIP 197202241997021001	
3.	Ir. Suryoto, M.T. NIP 195801091986011001	
4.	Ir. Ary Setyawan, M.Sc., Ph.D. NIP 196612041995121001	

Disahkan, 6 September 2021
Kepala Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS



Dr. Niken Silmi S, ST, MT
NIP. 19690903 199702 2001

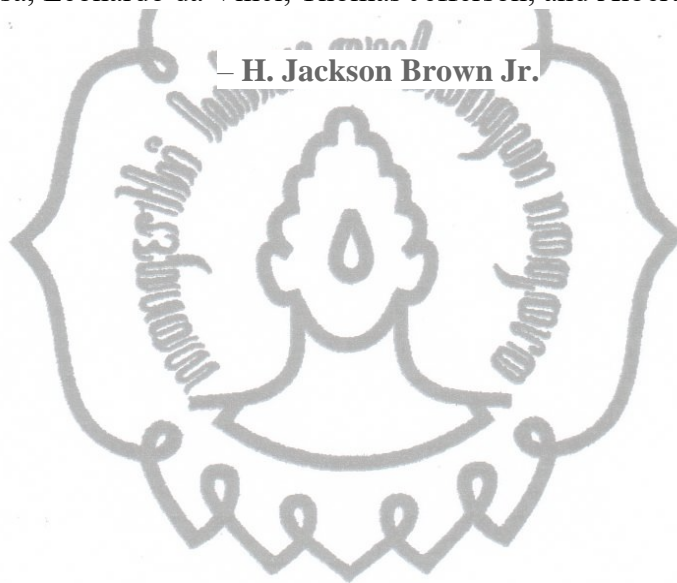
MOTTO

“Sesungguhnya aku ini adalah hamba Tuhan, terjadilah padaku menurut
perkataanMu”

- **Bunda Maria**

“Don’t say you don’t have enough time. You have exactly the same number of
hours per day that were given to Helen Keller, Pasteur, Michelangelo, Mother
Teresa, Leonardo da Vinci, Thomas Jefferson, and Albert Einstein.”

- **H. Jackson Brown Jr.**



ABSTRAK

Irsa Laksita, 2021. **Pemodelan Simpang Exit Toll Kebakkramat dengan Sistem Fixed Time Controller dan Semi Actuated Controller Menggunakan Program Simulasi PTV VISSIM**, Skripsi Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Saat ini pemerintah tengah gencar dalam melaksanakan Proyek Strategis Nasional (PSN) sebagai upaya dalam meningkatkan perekonomian, pemerataan pembangunan, dan pembangunan di daerah, salah satunya melalui sektor infrastruktur transportasi jalan tol. Simpang *exit toll* merupakan pertemuan ruas jalan tol dengan ruas jalan umum. Lokasi yang ditinjau dalam penelitian ini adalah Simpang Exit Toll Kebakkramat yaitu simpang tiga bersinyal yang menggunakan sistem *Fixed Time Controller Early Cut* (FTC) Tiga Fase.

Simpang ini memiliki karakteristik kedua ruas yang bertemu mempunyai jumlah arus lalu lintas berbeda. Penelitian ini bertujuan meneliti kinerja Simpang Exit Toll Kebakkramat menggunakan sistem FTC Fase Normal Tiga Fase dan SAC menggunakan program PTV VISSIM. Setelah mendapatkan data primer melalui survey, serta data sekunder melalui studi literatur, selanjutnya dilakukan permodelan *base model* menggunakan program PTV VISSIM. Proses kalibrasi dan validasi dilakukan pada *base model* agar mendapatkan hasil yang mendekati eksisting. Pada proses kalibrasi dilakukan uji statistik Geoffrey E. Havers, terhadap variabel arus lalu lintas setiap lengan simpang, dan uji t terhadap panjang antrian maksimum, serta uji perbedaan relatif terhadap waktu perjalanan LV. Kemudian dilakukan perbandingan antara *base model* dengan skenario 1 (FTC Fase Normal Tiga Fase), dan selanjutnya membandingkan kinerja dari skenario 1 (FTC Fase Normal Tiga Fase), dengan skenario 2 SAC,

Dari permodelan, analisis, serta perbandingan yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa model sudah terkalibrasi dan tervalidasi dengan baik, sehingga perbedaan volume lalu lintas, panjang antrian, waktu perjalanan, dan tundaan eksisting dengan model tidak signifikan. Selain itu, dilakukan pula perbandingan kinerja antar skenario dengan hasil, jika perbandingan kinerja Simpang Exit Toll Kebakkramat eksisting dengan sistem FTC Fase Normal Tiga Fase (Skenario 1), menunjukkan bahwa terdapat penambahan pada panjang antrian *peak hour* dan *off peak hour*, waktu perjalanan *peak hour* dan *off peak hour*, tundaan *peak hour* dan pada *off peak hour*. Sedangkan perbandingan kinerja Simpang Exit Toll Kebakkramat FTC Fase Normal Tiga Fase (Skenario 1) dengan sistem *Semi Actuated Controller* (Skenario 2) menunjukkan penambahan panjang antrian *peak hour* dan *off peak hour*, percepatan waktu perjalanan *peak hour* dan perlambatan *off peak hour*, penambahan tundaan *peak hour*, dan *off peak hour*. Dapat disimpulkan bahwa Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas eksisting lebih baik daripada skenario 1 dan 2. Penggunaan SAC (Skenario 2) tidak memberikan hasil baik, karena volume lalu lintas yang besar dari arah tol, sehingga hampir setiap *cycle time* selalu ada kendaraan yang melintasi pendekat simpang tol, dan hal tersebut membuat fase ke tiga selalu mendapat waktu hijau.

Kata Kunci: PTV VISSIM, Uji Statistik GEH, *Semi Actuated Controller*, Simpang Exit Toll Kebakkramat

ABSTRACT

Irsa Laksita, 2021. *Modeling of the Kebakkramat Exit Toll Intersection with Fixed Time Controller and Semi Actuated Controller Systems Using Programs VISSIM PTV Simulation*, Thesis, Civil Engineering Study Program. Faculty of Engineering, Sebelas Maret University Surakarta.

Currently, the government is intensively implementing the National Strategic Project (PSN) as an effort to improve the economy, equitable development, and development in the regions, one of which is through the toll road transportation infrastructure sector. The exit toll intersection is a meeting place between toll roads and public roads. The location reviewed in this study is the Kebakkramat Exit Toll Intersection, which is a signalized intersection that uses a Fixed Time Controller (FTC) Three Phase Early Cut system.

This intersection has the characteristics that the two sections that meet have a different amount of traffic flow. This study aims to examine the performance of the Kebakkramat Exit Toll Interchange using the Three Phase Normal Phase FTC system and SAC using the VISSIM PTV program. After obtaining primary data through surveys, as well as secondary data through literature studies, the base model was then modeled using the PTV VISSIM program. The calibration and validation processes are carried out on the base model in order to get results that are close to the existing one. In the calibration process, the Geoffrey E. Havers statistical test was carried out on the traffic flow variable for each intersection arm, and the t-test for the maximum queue length, as well as the relative difference test to LV travel time. Then a comparison is made between the base model and scenario 1 (Three-Phase Normal Phase FTC), and then compares the performance of scenario 1 (Three Phase Normal Phase FTC), with scenario 2 SAC,

From the modeling, analysis, and comparisons carried out, the results show that the model has been calibrated and validated well, so that the differences in traffic volume, queue length, travel time, and existing delays with the model are not significant. In addition, a comparison of performance between scenarios is also carried out with the results, if the comparison of the performance of the existing Kebakkramat Exit Toll Intersection with the Three Phase Normal Phase FTC system (Scenario 1), it shows that there is an increase in peak hour and off peak hour queue lengths, peak hour travel times and off peak hour, peak hour delay and off peak hour. Meanwhile, the comparison of the performance of the Kebakkramat FTC Exit Toll Interchange in the Three-Phase Normal Phase (Scenario 1) with the Semi Actuated Controller system (Scenario 2) shows the addition of peak hour and off peak hour queue lengths, peak hour travel time acceleration and off peak hour delay, additional peak hour delays. hours, and off peak hours. It can be concluded that the existing Traffic Signaling Tool is better than scenarios 1 and 2. The use of SAC (Scenario 2) does not give good results, because of the large volume of traffic from the toll road, so that almost every cycle time there are vehicles crossing the intersection approach. toll, and this makes the third phase always gets green time.

Keywords: PTV VISSIM, GEH Statistical Test, Semi Actuated Controller, Kebakkramat Exit Toll Intersection

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pemodelan Simpang *Exit Toll* Kebakkramat dengan Sistem *Fixed Time Controller* dan *Semi Actuated Controller* Menggunakan Program Simulasi *PTV VISSIM*” tepat pada waktunya. Penelitian ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dalam penulisan skripsi ini sehingga semuanya dapat berjalan lancar, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T., selaku kepala program studi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta dan staff,
2. Budi Yulianto, S.T., M.SC., PhD., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan selama penulisan skripsi.
3. Setiono, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan selama penulisan skripsi.
4. Ir. Agus P. Rahmadi, MSCE. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan akademik selama kuliah.
5. Keluarga yang selalu memberikan dukungan untuk penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil UNS 2017 yang terus memberikan semangat dan bantuan dalam penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Surakarta, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	16
2.2.1 Karakteristik Lalu Lintas	16
2.2.2 Pengelompokan Jenis Kendaraan	16
2.2.3 Parameter yang Berhubungan dengan Karakteristik Arus Lalu lintas ..	17
2.2.4 Faktor Konversi Kendaraan	18
2.2.5 Simpang	19
2.2.6 Pengaturan Simpang	20

2.2.7 Lampu Lalu Lintas (<i>Traffic Signal</i>)	25
2.2.8 Kinerja Simpang Bersinyal	29
2.2.9 Waktu Siklus Simpang Bersinyal	31
2.2.10 Pengaturan Pergerakan pada Simpang dengan Lampu Lalu Lintas ...	33
2.2.11 Model Simulasi Lalu Lintas	36
2.2.12 Program Simulasi <i>PTV VISSIM</i>	37
2.2.13 Kalibrasi dan Validasi Model Simulasi Llu Lintas	40
BAB 3 METODE PENELITIAN	45
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	45
3.2 Peralatan yang Digunakan	45
3.3 Sumber Data	46
3.3.1 Data Primer	46
3.3.1.1 Pencacahan Lalu Lintas	46
3.3.1.2 Kecepatan kendaraan	47
3.3.1.3 Waktu Perjalanan	48
3.3.1.4 Panjang Antrian	49
3.3.1.5 Waktu Siklus Lampu Lalu Lintas	50
3.3.1.6 Geometrik simpang dan ruas jalan	50
3.3.2 Data Sekunder	46
3.4 Langkah Kerja Pembuatan Model Menggunakan Program Simulasi <i>PTV VISSIM</i>	50
3.5 Langkah Kerja Penelitian	51
3.6 Timeline Penelitian	53
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Hasil Pengamatan	54
4.1.1 Geometri Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat	54

4.1.2 Waktu Siklus Sinyal	57
4.1.3 Volume Lalu Lintas	55
4.1.4 Komposisi Lalu Lintas	61
4.1.5 Proporsi Pergerakan	64
4.1.6 Kecepatan Kendaraan	65
4.1.7 Panjang Antrian	68
4.1.8 Waktu Perjalanan (<i>Travel Time</i>)	69
4.2 Analisis Data	70
4.2.1 Permodelan Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat Eksisting (<i>Base Model</i>) .	70
4.2.2 Kalibrasi <i>Base Model</i>	80
4.2.3 Validasi <i>Base Model</i>	83
4.2.4 Kinerja model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat kondisi eksisting	85
4.2.5 Permodelan Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat dengan berbagai skenario	89
4.2.6 Kinerja Model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat dengan Berbagai Skenario.....	91
4.3 Pembahasan	97
4.3.1 Perbandingan antara Kinerja Model Simpang <i>Exit Toll</i> Eksisting dengan Skenario 1	97
4.3.2 Perbandingan antara Kinerja Model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat Eksisting dan Skenario 2.....	102
4.3.3 Perbandingan antara Kinerja Model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat Eksisting dengan semua skenario	106
BAB 5 Kesimpulan dan saran	112
5.1 Kesimpulan	112
5.2 Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola dasar pergerakan lalu lintas	19
Gambar 2.2 Simpangan tanpa prioritas	20
Gambar 2.3 Simpangan dengan prioritas	22
Gambar 2.4 Simpang dengan bundaran	23
Gambar 2.5 Simpang dengan lampu lalu lintas	24
Gambar 2.6 <i>Fly over</i> Antapani	24
Gambar 2.7 Fase mengizinkan pergerakan.....	26
Gambar 2.8 Fase membatasi pergerakan	33
Gambar 2.9 Pemutusan Cepat	34
Gambar 2.10 Awal Terlambat	35
Gambar 2.11 Fase khusus belok kanan	36
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	45
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	52
Gambar 4. 1 Sketsa Simpang Toll Kebakkramat.....	54
Gambar 4. 2 Penampang melintang ruas Jalan Sragen-Solo (lengan selatan)	55
Gambar 4. 3 Penampang melintang ruas Jalan Solo-Sragen (lengan utara).....	56
Gambar 4.4 Penampang melintang ruas jalan keluar-masuk tol (lengan barat) .	56
Gambar 4.5 Pengaturan fase pergerakan Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting.....	57
Gambar 4. 6 Diagram fase sinyal Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting	57
Gambar 4. 7 Fluktuasi Volume Lalu Lintas Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat <i>Peak Hour</i>	59
Gambar 4. 8 Fluktuasi Volume Lalu Lintas Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat <i>off- Peak Hour</i>	59
Gambar 4. 9 Arus lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan pada jam puncak	60
Gambar 4. 10 Arus lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan pada jam tidak puncak	60
Gambar 4. 11 Komposisi lalu lintas pada jam puncak <i>peak hour</i> pagi	61
Gambar 4. 12 Komposisi lalu lintas tiap lengan simpang pada jam puncak <i>peak</i>	

<i>hour</i> pagi	62
Gambar 4. 13 Komposisi lalu lintas pada jam puncak <i>off-peak hour</i> pagi	63
Gambar 4. 14 Komposisi lalu lintas tiap lengan simpang pada jam tidak puncak	64
Gambar 4. 15 Grafik Frekuensi Kumulatif Kecepatan MC.....	66
Gambar 4. 16 Grafik Frekuensi Kumulatif Kecepatan LV	67
Gambar 4. 17 Grafik Frekuensi Kumulatif Kecepatan HV	68
Gambar 4. 18 Lokasi survei waktu tempuh	69
Gambar 4. 19 Membuat <i>file baru</i>	71
Gambar 4. 20 Mengatur <i>traffic regulation</i>	71
Gambar 4. 21 <i>Input background</i>	72
Gambar 4. 22 Mengatur skala <i>background</i>	72
Gambar 4. 23 Cara membuat dan mendefinisikan <i>link</i>	73
Gambar 4. 24 Cara membuat dan mendefinisikan <i>connector</i>	73
Gambar 4. 25 <i>Models</i> sepeda motor	74
Gambar 4. 26 <i>2D/3D Models Distribution</i>	74
Gambar 4. 27 Pengaturan <i>vehicle types</i>	75
Gambar 4. 28 Menambahkan <i>Vehicle Classes</i>	75
Gambar 4. 29 Memasukan Kecepatan Kendaraan.....	76
Gambar 4. 30 <i>Vehicle Routes</i>	76
Gambar 4. 31 <i>Static Vehicle Routes</i>	77
Gambar 4. 32 Memasukan Jumlah Kendaraan (<i>Vehicle Input</i>)	78
Gambar 4. 33 Memasukan Komposisi Kendaraan (<i>Vehicle Composition</i>)	78
Gambar 4. 34 <i>Driving Behavior</i>	79
Gambar 4. 35 <i>Signal Controller</i>	79
Gambar 4. 36 <i>Signal Head</i>	81
Gambar 4. 37 Lokasi arus lalu lintas yang dibandingkan.....	82
Gambar 4. 41 Rute perjalanan yang diukur dalam analisis kinerja Simpang <i>Exit</i> <i>Toll</i> Kebakkramat kondisi eksisting	87
Gambar 4. 42 Pengaturan fase pergerakan Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat skenario 1	89
Gambar 4. 43 Rute perjalanan yang diukur dalam analisis kinerja Simpang <i>Exit</i>	

	<i>Toll Kebakkramat dengan berbagai skenario.....</i>	91
Gambar 4. 44	Perbandingan panjang antrian antara model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 1 pada jam puncak	98
Gambar 4. 45	Perbandingan antara waktu perjalanan model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 1 pada jam puncak	99
Gambar 4. 46	Perbandingan antara tundaan model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 1 pada jam puncak	99
Gambar 4. 47	Perbandingan panjang antrian antara model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 1 pada jam tidak puncak	100
Gambar 4. 48	Perbandingan antara waktu perjalanan model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 1 pada jam tidak puncak	100
Gambar 4.49	Perbandingan antara tundaan model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 1 pada jam tidak puncak	101
Gambar 4. 50	Perbandingan panjang antrian antara model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 2 pada jam puncak	102
Gambar 4. 51	Perbandingan antara waktu perjalanan model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 2 pada jam puncak	103
Gambar 4.52	Perbandingan antara tundaan model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 2 pada jam puncak	104
Gambar 4. 53	Perbandingan panjang antrian antara model Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting dengan skenario 2 pada jam tidak puncak	104
Gambar 4. 54	Perbandingan antara waktu perjalanan model Simpang <i>Exit Toll</i>	

	Kebakkramat eksisting dengan skenario 2 pada jam tidak puncak	105
Gambar 4.55	Perbandingan antara tundaan model Simpang Exit Toll Kebakkramat eksisting dengan skenario 2 pada jam tidak puncak	105
Gambar 4.56	Perbandingan panjang antrian antara model Simpang Exit Toll Kebakkramat eksisting dengan setiap skenario pada jam puncak	107
Gambar 4.57	Perbandingan waktu perjalanan antara model Simpang Exit Toll Kebakkramat eksisting dengan setiap skenario pada jam puncak	107
Gambar 4.58	Perbandingan tundaan antara model Simpang Exit Toll Kebakkramat eksisting dengan setiap skenario pada jam puncak	108
Gambar 4.59	Perbandingan panjang antrian antara model Simpang Exit Toll Kebakkramat eksisting dengan setiap skenario pada jam tidak puncak	109
Gambar 4.60	Perbandingan waktu perjalanan antara model Simpang Exit Toll Kebakkramat eksisting dengan setiap skenario pada jam tidak puncak	109
Gambar 4.61	Perbandingan tundaan antara model Simpang Exit Toll Kebakkramat eksisting dengan setiap skenario pada jam tidak puncak	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman Tinjauan Pustaka	12
Tabel 2.2 Ekuivalen Mobil Penumpang	19
Tabel 2.3 Ketentuan Pengukuran Kesesuaian Jumlah Arus Lalu Lintas.....	39
Tabel 3.1 Rekomendasi Panjang Jalan untuk Studi Kecepatan Setempat	37
Tabel 3.2 <i>Timeline</i> Penelitian.	53
Tabel 4. 1 Waktu siklus Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramat eksisting	57
Tabel 4. 2 Proporsi pergerakan dari lengan simpang selatan pada jam puncak ...	64
Tabel 4. 3 Proporsi pergerakan dari lengan simpang selatan pada jam puncak	64
Tabel 4. 4 Proporsi pergerakan dari lengan simpang barat pada jam puncak	64
Tabel 4. 5 Proporsi pergerakan dari lengan simpang utara pada jam puncak	65
Tabel 4. 6 Proporsi pergerakan dari lengan simpang selatan pada jam tidak puncak	65
Tabel 4. 7 Proporsi pergerakan dari lengan simpang barat pada jam tidak puncak.....	65
Tabel 4. 8 Proporsi pergerakan dari lengan simpang utara pada jam tidak puncak.....	65
Tabel 4. 9 Hasil analisis distribusi frekuensi kumulatif kecepatan MC	66
Tabel 4. 10 Hasil analisis distribusi frekuensi kumulatif kecepatan LV	67
Tabel 4. 11 Hasil analisis distribusi frekuensi kumulatif kecepatan HV	67
Tabel 4. 12 Panjang antrian tiap lengan simpang pada jam puncak <i>peak hour</i> pagi	68
Tabel 4. 13 Panjang antrian tiap lengan simpang pada jam puncak <i>off-peak hour</i> pagi	68
Tabel 4. 14 Waktu perjalanan <i>peak hour</i> pagi	69
Tabel 4. 15 Waktu perjalanan <i>off-peak hour</i> pagi	70
Tabel 4. 16 Hasil uji statistik GEH arus lalu lintas pada jam puncak	82
Tabel 4. 18 Hasil uji statistik GEH arus lalu lintas pada jam tidak puncak	82
Tabel 4. 19 Hasil uji t panjang antrian maksimum pada jam puncak.....	83
Tabel 4. 20 Hasil Uji t panjang antrian maksimum pada jam tidak puncak	84

Tabel 4. 21 Hasil uji perbandingan relatif waktu perjalanan pada jam puncak ...	85
Tabel 4. 22 Hasil uji perbandingan relatif waktu perjalanan pada jam tidak puncak.....	86
Tabel 4. 23 Panjang antrian hasil simulasi model eksisting jam puncak	86
Tabel 4. 24 Waktu perjalanan hasil simulasi model eksisting pada jam puncak .	87
Tabel 4. 25 Tundaan hasil simulasi model eksisting pada jam puncak	87
Tabel 4. 26 Panjang antrian hasil simulasi model eksisting jam tidak puncak	88
Tabel 4. 27 Waktu perjalanan hasil simulasi model eksisting pada jam tidak puncak.....	88
Tabel 4. 28 Tundaan hasil simulasi model eksisting pada jam tidak puncak	89
Tabel 4. 29 Waktu siklus Simpang <i>Exit Toll</i> Kebakkramatskenario 1	90
Tabel 4. 30 Panjang antrian hasil simulasi model skenario 1 pada jam puncak ..	91
Tabel 4. 31 Waktu perjalanan hasil simulasi model skenario 1 pada jam puncak	92
Tabel 4. 32 Tundaan hasil simulasi model skenario 1 pada jam puncak	92
Tabel 4. 33 Panjang antrian hasil simulasi model skenario 1 jam tidak puncak ..	93
Tabel 4. 34 Waktu perjalanan hasil simulasi skenario 1 pada jam tidak puncak .	94
Tabel 4. 35 Tundaan hasil simulasi model skenario 1 pada jam tidak puncak	94
Tabel 4. 36 Panjang antrian hasil simulasi model skenario 2 pada jam puncak ..	94
Tabel 4. 37 Waktu perjalanan hasil simulasi model skenario 2 pada jam puncak	95
Tabel 4. 38 Tundaan hasil simulasi model skenario 2 pada jam puncak	95
Tabel 4. 39 Panjang antrian hasil simulasi model skenario 2 pada jam tidak puncak	96
Tabel 4. 40 Waktu perjalanan hasil simulasi model skenario 2 pada jam tidak puncak.....	96
Tabel 4. 41 Tundaan hasil simulasi model skenario 2 pada jam tidak puncak	97