

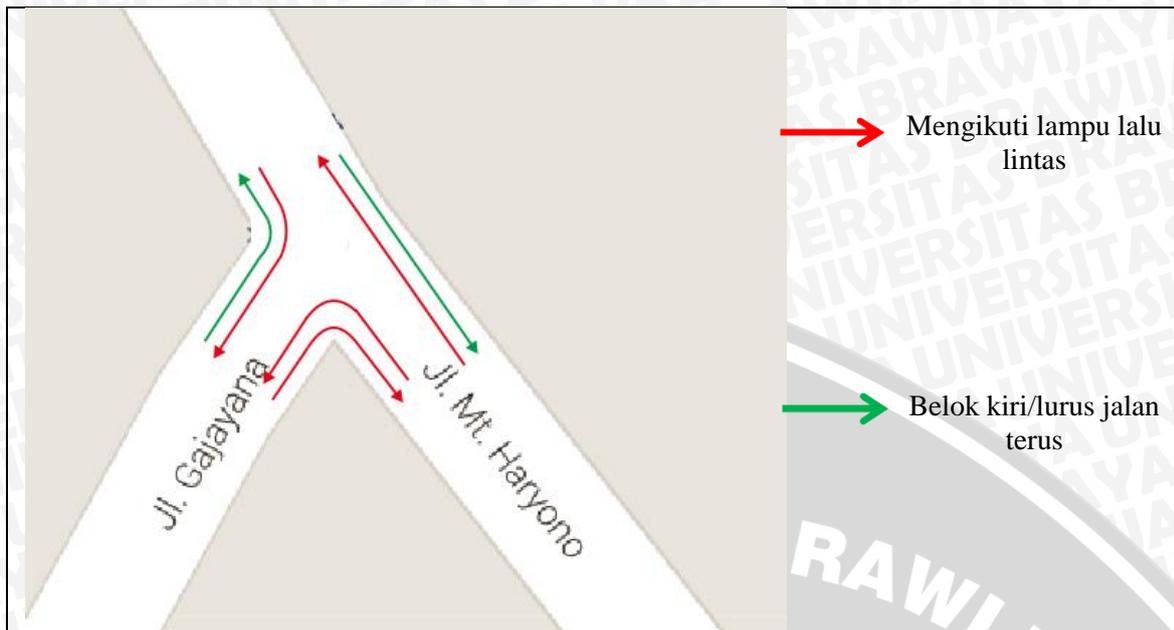
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data merupakan prosedur yang standar dan sistematis dalam penelitian ilmiah. Untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan perlu melakukan pengamatan langsung dan pengambilan data sekunder. Dalam penelitian ilmiah ini, pengumpulan data dilakukan di Persimpangan MT. Haryono Jalan Dinoyo, Malang.

### 4.1 Gambaran Sistem Arus Lalu Lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang

Arus lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang berdasarkan pengamatan langsung memiliki kepadatan yang cukup tinggi, dimana persimpangan ini merupakan pertigaan yang menghubungkan beberapa sarana pendidikan dan rekreasi di Kota Malang dan Batu. Pada persimpangan ini memiliki 3 ruas jalan, yaitu: Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, dan Jalan MT. Haryono Barat. Masing-masing ruas jalan memiliki karakteristik tersendiri. Ruas Jalan MT. Haryono Timur menerapkan mengikuti lampu lalu lintas untuk semua kendaraan yang memasuki antrian pada ruas ini. Sedangkan ruas Jalan Gajayana menerapkan belok kiri langsung pada kendaraan yang menuju ke Jalan MT. Haryono Barat, sedangkan kendaraan yang menuju ke Jalan MT. Haryono Timur diterapkan mengikuti lampu lalu lintas. Berbeda dengan ruas yang lain, ruas Jalan MT. Haryono Barat menerapkan lurus jalan terus untuk kendaraan yang menuju ke Jalan MT. Haryono Timur dan untuk kendaraan yang menuju ke Jalan Gajayana diterapkan mengikuti lampu lalu lintas.

Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang merupakan persimpangan bersinyal berupa pertigaan yang memiliki 3 fase, dimana masing-masing fase memiliki waktu hijau yang sama, yaitu 20 detik. Fase 1 merupakan waktu hijau untuk ruas Jalan MT. Haryono Timur, fase 2 merupakan waktu hijau untuk ruas Jalan Gajayana, dan fase 3 merupakan waktu hijau untuk ruas Jalan MT. Haryono Barat. Gambaran aturan pergerakan lalu lintas berdasarkan fase masing-masing ruas dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Gambaran sistem persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang



Gambar 4.2 Fase persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang

#### 4.1.1 Identifikasi elemen-elemen simulasi

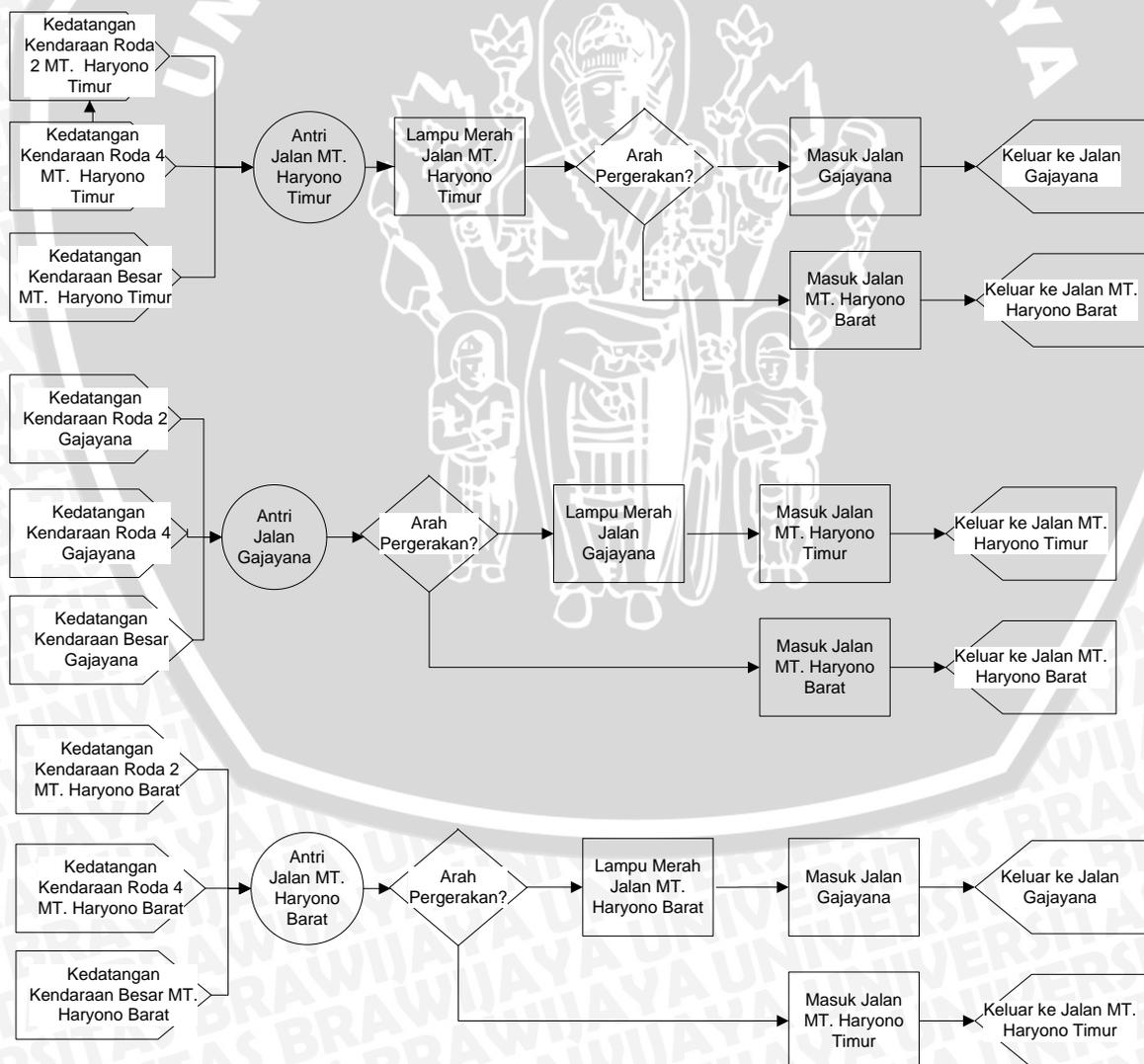
Dari pandangan perspektif, sebuah sistem dapat dikatakan terdiri dari entitas, aktivitas, *resource*, dan kontrol. Berikut merupakan elemen-elemen simulasi dalam model arus lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

1. Entitas : kendaraan roda 2, kendaraan roda 4, dan kendaraan besar (memiliki roda lebih dari 4)
2. Aktivitas : proses pelayanan lampu lalu lintas
3. *Resource*: jalan (Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, Jalan MT. Haryono Barat)
4. Kontrol: durasi lampu lalu lintas, kapasitas kendaraan yang keluar dari tiap ruas jalan, dan peraturan pergerakan kendaraan (entitas)

#### 4.1.2. Model konseptual

Berdasarkan gambaran sistem lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang maka dibuat model konseptual dengan *Activity Cycle Diagram* (ACD) arus lalu lintas kendaraan. Tujuannya adalah untuk menerjemahkan gambaran sistem ke dalam diagram yang lebih informatif sehingga mudah dipahami oleh orang lain.

Model konseptual menggambarkan proses-proses serta aktivitas yang terjadi di dalam sistem yang digambarkan. Dalam hal ini model konseptual ACD akan menggambarkan proses-proses serta aktivitas bersifat diskrit yang terjadi di dalam sistem lalu lintas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang yang terdiri dari tiga ruas jalan, yaitu Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, dan Jalan MT. Haryono Barat. Model konseptual yang ditampilkan pada Gambar 4.2 merupakan model konseptual yang saling terintegrasi yang menggambarkan model arus lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang secara keseluruhan.



Gambar 4.3 Model konseptual sistem lalu lintas persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang

#### 4.1.3. Penyajian data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data waktu antar kedatangan yang diperoleh dengan pengambilan langsung dengan menggunakan bantuan *stopwatch*, yaitu data waktu antar kedatangan kendaraan pada jam pengamatan siang, yaitu pada jam 12.00-13.00. Selain itu, peneliti juga mengambil sampel secara langsung untuk data waktu antar kedatangan kendaraan pada pengamatan pagi (06.00-08.00) dan pengamatan sore (16.00-18.00). Sedangkan data sekunder, merupakan data jumlah kendaraan pada jam pengamatan pagi (06.00-08.00) dan jam pengamatan sore (16.00-18.00) berdasarkan data dari MKJI yang diolah sehingga didapatkan data waktu antar kedatangan. Pengolahan data MKJI merupakan data jumlah kendaraan yang melalui ruas jalan setiap 10 menit dikonversi menjadi waktu antar kedatangan dengan membagi waktu yang tersedia dengan jumlah kendaraan yang melalui ruas. Berikut merupakan contoh perhitungan waktu antar kedatangan dari data MKJI pada pengamatan pagi, yaitu jam 06.00-06.10 di ruas Jalan MT. Haryono Timur.

$$\text{waktu antar kedatangan} = \frac{10 \text{ menit} \times 60 \text{ detik}}{150} = 4 \text{ detik}$$

Berikut merupakan data waktu antar kedatangan kendaraan di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang yang meliputi ruas Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, dan Jalan MT. Haryono Barat di jam-jam puncak, yaitu jam 06.00-08.00, 12.00-13.00, dan 16.00-18.00.

Tabel 4.1 Data Waktu Antar Kedatangan Pengamatan Pagi Setiap 10 Menit

TIMUR/MT. Haryono (detik)			SELATAN/Gajayana (detik)			BARAT/MT. Haryono (detik)		
Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar
4,00	20,69	600,00	3,95	35,29	300,00	2,08	5,36	150,00
2,29	13,04	600,00	2,08	10,17	600,00	1,15	4,51	200,00
3,97	16,67		1,37	9,38	150,00	1,09	2,68	300,00
2,42	11,32	600,00	1,16	10,34	150,00	1,25	5,26	300,00
2,42	9,84		1,13	8,70	200,00	1,34	5,77	600,00
2,67	12,24		1,14	7,14	600,00	1,63	8,45	85,71
3,59	10,71		1,22	9,38	200,00	1,63	9,09	200,00
2,63	11,54		1,38	8,33	150,00	1,42	6,45	150,00
3,03	12,00	300,00	1,35	7,50	120,00	1,83	7,59	120,00
3,21	11,76		1,37	9,52	120,00	1,76	5,17	120,00
3,51	12,00	600,00	1,63	11,76	300,00	1,69	5,36	200,00
3,05	10,34		1,51	8,00	100,00	1,89	5,13	300,00
2,93	9,68		1,84	8,70	120,00	2,40	6,38	60,00
3,95	15,38	600,00	2,08	8,57	150,00	2,61	7,79	100,00
3,03	7,50	300,00	2,33	8,70	150,00	2,71	5,88	150,00
3,55	9,52	300,00	1,95	8,82	75,00	3,23	8,57	300,00
3,61	8,45	120,00	2,08	3,14	200,00	3,28	6,90	150,00
3,33	9,23	600,00	1,57	2,24	150,00	4,17	8,33	200,00

Sumber: Laboratorium Transportasi dan Penginderaan Jauh, Teknik Sipil, Universitas Brawijaya (2015)

Tabel 4.2 Data Waktu Antar Kedatangan Pengamatan Siang

TIMUR/MT. Haryono (detik)					SELATAN/Gajayana (detik)					BARAT/MT. Haryono (detik)				
Roda 2			Roda 4	Besar	Roda 2			Roda 4	Besar	Roda 2			Roda 4	Besar
2,26	4,55	11,88	6,74	600,00	1,24	0,99	1,18	4,35	42,86	1,58	0,56	3,21	3,70	27,27
1,83	2,69	14,39	10,53		0,69	1,42	5,71	4,38	46,15	1,16	1,12	0,91	3,19	24,00
1,00	1,97	10,41	10,71	300,00	0,42	5,73	2,08	5,04	50,00	3,09	3,04	0,56	4,55	54,55
2,59	2,20	2,90	12,24	300,00	0,62	2,10	0,41	4,72	75,00	1,29	0,45	0,54	3,61	50,00
2,72	10,94	1,94	11,54	300,00	0,80	2,20	2,27	5,08	100,00	0,69	3,55	3,51	3,87	35,29
2,26	1,83	1,00	10,71	300,00	1,16	1,34	2,26	5,50	120,00	0,49	1,39	1,14	3,77	37,50

Tabel 4.3 Data Waktu Antar Kedatangan Pengamatan Sore Setiap 10 Menit

TIMUR/MT. Haryono (detik)			SELATAN/Gajayana (detik)			BARAT/MT. Haryono (detik)		
Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar
2,86	4,14	600,00	2,37	2,74	300,00	2,13	5,36	75,00
2,73	4,20		2,26	2,64	200,00	2,09	7,23	300,00
2,52	4,00	200,00	1,70	2,05	200,00	2,01	7,59	75,00
2,56	3,39	300,00	2,07	2,49	300,00	1,64	5,45	75,00
2,16	3,61	300,00	1,92	2,25	150,00	1,95	5,50	100,00
2,24	4,14	300,00	1,65	1,82	100,00	1,70	5,50	120,00
2,28	3,66	600,00	1,92	2,24	100,00	2,11	6,38	120,00
1,83	2,38	200,00	1,67	2,45	120,00	2,13	5,88	120,00
2,12	3,68	300,00	2,03	2,28	150,00	1,72	5,22	200,00
1,97	3,43	600,00	2,06	2,62	300,00	2,32	6,74	120,00
2,20	3,43	120,00	1,83	2,23	100,00	1,87	6,19	120,00
2,05	3,28		2,12	3,00	300,00	2,28	6,00	300,00
2,13	3,75	300,00	2,17	2,82	120,00	2,08	4,72	100,00
1,96	3,80		2,01	2,67		1,89	5,56	
1,85	3,14	300,00	1,83	2,47	300,00	1,98	5,31	100,00
1,93	3,57		1,99	2,61		2,10	5,50	600,00
1,99	3,31	600,00	1,70	2,05	200,00	1,90	5,45	150,00
2,07	3,59		2,03	2,28	150,00	2,13	5,88	120,00

Sumber: Laboratorium Transportasi dan Penginderaan Jauh, Teknik Sipil, Universitas Brawijaya (2015)

Untuk membuktikan bahwa data sekunder yang didapatkan dari MKJI sesuai dengan kondisi nyata, maka dilakukan validasi antara data sekunder dengan sampel data primer untuk jam pengamatan pagi dan sore dengan bantuan *software* SPSS, yaitu dengan pengujian data menggunakan uji *Mann-Whitney*. Uji *Mann-Whitney* digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara sampel data primer dan data sekunder yang diasumsikan tidak berdistribusi normal.

Tabel 4.4 Data Primer dan Sekunder Waktu Antar Kedatangan Pengamatan Pagi

Data Primer								
TIMUR/MT. Haryono (detik)			SELATAN/Gajayana (detik)			BARAT/MT. Haryono (detik)		
Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar
3,82	18,97	559,00	4,28	34,97	285,00	2,31	5,04	185,00
2,79	14,26	481,00	2,34	11,35	634,00	2,03	5,08	197,00
3	15,87	637,00	1,09	9,18	183,00	1,46	3,17	316,00
1,94	11,73	601,00	1,57	10,02	157,00	0,97	4,86	320,00
2,15	10,05	592,00	1,46	8,56	185,00	1,29	5,39	587,00
Data Sekunder								
TIMUR/MT. Haryono (detik)			SELATAN/Gajayana (detik)			BARAT/MT. Haryono (detik)		
Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar
4,00	20,69	600,00	3,95	35,29	300,00	2,08	5,36	150,00
2,29	13,04	600,00	2,08	10,17	600,00	1,15	4,51	200,00
3,97	16,67		1,37	9,38	150,00	1,09	2,68	300,00
2,42	11,32	600,00	1,16	10,34	150,00	1,25	5,26	300,00
2,42	9,84		1,13	8,70	200,00	1,34	5,77	600,00

Sumber: Laboratorium Transportasi dan Penginderaan Jauh, Teknik Sipil, Universitas Brawijaya (2015)

Validasi dilakukan dengan menguji sampel data primer dan data sekunder dengan uji *Mann-Whitney*. Dalam pengujian data dengan statistik, langkah awal yang dilakukan adalah penentuan hipotesis dan kriteria pengujian berdasarkan nilai *alfa* yang ditentukan oleh peneliti, kemudian pengambilan keputusan.

Hipotesis:

$H_0$  = tidak terdapat perbedaan antara data primer dengan data sekunder pada waktu antar kedatangan pagi

$H_1$  = terdapat perbedaan antara data primer dengan data sekunder pada waktu antar kedatangan pagi

$(\alpha) = 0.025$

Kriteria pengujian:

$H_0$  diterima jika nilai *Sig. (2-tailed)*  $\geq \alpha$

$H_0$  ditolak jika nilai *Sig. (2-tailed)*  $< \alpha$

Tabel 4.5 Output Uji *Mann-Whitney* Pengamatan Pagi

Test Statistics <sup>a</sup>	
	data
Mann-Whitney U	920,500
Wilcoxon W	1866,500
Z	-,392
Asymp. Sig. (2-tailed)	,695

a. Grouping Variable: group

Kesimpulan: berdasarkan hasil *output* data, didapatkan nilai *Sig. (2-tailed)* = 0,695  $\geq$  0,025, maka  $H_0$  diterima, yang artinya tidak terdapat perbedaan antara data primer dengan data sekunder pada waktu antar kedatangan pagi (Valid).

Tabel 4.6 Data Waktu Antar Kedatangan Primer dan Sekunder Pengamatan Sore

Data Primer								
TIMUR/MT. Haryono (detik)			SELATAN/Gajayana (detik)			BARAT/MT. Haryono (detik)		
Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar
3,26	4,31	617,00	2,18	2,98	278,00	2,37	4,98	106,00
2,94	4,02	582,00	2,35	2,51	231,00	2,19	6,86	275,00
2,78	3,89	189,00	2,02	2,34	207,00	2,23	7,35	98,00
3,05	3,54	276,00	1,96	2,59	296,00	2,08	6,01	86,00
2,31	3,67	304,00	1,84	2,21	172,00	1,85	5,74	95,00
Data Sekunder								
TIMUR/MT. Haryono (detik)			SELATAN/Gajayana (detik)			BARAT/MT. Haryono (detik)		
Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar	Roda 2	Roda 4	Besar
2,86	4,14	600,00	2,37	2,74	300,00	2,13	5,36	75,00
2,73	4,20		2,26	2,64	200,00	2,09	7,23	300,00
2,52	4,00	200,00	1,70	2,05	200,00	2,01	7,59	75,00
2,56	3,39	300,00	2,07	2,49	300,00	1,64	5,45	75,00
2,16	3,61	300,00	1,92	2,25	150,00	1,95	5,50	100,00

Sumber: Laboratorium Transportasi dan Penginderaan Jauh, Teknik Sipil, Universitas Brawijaya (2015)

Validasi dilakukan dengan menguji sampel data primer dan data sekunder dengan uji *Mann-Whitney*. Dalam pengujian data dengan statistik, langkah awal yang dilakukan adalah penentuan hipotesis dan kriteria pengujian berdasarkan nilai *alfa* yang ditentukan oleh peneliti, kemudian pengambilan keputusan.

Hipotesis:

$H_0$  = tidak terdapat perbedaan antara data primer dengan data sekunder pada waktu antar kedatangan sore

$H_1$  = terdapat perbedaan antara data primer dengan data sekunder pada waktu antar kedatangan sore

$(\alpha) = 0.025$

Kriteria pengujian:

$H_0$  diterima jika nilai *Sig. (2-tailed)*  $\geq \alpha$

$H_0$  ditolak jika nilai *Sig. (2-tailed)*  $< \alpha$

Tabel 4.7 Output Uji *Mann-Whitney* Pengamatan Sore  
Test Statistics<sup>a</sup>

	data
Mann-Whitney U	766,500
Wilcoxon W	1586,500
Z	-1,175
Asymp. Sig. (2-tailed)	,240

a. Grouping Variable: group

Kesimpulan: berdasarkan hasil *output* data, didapatkan nilai *Sig. (2-tailed)* = 0,240  $\geq$  0,025, maka  $H_0$  diterima, yang artinya tidak terdapat perbedaan antara data primer dengan data sekunder pada waktu antar kedatangan sore (Valid)

## 4.2 Pengolahan Data dan Pemodelan

Pengolahan data yang akan dilakukan pada tahap ini melewati penentuan distribusi dan nilai parameter berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan pengujiannya. Pemodelan dilakukan dengan pembuatan model simulasi dengan *software* ARENA 5.0, verifikasi, validasi, dan penentuan jumlah replikasi.

Dalam penelitian ini, pengolahan data dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan waktu pengamatan, yaitu pagi, siang, dan sore dikarenakan masing-masing waktu pengamatan memiliki karakteristik yang berbeda karena pola grafik (Gambar 1.1-1.3) yang terlihat berbeda untuk masing-masing waktu pengamatan, yaitu pagi (06.00-08.00), siang (12.00-13.00), dan sore (16.00-18.00). Untuk waktu pengamatan pagi baik di ruas Jalan MT. Haryono Timur, Gajayana, dan MT. Haryono Barat menunjukkan pola grafik yang cenderung meningkat pada waktu pengamatan awal, dan menurun saat mendekati waktu pengamatan akhir (jam 08.00), peningkatan jumlah kendaraan pada waktu pengamatan awal cukup drastis, yaitu sekitar pukul 06.40-06.50. Untuk waktu pengamatan siang baik di ruas Jalan MT. Haryono Timur, Gajayana, dan MT. Haryono Barat menunjukkan pola grafik yang membentuk bukit, yaitu cenderung meningkat di waktu pengamatan awal (jam 12.00-12.10) dan menurun di waktu pengamatan akhir (jam 12.40-13.00). Berbeda dengan pola grafik pada waktu pengamatan sore yang naik tajam di waktu pengamatan awal (jam 16.00-16.20) dan cenderung konstan di jam pengamatan berikutnya sampai waktu pengamatan berakhir pada jam 18.00. Karena masing-masing waktu pengamatan (pagi, siang, dan sore) memiliki karakteristik pola jumlah kendaraan yang melewati ketiga ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang, maka dibutuhkan penanganan yang berbeda untuk masing-masing waktu pengamatan yang dianggap sebagai waktu puncak sehingga dalam pemodelannya dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu untuk pagi (06.00-08.00), siang (12.00-13.00), dan sore (16.00-18.00).

### 4.2.1 Penentuan distribusi dan nilai parameter

Penentuan distribusi dan nilai parameter merupakan tahap yang dilakukan untuk pengolahan data yang telah dikumpulkan sebagai *input* untuk model simulasi dengan *software* ARENA 5.0. Langkah pertama yang dilakukan untuk menentukan distribusi

adalah dengan melihat histogram dan karakteristik data untuk memperkirakan distribusi yang sesuai. Langkah selanjutnya adalah pengujian dengan *Chi-square goodness of fit test* berdasarkan bentuk histogram dengan bantuan *fit all* pada *software* ARENA 5.0. Berikut merupakan rangkuman hasil pengujian distribusi untuk data waktu antar kedatangan kendaraan berdasarkan ruas jalan dan jenis kendaraan di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Data waktu antar kedatangan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu pengujian Pengamatan pagi, siang, dan sore. Berikut merupakan hasil pengujian distribusi data waktu antar kendaraan di ruas Jalan MT. Haryono Timur dalam satuan detik yang disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pengujian Distribusi Waktu Antar Kedatangan Kendaraan Jalan MT. Haryono Timur

Waktu	Kendaraan	Distribusi	Error
Pagi	Roda 2	NORM(3.18, 0.535)	0.014893
	Roda 4	7 + GAMM(1.97, 2.43)	0.022707
	Besar	UNIF(120, 600)	0.260000
Siang	Roda 2	LOGN(1.97, 1.53)	0,006111
	Roda 4	6.19 + 6.61 * BETA(0.781, 0.459)	0,113021
	Besar	300 + WEIB(0.468, 0.166)	0,080819
Sore	Roda 2	1.72 + LOGN(0.477, 0.337)	0.015321
	Roda 4	NORM(3.58, 0.418)	0.014770
	Besar	120 + EXPO(243)	0.157264

Berikut merupakan hasil pengujian distribusi data waktu antar kendaraan di ruas Jalan Gajayana dalam satuan detik yang disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengujian Distribusi Waktu Antar Kedatangan Kendaraan Jalan Gajayana

Waktu	Kendaraan	Distribusi	Error
Pagi	Roda 2	1 + LOGN(0.736, 0.729)	0.007362
	Roda 4	2 + ERLA(3.88, 2)	0.016978
	Besar	75 + WEIB(126, 0.8)	0.011706
Siang	Roda 2	LOGN(2.12, 2.14)	0,003909
	Roda 4	4.23 + 1.4 * BETA(0.614, 0.779)	0,002044
	Besar	42 + WEIB(27.1, 0.798)	0,06709
Sore	Roda 2	1.58 + 0.87 * BETA(1.71, 2.06)	0.003401
	Roda 4	NORM(2.46, 0.293)	0.018533
	Besar	UNIF(100, 300)	0.095918

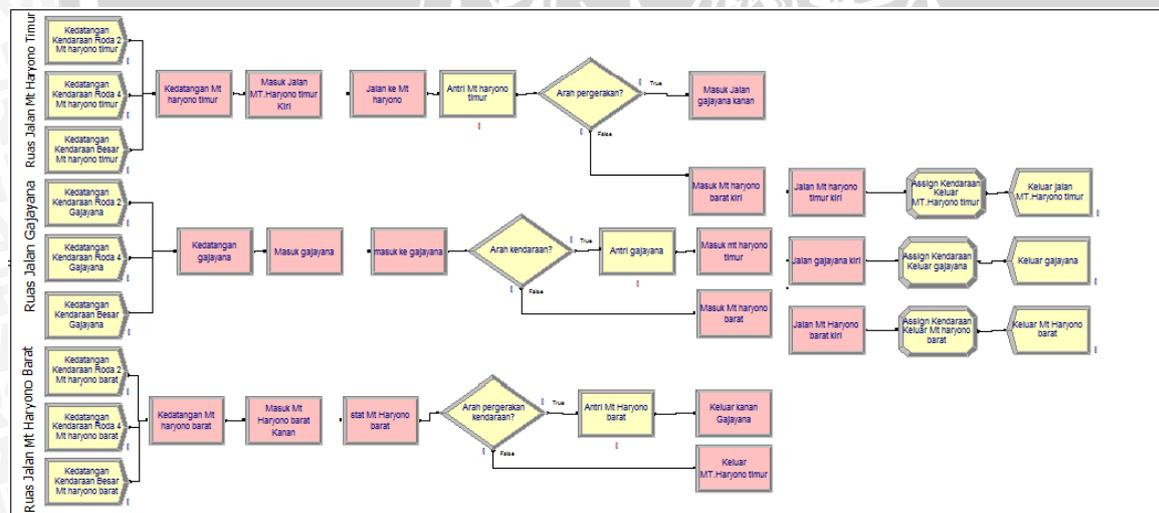
Berikut merupakan hasil pengujian distribusi data waktu antar kendaraan di ruas Jalan MT. Haryono Barat dalam satuan detik yang disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Pengujian Distribusi Waktu Antar Kedatangan Kendaraan Jalan MT. Haryono Barat

Waktu	Kendaraan	Distribusi	Error
Pagi	Roda 2	$1 + 3.48 * \text{BETA}(0.795, 1.8)$	0.001488
	Roda 4	$\text{NORM}(6.37, 1.64)$	0.067787
	Besar	$60 + 540 * \text{BETA}(0.716, 1.95)$	0.013863
Siang	Roda 2	$\text{EXPO}(3.83)$	0,000836
	Roda 4	$3.05 + \text{ERLA}(0.244, 3)$	0,035634
	Besar	$\text{UNIF}(24, 55)$	0,077778
Sore	Roda 2	$\text{TRIA}(1.57, 2.14, 2.39)$	0.019920
	Roda 4	$4.43 + \text{LOGN}(1.45, 0.841)$	0.022549
	Besar	$75 + \text{WEIB}(50.1, 0.406)$	0.009920

#### 4.2.2 Pembuatan model arus lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang dengan ARENA

Model simulasi dibuat dengan menggunakan *software* ARENA 5.0 yang merupakan salah satu *software* simulasi. Pada model simulasi arus lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang model merepresentasikan 3 ruas jalan yang berbeda, yaitu Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, dan Jalan MT. Haryono Barat yang saling berinteraksi membentuk satu model yang komprehensif. Berikut merupakan tampilan model simulasi arus lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.



Gambar 4.4 Model simulasi arus lalu lintas persimpangan

Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan model simulasi sistem lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang dengan *software* ARENA 5.0

1. Menjalankan ARENA dan memulai *project* baru
2. Siapkan *Advance Transfer Panel*
3. Selanjutnya buat modul *create*, *station*, *route*, *decide*, *process*, *assign*, dan *dispose*.
4. Pembuatan modul *create* dapat dilihat pada Gambar 4.5, dan untuk pembuatan modul *create* lain dilengkapi seperti pada Tabel 4.11-4.13

Gambar 4.5 Pembuatan modul *create*Tabel 4.11 Modul *Create* Pengamatan Pagi

Pengamatan Pagi (06.00-08.00)								
No	Nama	Entity type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max arrivals	First Creation
1	Kedatangan Kendaraan Roda 2 MT. Haryono Timur	Roda 2	Expression	NORM(3.18, 0.535)	Seconds	1	Infinite	0.0
2	Kedatangan Kendaraan Roda 4 MT. Haryono Timur	Roda 4	Expression	7 + GAMM(1.97, 2.43)	Seconds	1	Infinite	0.0
3	Kedatangan Kendaraan Besar MT. Haryono Timur	Kendaraan Besar	Expression	UNIF(120, 600)	Seconds	1	Infinite	0.0
4	Kedatangan Kendaraan Roda 2 Gajayana	Roda 2	Expression	1 + LOGN(0.736, 0.729)	Seconds	1	Infinite	0.0
5	Kedatangan Kendaraan Roda 4 Gajayana	Roda 4	Expression	2 + ERLA(3.88, 2)	Seconds	1	Infinite	0.0
6	Kedatangan Kendaraan Besar Gajayana	Kendaraan Besar	Expression	75 + WEIB(126, 0.8)	Seconds	1	Infinite	0.0
7	Kedatangan Kendaraan Roda 2 MT. Haryono Barat	Roda 2	Expression	1 + 3.48 * BETA(0.795, 1.8)	Seconds	1	Infinite	0.0
8	Kedatangan Kendaraan Roda 4 MT. Haryono Barat	Roda 4	Expression	NORM(6.37, 1.64)	Seconds	1	Infinite	0.0
9	Kedatangan Kendaraan Besar MT. Haryono Barat	Kendaraan Besar	Expression	60 + 540 * BETA(0.716, 1.95)	Seconds	1	Infinite	0.0

Dalam pembuatan modul *create* Kedatangan Kendaraan Roda 2 MT. Haryono Timur, nama modul *create* dimasukkan ke dalam kotak *name*, tipe entitas yaitu Roda 2 dimasukkan ke dalam kotak *entity type*. Sedangkan untuk *time between arrivals* tipe waktu antar kedatangan yaitu *expression* dimasukkan ke dalam kotak *type*, nilai dari

waktu antar kedatangan yaitu NORM(3.18, 0.535) dimasukkan ke dalam kotak expression, dan untuk satuan waktu antar kedatangan yaitu seconds dimasukkan ke dalam kotak units. Jumlah entitas setiap kedatangan yaitu 1 unit kendaraan dimasukkan ke dalam kotak entities per arrival, jumlah maksimal kedatangan yaitu infinite dimasukkan ke dalam kotak max arrival, dan waktu kedatangan yaitu pada detik ke 0 dimasukkan ke dalam kotak first creation.

Tabel 4.12 Modul *Create* Pengamatan Siang

Pengamatan Siang (12.00-13.00)								
No	Nama	Entity type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max arrivals	First Creation
1	Kedatangan Kendaraan Roda 2 MT. Haryono Timur	Roda 2	Expression	LOGN(1.97, 1.53)	Seconds	1	Infinite	0.0
2	Kedatangan Kendaraan Roda 4 MT. Haryono Timur	Roda 4	Expression	$6.19 + 6.61 * \text{BETA}(0.781, 0.459)$	Seconds	1	Infinite	0.0
3	Kedatangan Kendaraan Besar MT. Haryono Timur	Kendaraan Besar	Expression	$300 + \text{WEIB}(0.468, 0.166)$	Seconds	1	Infinite	0.0
4	Kedatangan Kendaraan Roda 2 Gajayana	Roda 2	Expression	LOGN(2.12, 2.14)	Seconds	1	Infinite	0.0
5	Kedatangan Kendaraan Roda 4 Gajayana	Roda 4	Expression	$4.23 + 1.4 * \text{BETA}(0.614, 0.779)$	Seconds	1	Infinite	0.0
6	Kedatangan Kendaraan Besar Gajayana	Kendaraan Besar	Expression	$42 + \text{WEIB}(27.1, 0.798)$	Seconds	1	Infinite	0.0
7	Kedatangan Kendaraan Roda 2 MT. Haryono Barat	Roda 2	Expression	EXPO(3.83)	Seconds	1	Infinite	0.0
8	Kedatangan Kendaraan Roda 4 MT. Haryono Barat	Roda 4	Expression	$3.05 + \text{ERLA}(0.244, 3)$	Seconds	1	Infinite	0.0
9	Kedatangan Kendaraan Besar MT. Haryono Barat	Kendaraan Besar	Expression	UNIF(24, 55)	Seconds	1	Infinite	0.0

Tabel 4.13 Modul *Create Pengamatan Sore*

Pengamatan Sore (16.00-18.00)								
No	Nama	Entity type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max arrivals	First Creation
1	Kedatangan Kendaraan Roda 2 MT. Haryono Timur	Roda 2	Expression	1.72 + LOGN(0.477, 0.337)	Seconds	1	Infinite	0.0
2	Kedatangan Kendaraan Roda 4 MT. Haryono Timur	Roda 4	Expression	NORM(3.58, 0.418)	Seconds	1	Infinite	0.0
3	Kedatangan Kendaraan Besar MT. Haryono Timur	Kendaraan Besar	Expression	120 + EXPO(243)	Seconds	1	Infinite	0.0
4	Kedatangan Kendaraan Roda 2 Gajayana	Roda 2	Expression	1.58 + 0.87 * BETA(1.71, 2.06)	Seconds	1	Infinite	0.0
5	Kedatangan Kendaraan Roda 4 Gajayana	Roda 4	Expression	NORM(2.46, 0.293)	Seconds	1	Infinite	0.0
6	Kedatangan Kendaraan Besar Gajayana	Kendaraan Besar	Expression	UNIF(100, 300)	Seconds	1	Infinite	0.0
7	Kedatangan Kendaraan Roda 2 MT. Haryono Barat	Roda 2	Expression	TRIA(1.57, 2.14, 2.39)	Seconds	1	Infinite	0.0
8	Kedatangan Kendaraan Roda 4 MT. Haryono Barat	Roda 4	Expression	4.43 + LOGN(1.45, 0.841)	Seconds	1	Infinite	0.0
9	Kedatangan Kendaraan Besar MT. Haryono Barat	Kendaraan Besar	Expression	75 + WEIB(50.1, 0.406)	Seconds	1	Infinite	0.0

5. Pembuatan modul *station* dapat dilihat pada Gambar 4.6, dan untuk pembuatan modul *station* lain dilengkapi seperti pada tabel 4.14.

Gambar 4.6 Pembuatan modul *station*Tabel 4.14 Modul *Station*

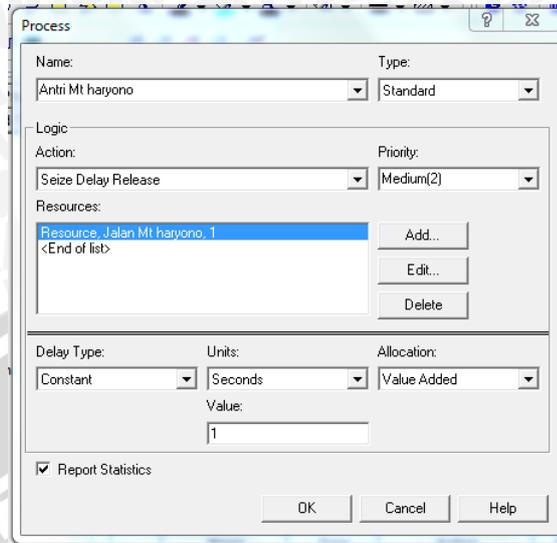
No	Name	Station Type	Station Name
1	Kedatangan MT. Haryono Timur	Station	Kedatangan MT. Haryono Timur
2	Jalan MT. Haryono Timur	Station	MT. Haryono Timur
3	Jalan MT. Haryono Timur kiri	Station	Jalan MT. Haryono Timur kiri
4	Kedatangan Gajayana	Station	Kedatangan Gajayana
5	Jalan Gajayana	Station	Gajayana
6	Jalan Gajayana kiri	Station	Jalan Gajayana kiri
7	Kedatangan MT. Haryono Barat	Station	Kedatangan MT. Haryono Barat
8	Jalan MT. Haryono Barat	Station	MT. Haryono Barat
9	Jalan MT. Haryono Barat kiri	Station	Jalan MT. Haryono Barat kiri

6. Pembuatan modul *route* dapat dilihat pada Gambar 4.7, dan untuk pembuatan modul *route* lain dilengkapi seperti pada tabel 4.15

Gambar 4.7 Pembuatan modul *route*Tabel 4.15 Modul *Route*

No	Name	Route Time	Units	Destination Type	Station Name
1	Masuk Jalan MT. Haryono Timur	2	Seconds	Station	MT. Haryono Timur
2	Masuk Jalan Gajayana1	2	Seconds	Station	Jalan Gajayana Kiri
3	Masuk Jalan MT. Haryono Timur1	2	Seconds	Station	Jalan MT. Haryono Timur Kiri
4	Masuk Jalan Gajayana	2	Seconds	Station	Gajayana
5	Masuk Jalan MT. Haryono Barat1	2	Seconds	Station	Jalan MT. Haryono Barat Kiri
6	Masuk Jalan MT. Haryono Timur2	2	Seconds	Station	Jalan MT. Haryono Timur Kiri
7	Masuk Jalan MT. Haryono Barat	2	Seconds	Station	MT. Haryono Barat
8	Masuk Jalan Gajayana2	2	Seconds	Station	Jalan Gajayana Kiri
9	Masuk Jalan MT. Haryono Barat2	2	Seconds	Station	Jalan MT. Haryono Barat Kiri

7. Pembuatan modul *process* dapat dilihat pada Gambar 4.8, dan untuk pembuatan modul *process* lain dilengkapi seperti pada tabel 4.16

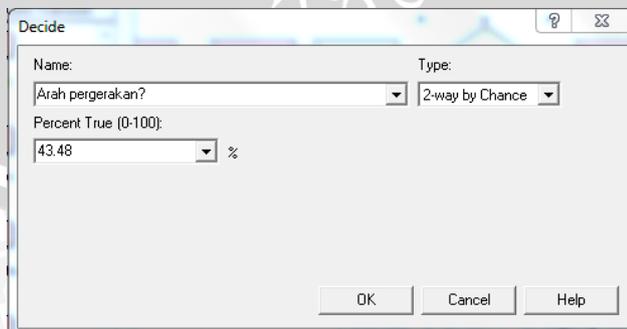


Gambar 4.8 Pembuatan modul *process*

Tabel 4.16 Modul *Process*

No	Name	Type	Action	Priority	Resource	Delay Type	Units	Allocation	Value
1	Antri MT. Haryono Timur	Standard	Seize Delay Release	Medium (2)	Resource, Jalan MT. Haryono Timur, 1	Constant	Seconds	Value Added	1
2	Antri Gajayana	Standard	Seize Delay Release	Medium (2)	Resource, Jalan Gajayana, 1	Constant	Seconds	Value Added	1
3	Antri MT. Haryono Barat	Standard	Seize Delay Release	Medium (2)	Resource, Jalan MT. Haryono Barat, 1	Constant	Seconds	Value Added	1

8. Pembuatan modul *decide* dapat dilihat pada Gambar 4.9, dan untuk pembuatan modul *decide* lain dilengkapi seperti pada tabel 4.17

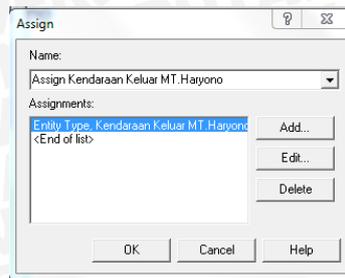


Gambar 4.9 Pembuatan modul *decide*

Tabel 4.17 Modul *Decide*

No	Name	Type	Percent True
1	Arah pergerakan 1?	1-way by Chance	43.48
2	Arah pergerakan 2?	1-way by Chance	65.11
3	Arah pergerakan 3?	1-way by Chance	37.15

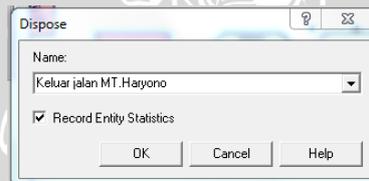
9. Pembuatan modul *assign* dapat dilihat pada Gambar 4.10, dan untuk pembuatan modul *assign* lain dilengkapi seperti pada tabel 4.18



Gambar 4.10 Pembuatan modul *assign*  
Tabel 4.18 Modul *Assign*

No	Name	Assignments
1	Assign Kendaraan Keluar MT. Haryono Timur	Entity Type, Kendaraan Keluar MT. Haryono Timur
2	Assign Kendaraan Keluar Gajayana	Entity Type, Kendaraan Keluar Gajayana
3	Assign Kendaraan Keluar MT. Haryono Barat	Entity Type, Kendaraan Keluar MT. Haryono Barat

10. Pembuatan modul *dispose* dapat dilihat pada Gambar 4.11, dan untuk pembuatan modul *dispose* lain dilengkapi seperti pada tabel 4.19



Gambar 4.11 Pembuatan modul *dispose*

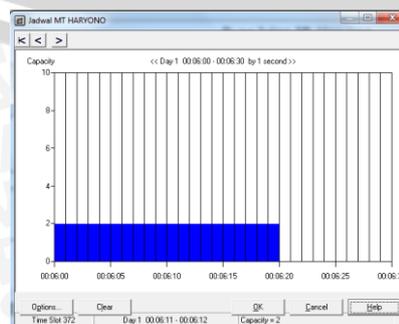
Tabel 4.19 Modul *Dispose*

No	Name
1	Keluar Jalan MT. Haryono Timur
2	Keluar Jalan Gajayana
3	Keluar Jalan MT. Haryono Barat

11. Pendefinisian *schedule* yang akan digunakan yaitu waktu hijau untuk masing-masing ruas 20 detik.

Schedule - Basic Process				
	Name	Type	Time Units	Durations
1	Jadwal MT HARYONO	Capacity	Seconds	240 rows
2	Jadwal DINOYO	Capacity	Seconds	240 rows
3	Jadwal GAJAYANA	Capacity	Seconds	360 rows

Gambar 4.12 Penentuan *schedule*



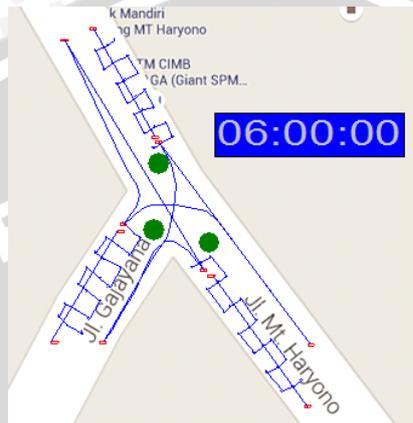
Gambar 4.13 Penentuan durasi *schedule*

## 12. Penentuan *schedule* masing-masing *resource*

Resource - Basic Process										
	Name	Type	Schedule Name	Schedule Rule	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Jalan Mt haryono	Based on Schedule	Jadwal MT HARYON	Wait	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Jalan gajayana	Based on Schedule	Jadwal GAJAYANA	Wait	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Jalan dinoyo	Based on Schedule	Jadwal DINOYO	Wait	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

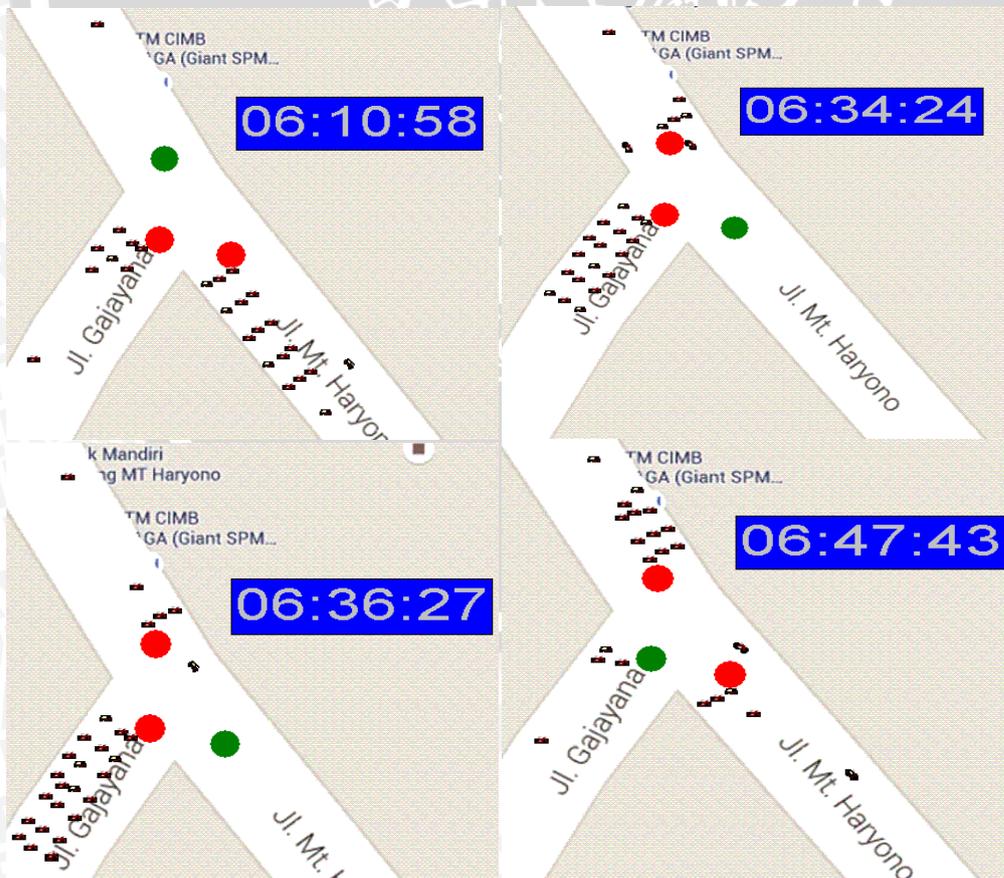
Gambar 4.14 Penentuan *schedule* untuk *resource*

13. Untuk menampilkan model simulasi dalam 2 dimensi, dapat menggunakan *smart grid* pada ARENA 5.0 sehingga dihasilkan gambar 2 dimensi model Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang sebagai berikut



Gambar 4.15 Tampilan 2D model simulasi

Berikut merupakan tampilan pergerakan entitas kendaraan roda 2, roda 4, maupun kendaraan besar yang melalui Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang



Gambar 4.16 Pergerakan entitas kendaraan

Gambar 4.18 menunjukkan gambar pergerakan entitas dari ketiga ruas jalan, yaitu Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, dan Jalan MT. Haryono Barat dengan antrian terpanjang di masing-masing ruas jalan. Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang memiliki kebijakan lalu lintas 3-fase untuk mengatur lampu lalu lintas sehingga lampu lalu lintas akan hijau secara bergantian antar ruas jalannya.

### 4.2.3 Verifikasi

Setelah pembuatan modul maka dilakukan verifikasi data, yaitu langkah untuk mengetahui apakah model simulasi komputer yang telah dibangun dapat berjalan sesuai dengan spesifikasi model yang diinginkan. Verifikasi data dilakukan dengan teknik animasi, yaitu dengan cara melihat animasi pada model simulasi yang telah dibuat. Berdasarkan animasi tersebut, simulasi telah berjalan sesuai dengan kondisi nyata dan sesuai dengan asumsi yang dibuat.

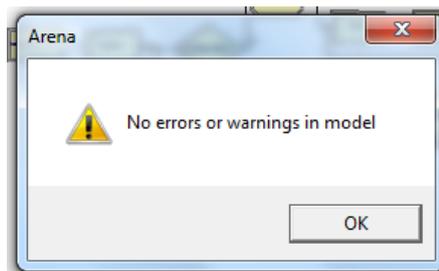
Langkah verifikasi:

1. Mencocokkan satuan dari proses apakah sudah sesuai dengan sistem nyata seperti pada gambar 4.17 dibawah ini.

Process - Basic Process										
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Value	Report Statistics
1	Antri Mt haryono	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Seconds	Value Added	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Antri gajayana	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Seconds	Value Added	1	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Antri dinoyo	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Constant	Seconds	Value Added	1	<input checked="" type="checkbox"/>

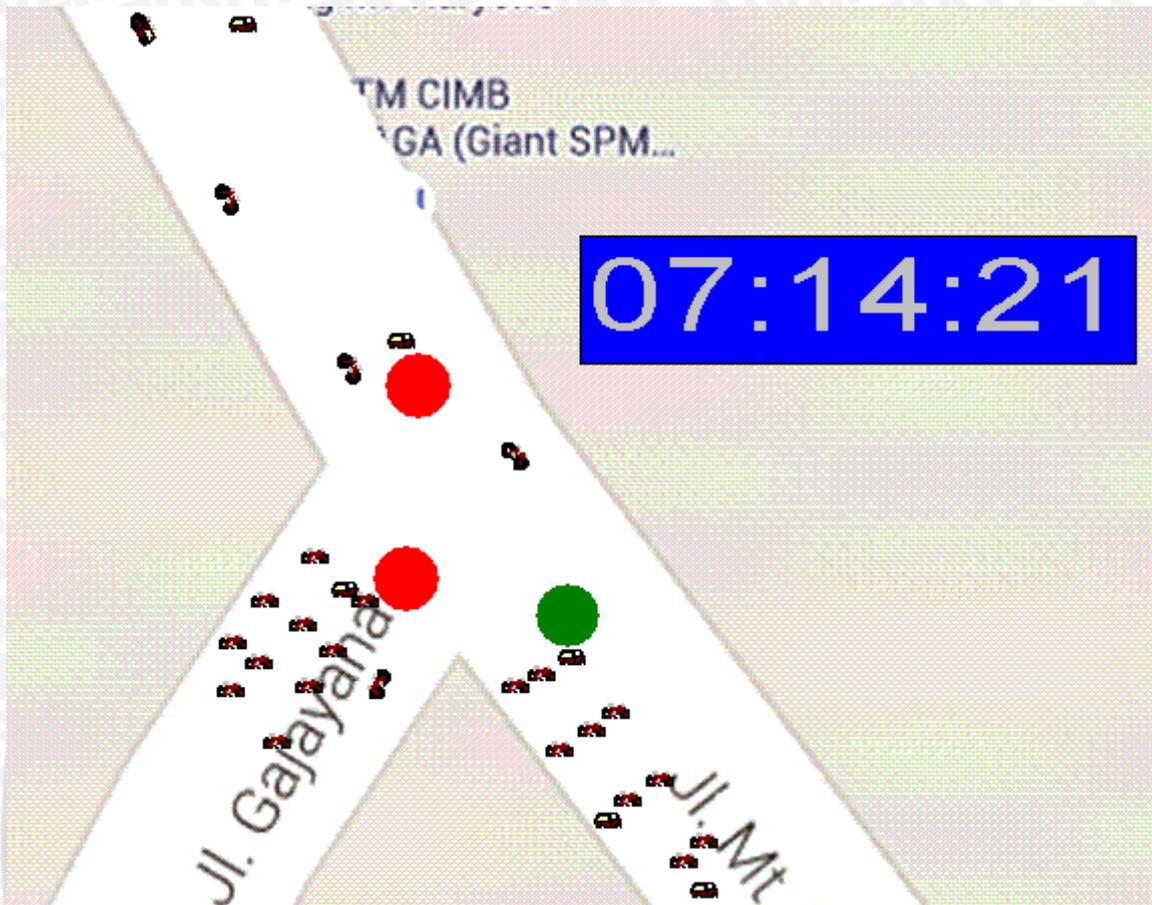
Gambar 4.17 Verifikasi satuan unit

2. Menekan F4 ketika jendela ARENA masih aktif, untuk mengecek ada atau tidaknya *error* pada sistem permodelan tersebut.



Gambar 4.18 Verifikasi *error*

3. Menjalankan Program Simulasi lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang



Gambar 4.19 Animasi model simulasi ARENA

- Mencocokkan modul yang dibuat di ARENA telah sesuai dengan ACD yang dibuat sebelumnya pada Gambar 4.2.

#### 4.2.4 Validasi

Validasi merupakan langkah untuk mengetahui apakah model simulasi telah sesuai dengan sistem nyata. Validasi dilakukan dengan membandingkan *output* simulasi dan *output* sistem nyata yang kemudian diuji secara statistik dengan bantuan *software* SPSS.

Tabel 4.20 berikut ini adalah data *output* dari sistem lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

Tabel 4.20 *Output* Aktual dan Simulasi

Output Kendaraan		Aktual	Simulasi	
			Replikasi 1	Replikasi 2
MT. Haryono	Pagi	4490	6048	6113
	Siang	5770	5767	5796
	Sore	8097	7290	7218
Gajayana	Pagi	3579	3015	2898
	Siang	3356	3348	3370
	Sore	5239	3796	3868
MT. Haryono Barat	Pagi	2776	3273	3339
	Siang	4210	4110	4224
	Sore	3028	5095	5095

Sebelum melakukan validasi, maka dilakukan uji kenormalan data terlebih dahulu baik data simulasi maupun aktual dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Buka *variable view*, isi data pada *data view*.
- Klik *analyze*, pilih *Descriptive statistic*, kemudian pilih *Explore*, masukkan variabel pemerataan ke dalam *Dependent list*.
- Klik ok, maka akan muncul output seperti pada Tabel 4.21

Dalam pengujian data dengan statistik, langkah awal yang dilakukan adalah penentuan hipotesis dan kriteria pengujian berdasarkan nilai *alfa* yang ditentukan oleh peneliti, kemudian pengambilan keputusan.

Hipotesis:

$H_0$  = data simulasi dan data aktual berdistribusi normal

$H_1$  = data simulasi dan data aktual tidak berdistribusi normal

$(\alpha) = 0.05$

Kriteria pengujian:

$H_0$  diterima jika nilai  $Sig \geq \alpha$

$H_0$  ditolak jika nilai  $Sig < \alpha$

Tabel 4.21 Tes Kenormalan

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
data	,155	27	,094	,912	27	,026

a. Lilliefors Significance Correction

Kesimpulan: karena nilai  $Sig = 0,094 \geq 0,05$  maka  $H_0$  diterima, artinya data simulasi dan data aktual berdistribusi normal

Setelah dilakukan uji kenormalan pada data, karena data simulasi dan data aktual berdistribusi normal maka dilakukan uji *Independent Sample T-Test* untuk data simulasi dan data aktual.

Langkah-langkah pengujian validasi yang dilakukan pada *software* SPSS:

- Buka *variable view*, isi data pada *data view*.
- Klik *analyze*, pilih *Compare Means*, kemudian pilih *Independent Sample t-test*.
- Masukkan variabel pada kotak *test variable list*.
- Untuk menentukan grup, klik *define groups*. Selanjutnya pada kotak dialog *groups*, tuliskan “1” untuk *group* 1 dan “2” untuk *group* 2. Lalu klik *continue*.
- Klik tombol *options*, kemudian centang *descriptive*, dan pilih *Exclude cases test-by-test*, lalu klik *continue*, kemudian klik OK.

Hasil *outputnya* akan muncul seperti pada Tabel 4.22.

Dalam pengujian data dengan statistik, langkah awal yang dilakukan adalah penentuan hipotesis dan kriteria pengujian berdasarkan nilai *alfa* yang ditentukan oleh peneliti, kemudian pengambilan keputusan.

Hipotesis:

$H_0$  = tidak terdapat perbedaan antara data simulasi dengan data aktual pada hasil *output* kendaraan.

$H_1$  = terdapat perbedaan antara data simulasi dengan data aktual pada hasil *output* kendaraan.

$(\alpha) = 0.025$

Kriteria pengujian:

$H_0$  diterima jika nilai *Sig. (2-tailed)*  $\geq \alpha$

$H_0$  ditolak jika nilai *Sig. (2-tailed)*  $< \alpha$

Tabel 4.22 Uji *Independent Sample t-test*

		Independent Samples Test								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper	
data	Equal variances assumed	,000	,985	-,231	25	,819	142,94444	619,66882	1419,17627	1133,28738
	Equal variances not assumed			-,219	14,069	,830	142,94444	653,42181	1543,75182	1257,86293

Kesimpulan: berdasarkan hasil *output* data, didapatkan nilai *Sig. (2-tailed)* = 0,985  $\geq$  0,025, maka  $H_0$  diterima, yang artinya tidak terdapat perbedaan antara *output* kendaraan pada simulasi dengan data *output* kendaraan pada sistem nyata (Valid).

#### 4.2.5 Penentuan jumlah replikasi

Jumlah replikasi yang harus dilakukan untuk mendapatkan *error* 5% ditentukan berdasarkan Persamaan (2 – 15). Pada tahap validasi, model sudah dijalankan sejumlah 2 kali replikasi untuk program pagi, siang, dan sore. Data *output* simulasi dapat dilihat pada Tabel 4.23. Data yang dihasilkan digunakan kembali untuk menentukan jumlah replikasi yang harus dilakukan untuk mendapatkan *error* 5%. Berikut adalah perhitungan jumlah replikasi seharusnya.

Tabel 4.23 *Output* Simulasi

Output Simulasi Pagi	
Replikasi	Output
1	19105
2	19127

$$\mu = 19116$$

$$\sigma = 15,56$$

$$n = 2 \text{ (replikasi awal)}$$

$$\alpha = 0,05$$

$$t_{n-1;\alpha/2} = t_{1;0,025} = 12,706$$

Selanjutnya menghitung nilai *half width* sesuai Persamaan (2 – 15) sebagai berikut.

$$\text{Half width} = \frac{\left(t_{n-1;\frac{\alpha}{2}}\right) \times s}{\sqrt{n}} = \frac{(12,706) \times (15,56)}{\sqrt{2}} = \frac{197,70536}{1,4142} = 139,8$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa nilai *half width* sebesar 139,8.

Jika dihitung persentase *error* terhadap rata-rata dari data adalah sebagai berikut.

$$\text{Persentase error} = \text{half-width} / \mu = 139,8 / 19116 \times 100\% = 0,7313\%$$

Jadi nilai *error* terhadap rata-rata data berdasarkan 2 replikasi yang telah dilakukan adalah sebesar 0,7313%, sementara nilai *error* yang diinginkan adalah 5%. Sehingga *half width* yang diinginkan dihitung kembali sebagai berikut.

$$\text{Half width} = 19116 \times 0,05 = 955,8$$

Dengan mengembalikan nilai persentase *error* yang diinginkan (5%) ke dalam rumus persentase *error*, maka diperoleh nilai *half width* yang diinginkan yaitu 955,8. Selanjutnya jumlah replikasi (*n*) sesuai dengan *error* yang diinginkan dihitung kembali menggunakan rumus *half width* sesuai Persamaan (2 – 15). Perhitungan adalah sebagai berikut.

$$955,8 = \frac{(12,706) \times (15,56)}{\sqrt{n}}$$

$$n = \left[ \frac{12,706 \times 15,56}{955,8} \right]^2 = 0,042786 = 1 \text{ replikasi}$$

Berdasarkan perhitungan jumlah replikasi, untuk mendapatkan *error* 5% ketika melakukan simulasi, maka paling sedikit harus melakukan replikasi sebanyak 1 kali namun dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 2 kali replikasi.

### 4.3 Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan yang dilakukan adalah analisis hasil simulasi dan hasil perhitungan MKJI lalu lintas persimpangan, perancangan skenario, analisis hasil skenario, dan pemilihan skenario terbaik. Dalam analisis hasil simulasi data yang digunakan adalah data waktu antar kedatangan primer maupun sekunder. Dalam analisis hasil perhitungan MKJI data yang digunakan adalah data jumlah kendaraan setiap 10 menit primer maupun sekunder. Berdasarkan analisis hasil simulasi lalu lintas kondisi awal (sebelum

penyesuaian waktu siklus) akan dievaluasi berdasarkan *output* kendaraan dan *waiting time* untuk memastikan skenario yang diberikan mampu memberikan solusi yang lebih baik dari kondisi awal.

#### 4.3.1 Analisis hasil model eksisting

Analisis hasil model eksisting terbagi menjadi 3 bagian, yaitu model eksisting pengamatan pagi, model eksisting pengamatan siang, dan model eksisting pengamatan sore. Analisis hasil dilakukan pada lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang yang belum mengalami penyesuaian waktu siklus. Dalam model eksisting, masing-masing ruas jalan di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang memiliki proporsi waktu hijau yang sama, yaitu 20 detik. Tujuan dari melakukan analisis lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang adalah untuk mengetahui kondisi awal dari segi jumlah *output* kendaraan, *waiting time*, dan derajat kejenuhan.

##### 4.3.1.1 Analisis hasil model eksisting pengamatan pagi

Analisis hasil model pengamatan pagi yang dilakukan pada jam 06.00-08.00 dibedakan menjadi 2 macam, yaitu analisis hasil simulasi dan analisis hasil perhitungan MKJI.

##### 4.3.1.1.1 Analisis hasil simulasi model eksisting pengamatan pagi

Berdasarkan *input* waktu antar kedatangan pada jam 06.00-08.00 di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang yang kemudian disimulasikan menggunakan *software* ARENA, berikut merupakan *number out* dan *waiting time* hasil simulasi dalam 2 replikasi.

##### 1. *Number Out*

*Number Out* merupakan jumlah entitas yang keluar dari sistem, dalam hal ini entitas yang keluar dari sistem lalu lintas adalah kendaraan, baik kendaraan roda 2, roda 4, dan kendaraan besar. Tabel 4.24 menunjukkan *Number Out* simulasi dalam 2 replikasi.

Tabel 4.24 *Number Out* Simulasi Pengamatan Pagi

No	Entitas	<i>Number Out</i>	
		Replikasi 1	Replikasi 2
1	Kendaraan keluar MT. Haryono Timur	6048	6113
2	Kendaraan keluar Gajayana	3015	2898
3	Kendaraan keluar MT. Haryono Barat	3273	3339

*Number Out* tertinggi terletak di ruas Jalan MT. Haryono Timur, yaitu sebanyak 6048 kendaraan pada replikasi 1 dan 6113 kendaraan pada replikasi 2. Sedangkan *Number Out* terkecil terletak di ruas jalan Gajayana, yaitu sebanyak 3015 kendaraan pada replikasi 1 dan 2898 kendaraan pada replikasi 2.

## 2. *Waiting Time*

*Waiting Time* merupakan waktu tunggu masing-masing entitas untuk diproses, dalam sistem lalu lintas ini *waiting time* merupakan waktu tunggu kendaraan untuk keluar dari lampu merah di masing-masing ruas jalan Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Tabel 4.25 menunjukkan *Waiting Time* simulasi dalam 2 replikasi.

Tabel 4.25 *Waiting Time* Simulasi Pengamatan Pagi

No	Antrian	<i>Waiting Time</i>	
		Replikasi 1	Replikasi 2
1	Antri MT. Haryono Timur. Queue	16,2718	16,4099
2	Antri Gajayana. Queue	16,9107	17,1296
3	Antri MT. Haryono Barat. Queue	15,4621	14,6073

*Waiting Time* tertinggi terletak di ruas Jalan Gajayana yaitu selama 16,9107 detik pada replikasi 1 dan 17,1296 detik pada replikasi 2, artinya masing-masing kendaraan yang memasuki antrian di ruas Jalan Gajayana membutuhkan waktu 16,9107 detik pada replikasi 1 dan 17,1296 detik pada replikasi 2 untuk keluar dari lampu merah. Sedangkan *waiting time* terkecil terletak di ruas Jalan MT. Haryono Barat yaitu selama 15,4621 detik pada replikasi 1 dan 14,6073 detik pada replikasi 2, artinya masing-masing kendaraan yang memasuki antrian di ruas Jalan MT. Haryono Barat membutuhkan waktu 15,4621 detik pada replikasi 1 dan 14,6073 detik pada replikasi 2 untuk keluar dari lampu merah.

### 4.3.1.1.2 Analisis hasil perhitungan MKJI model eksisting pengamatan pagi

Berdasarkan perhitungan dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), derajat kejenuhan masing-masing ruas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Berikut merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan pada Jalan Gajayana berdasarkan persamaan 2-12, untuk derajat kejenuhan masing-masing ruas jalan ditunjukkan dalam Tabel 4.26.

$$\begin{aligned}
 DS &= Q/C \\
 &= 1074/861 \\
 &= 1,247 \approx 1,25
 \end{aligned}$$

Tabel 4.26 Derajat Kejenuhan Pengamatan Pagi

Ruas Jalan	Derajat Kejenuhan
Jalan MT. Haryono Timur	1,01
Jalan Gajayana	1,25
Jalan MT. Haryono Barat	2,61

Derajat kejenuhan tertinggi terletak pada ruas Jalan MT. Haryono Barat, yaitu sebesar 2,61. Sedangkan derajat kejenuhan terendah terletak pada ruas Jalan MT. Haryono Timur, yaitu sebesar 1,01. Derajat kejenuhan ketiga ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang tergolong kurang baik karena memiliki nilai lebih dari 1 sehingga perlu penyesuaian waktu siklus untuk mengurangi derajat kejenuhan.

#### 4.3.1.2 Analisis hasil model eksisting pengamatan siang

Analisis hasil model pengamatan siang yang dilakukan pada jam 12.00-13.00 dibedakan menjadi 2 macam, yaitu analisis hasil simulasi dan analisis hasil perhitungan MKJI.

##### 4.3.1.2.1 Analisis hasil simulasi model eksisting pengamatan siang

Berdasarkan *input* waktu antar kedatangan pada jam 12.00-13.00 di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang berikut merupakan *number out* dan *waiting time* hasil simulasi dalam 2 replikasi.

##### 1. Number Out

*Number Out* merupakan jumlah entitas yang keluar dari sistem, dalam hal ini entitas yang keluar dari sistem lalu lintas adalah kendaraan, baik kendaraan roda 2, roda 4 dan kendaraan besar. Tabel 4.27 menunjukkan *Number Out* simulasi dalam 2 replikasi.

Tabel 4.27 Number Out Simulasi Pengamatan Siang

No	Entitas	Number Out	
		Replikasi 1	Replikasi 2
1	Kendaraan keluar MT. Haryono Timur	5767	5796
2	Kendaraan keluar Gajayana	3348	3370
3	Kendaraan keluar MT. Haryono Barat	4110	4224

*Number Out* tertinggi terletak di ruas Jalan MT. Haryono Timur, yaitu sebanyak 5767 kendaraan pada replikasi 1 dan 5796 kendaraan pada replikasi 2. Sedangkan *Number Out* terkecil terletak di ruas jalan Gajayana, yaitu sebanyak 3348 kendaraan pada replikasi 1 dan 3370 kendaraan pada replikasi 2.

##### 2. Waiting Time

*Waiting Time* merupakan waktu tunggu masing-masing entitas untuk diproses, dalam sistem lalu lintas ini *waiting time* merupakan waktu tunggu kendaraan untuk keluar dari

lampu merah di masing-masing ruas jalan Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Tabel 4.28 menunjukkan *Waiting Time* simulasi dalam 2 replikasi.

Tabel 4.28 *Waiting Time* Simulasi Pengamatan Siang

No	Antrian	Waiting Time	
		Replikasi 1	Replikasi 2
1	Antri MT. Haryono Timur. Queue	19,1359	19,5365
2	Antri Gajayana. Queue	17,0733	16,9009
3	Antri MT. Haryono Barat. Queue	14,6334	15,0979

*Waiting Time* tertinggi terletak di ruas Jalan MT. Haryono Timur yaitu selama 19,1359 detik pada replikasi 1 dan 19,5365 detik pada replikasi 2, artinya masing-masing kendaraan yang memasuki antrian di ruas Jalan MT. Haryono Timur membutuhkan waktu 19,1359 detik pada replikasi 1 dan 19,5365 detik pada replikasi 2 untuk keluar dari lampu merah. Sedangkan *waiting time* terkecil terletak di ruas Jalan MT. Haryono Barat yaitu selama 14,6334 detik pada replikasi 1 dan 15,0979 detik pada replikasi 2, artinya masing-masing kendaraan yang memasuki antrian di ruas Jalan MT. Haryono Barat membutuhkan waktu 14,6334 detik pada replikasi 1 dan 15,0979 detik pada replikasi 2 untuk keluar dari lampu merah.

#### 4.3.1.2.2 Analisis hasil perhitungan mkji model eksisting pengamatan siang

Berdasarkan perhitungan dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), derajat kejenuhan masing-masing ruas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang dihitung berdasarkan persamaan 2-12. Berikut merupakan derajat kejenuhan masing-masing ruas jalan yang ditunjukkan dalam Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Derajat Kejenuhan Pengamatan Siang

Ruas Jalan	Derajat Kejenuhan
Jalan MT. Haryono Timur	0,60
Jalan Gajayana	1,10
Jalan MT. Haryono Barat	2,30

Derajat kejenuhan tertinggi terletak pada ruas Jalan MT. Haryono Barat, yaitu sebesar 2,30. Sedangkan derajat kejenuhan terendah terletak pada ruas Jalan MT. Haryono Timur, yaitu sebesar 0,60. Derajat kejenuhan dua ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang yaitu ruas Jalan Gajayana dan Jalan MT. Haryono Barat tergolong kurang baik karena memiliki nilai lebih dari 1 sehingga perlu penyesuaian waktu siklus untuk mengurangi derajat kejenuhan.

#### 4.3.1.3 Analisis hasil model eksisting pengamatan sore

Analisis hasil model pengamatan sore yang dilakukan pada jam 16.00-18.00 dibedakan menjadi 2 macam, yaitu analisis hasil simulasi dan analisis hasil perhitungan MKJI.

##### 4.3.1.3.1 Analisis hasil simulasi model eksisting pengamatan sore

Pada model eksisting pengamatan sore, model simulasi dijalankan mulai jam 16.00-18.00. Berdasarkan *input* waktu antar kedatangan pada jam 16.00-18.00 di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang berikut merupakan *number out* dan *waiting time* hasil simulasi dalam 2 replikasi.

##### 1. Number Out

*Number Out* merupakan jumlah entitas yang keluar dari sistem, dalam hal ini entitas yang keluar dari sistem lalu lintas adalah kendaraan, baik kendaraan roda 2, roda 4 dan kendaraan besar. Tabel 4.30 menunjukkan *Number Out* simulasi dalam 2 replikasi.

Tabel 4.30 *Number Out* Simulasi Pengamatan Sore

No	Entitas	Number Out	
		Replikasi 1	Replikasi 2
1	Kendaraan keluar MT. Haryono Timur	7290	7218
2	Kendaraan keluar Gajayana	3796	3868
3	Kendaraan keluar MT. Haryono Barat	5095	5095

*Number Out* tertinggi terletak di ruas Jalan MT. Haryono Timur, yaitu sebanyak 7290 kendaraan pada replikasi 1 dan 7218 kendaraan pada replikasi 2. Sedangkan *Number Out* terkecil terletak di ruas jalan Gajayana, yaitu sebanyak 3796 kendaraan pada replikasi 1 dan 3868 kendaraan pada replikasi 2.

##### 2. Waiting Time

*Waiting Time* merupakan waktu tunggu masing-masing entitas untuk diproses, dalam sistem lalu lintas ini *waiting time* merupakan waktu tunggu kendaraan untuk keluar dari lampu merah di masing-masing ruas jalan Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Tabel 4.31 menunjukkan *Waiting Time* simulasi dalam 2 replikasi.

Tabel 4.31 *Waiting Time* Simulasi Pengamatan Sore

No	Antrian	Waiting Time	
		Replikasi 1	Replikasi 2
1	Antri MT. Haryono Timur. Queue	340,67	355,63
2	Antri Gajayana. Queue	18,8284	18,8574
3	Antri MT. Haryono Barat. Queue	15,1556	15,2133

*Waiting Time* tertinggi terletak di ruas Jalan MT. Haryono Timur yaitu selama 340,67 detik pada replikasi 1 dan 355,63 detik pada replikasi 2, artinya masing-masing kendaraan yang memasuki antrian di ruas Jalan MT. Haryono Timur membutuhkan waktu 340,67 detik pada replikasi 1 dan 355,63 detik pada replikasi 2 untuk keluar dari lampu merah.

Sedangkan *waiting time* terkecil terletak di ruas Jalan MT. Haryono Barat yaitu selama 15,1556 detik pada replikasi 1 dan 15,2133 detik pada replikasi 2, artinya masing-masing kendaraan yang memasuki antrian di ruas Jalan MT. Haryono Barat membutuhkan waktu 15,1556 detik pada replikasi 1 dan 15,2133 detik pada replikasi 2 untuk keluar dari lampu merah.

#### 4.3.1.3.2 Analisis hasil perhitungan MKJI model eksisting pengamatan sore

Berdasarkan perhitungan dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), derajat kejenuhan masing-masing ruas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang dihitung berdasarkan persamaan 2-12. Berikut merupakan derajat kejenuhan masing-masing ruas jalan yang ditunjukkan dalam Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Derajat Kejenuhan Pengamatan Sore

Ruas Jalan	Derajat Kejenuhan
Jalan MT. Haryono Timur	1,32
Jalan Gajayana	2,25
Jalan MT. Haryono Barat	2,14

Derajat kejenuhan tertinggi terletak pada ruas Jalan Gajayana, yaitu sebesar 2,25. Sedangkan derajat kejenuhan terendah terletak pada ruas Jalan MT. Haryono Timur, yaitu sebesar 1,32. Derajat kejenuhan ketiga ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang tergolong kurang baik karena memiliki nilai lebih dari 1 sehingga perlu penyesuaian waktu siklus untuk mengurangi derajat kejenuhan.

#### 4.3.2 Perancangan skenario

Berdasarkan analisis hasil simulasi lalu lintas awal, terdapat permasalahan yang terjadi yaitu tingginya *waiting time* (waktu menunggu entitas sebelum keluar dari sistem lampu lalu lintas), kurang maksimalnya *output* (jumlah entitas yang keluar dari sistem lampu lalu lintas), dan tingginya nilai derajat kejenuhan. Dalam perancangan skenario yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu skenario untuk pengamatan pagi, skenario untuk pengamatan siang, dan skenario untuk pengamatan sore dilakukan tahap identifikasi kondisi model eksisting dan sumber terjadinya masalah, inisialisasi dengan perhitungan MKJI, dan penentuan solusi yaitu berupa waktu siklus lampu lalu lintas dan kebijakan lalu lintas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

#### 4.3.2.1 Perancangan skenario pengamatan pagi

Terdapat tiga tahap dalam penentuan skenario lampu lalu lintas untuk mengurangi durasi antrian kendaraan pada Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang di pagi hari, yaitu pada jam 06.00-08.00.

##### 1. Identifikasi kondisi model eksisting dan sumber masalah

Masalah yang terjadi pada sistem lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang di pagi hari, yaitu jam 06.00-08.00 berdasarkan hasil simulasi adalah tingginya waktu tunggu kendaraan dan kurangnya *output* kendaraan di ruas Jalan Gajayana hal ini terjadi karena banyaknya kendaraan yang melalui ruas jalan dan tingginya waktu siklus di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Sedangkan dari perhitungan MKJI ruas jalan yang memiliki derajat kejenuhan paling tinggi adalah Jalan MT. Haryono Barat karena lebar jalan tidak sebanding dengan jumlah kendaraan yang melalui ruas jalan.

##### 2. Inisialisasi dengan perhitungan MKJI

Inisialisasi digunakan untuk mengetahui dasar perancangan skenario yang akan diterapkan di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Tahap inisialisasi ini menggunakan dasar perhitungan MKJI, yaitu dengan penyesuaian derajat kejenuhan masing-masing ruas sehingga nilai derajat kejenuhan masing-masing ruas kurang dari 1. Tabel 4.33 menunjukkan hasil perhitungan MKJI yang digunakan dalam tahap inisialisasi, yaitu waktu hijau dan derajat kejenuhan masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

Tabel 4.33 Inisialisasi Pengamatan Pagi

Inisialisasi	Ruas Jalan	Waktu Hijau	Derajat Kejenuhan
Eksisting	MT. Haryono Timur	20	1,01
	Gajayana	20	1,25
	MT. Haryono Barat	20	2,61
1	MT. Haryono Timur	12	0,75
	Gajayana	13	0,75
	MT. Haryono Barat	11	0,75
2	MT. Haryono Timur	6	0,70
	Gajayana	13	0,70
	MT. Haryono Barat	11	0,70
3	MT. Haryono Timur	5	0,67
	Gajayana	12	0,67
	MT. Haryono Barat	10	0,67

Berikut merupakan contoh perhitungan waktu hijau Ruas Jalan Gajayana pada skenario 1 berdasarkan persamaan 2-14, untuk waktu hijau masing-masing ruas dihitung dengan referensi MKJI yang terlampir di Lampiran 3.

$$\begin{aligned}
 g_i &= (C_{ua} - LTI) \times PR_i \\
 &= (37 - 0) \times \frac{0,27}{0,755} \\
 &= 13 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Waktu hijau didapatkan dari perkalian waktu siklus disesuaikan ( $C_{ua}$ ) yang dikurangi waktu kuning (LTI) dan dikalikan dengan rasio fase yang didapatkan dari pembagian antara rasio arus dengan jumlah rasio arus

Derajat kejenuhan, yaitu derajat kepadatan/kejenuhan suatu jalan dari masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang pada kondisi eksisting memiliki nilai untuk Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, dan Jalan MT, Haryono Barat, yaitu 1,01; 1,25; dan 2,61 yang didapatkan dari hasil perhitungan yang terlampir dalam Lampiran 3. Nilai derajat kejenuhan ini masih belum mendekati ideal karena memiliki nilai lebih dari 1. Untuk memperbaiki sistem lalu lintas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang maka diperlukan penyesuaian derajat kejenuhan. Dari tahap inisialisasi diketahui bahwa semakin kecil waktu siklus dan waktu hijau masing-masing ruas jalan, maka semakin kecil pula nilai derajat kejenuhan masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

### 3. Penentuan solusi

Solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi waktu tunggu kendaraan (*waiting time*) adalah dengan mengurangi waktu siklus, penyesuaian waktu hijau masing-masing ruas sesuai dengan jumlah entitas yang memasuki ruas, dan penerapan kebijakan lalu lintas. Dalam penentuan solusi yang akan diterapkan dapat mempertimbangkan hasil inisialisasi dengan perhitungan MKJI, yaitu dengan mengurangi waktu siklus di persimpangan. Selain itu, dalam penyesuaian waktu hijau, ruas yang memiliki *waiting time* kendaraan paling tinggi, yaitu Jalan Gajayana diberi waktu hijau lebih lama dibanding ruas lainnya, yaitu ruas Jalan MT. Haryono Timur dan Jalan MT. Haryono Barat yang memiliki *waiting time* kendaraan lebih rendah dibanding ruas Jalan Gajayana. Selain melakukan penyesuaian waktu hijau, solusi lain yang dapat diterapkan untuk mengurangi durasi antrian kendaraan adalah dengan menerapkan kebijakan lalu lintas. Dalam penerapan kebijakan lalu lintas yang baru, yaitu belok kiri langsung dari Jalan MT. Haryono Timur ke Jalan Gajayana, telah diperhitungkan kapasitas jalan yang tersedia sehingga kemungkinan untuk terjadinya perlambatan laju kendaraan sangat kecil. Selain itu, kendaraan yang mayoritas melalui Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang adalah sepeda motor (kendaraan roda 2) sehingga tidak membutuhkan kapasitas jalan yang besar untuk menampung kendaraan yang melalui ruas jalan di

persimpangan. Berikut merupakan rincian penerapan solusi masing-masing ruas untuk 3 skenario yang akan diterapkan dalam model simulasi lalu lintas.

Tabel 4.34 Rancangan Skenario Pengamatan Pagi

Skenario	Ruas Jalan	Waktu Hijau	Kebijakan Lalu Lintas
Eksisting	MT. Haryono Timur	20	Tidak ada perubahan
	Gajayana	20	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	20	Tidak ada perubahan
1	MT. Haryono Timur	6	Tidak ada perubahan
	Gajayana	13	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	11	Tidak ada perubahan
2	MT. Haryono Timur	6	Belok kiri langsung ke Jalan Gajayana
	Gajayana	13	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	11	Tidak ada perubahan
3	MT. Haryono Timur	5	Belok kiri langsung ke Jalan Gajayana
	Gajayana	12	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	10	Tidak ada perubahan

Pada skenario 1, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau masing-masing ruas, yaitu 6 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur, 13 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 11 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat. Pada skenario 2, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau masing-masing ruas dan kebijakan lalu lintas, yaitu 6 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur dan diperbolehkan belok kiri langsung ke Jalan Gajayana, 13 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 11 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat. Pada skenario 3, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau yang disesuaikan dengan *waiting time* masing-masing ruas dan kebijakan lalu lintas, yaitu 5 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur dan diperbolehkan belok kiri langsung ke Jalan Gajayana, 12 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 10 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat.

#### 4.3.2.2 Perancangan skenario pengamatan siang

Terdapat tiga tahap dalam penentuan skenario lampu lalu lintas untuk mengurangi durasi antrian kendaraan pada Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang di siang hari, yaitu pada jam 12.00-13.00.

##### 1. Identifikasi kondisi model eksisting dan sumber masalah

Masalah yang terjadi pada sistem lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang di siang hari, yaitu jam 12.00-13.00 berdasarkan hasil simulasi adalah tingginya waktu tunggu kendaraan di ruas Jalan MT. Haryono Timur dan kurangnya *output* kendaraan di ruas Jalan Gajayana hal ini terjadi karena banyaknya kendaraan yang melalui ruas jalan dan tingginya waktu siklus di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Sedangkan dari perhitungan MKJI ruas jalan yang memiliki derajat

kejenuhan paling tinggi adalah Jalan MT. Haryono Barat karena lebar jalan tidak sebanding dengan jumlah kendaraan yang melalui ruas jalan.

## 2. Inisialisasi dengan perhitungan MKJI

Inisialisasi digunakan untuk mengetahui dasar perancangan skenario yang akan diterapkan di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Tahap inisialisasi ini menggunakan dasar perhitungan MKJI, yaitu dengan penyesuaian derajat kejenuhan masing-masing ruas sehingga nilai derajat kejenuhan masing-masing ruas kurang dari 1. Tabel 4.35 menunjukkan hasil perhitungan MKJI yang digunakan dalam tahap inisialisasi, yaitu waktu hijau dan derajat kejenuhan masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

Tabel 4.35 Inisialisasi Pengamatan Siang

Inisialisasi	Ruas Jalan	Waktu Hijau	Derajat Kejenuhan
Eksisting	MT. Haryono Timur	20	0,60
	Gajayana	20	1,10
	MT. Haryono Barat	20	2,30
1	MT. Haryono Timur	17	0,71
	Gajayana	8	0,71
	MT. Haryono Barat	7	0,71
2	MT. Haryono Timur	14	0,69
	Gajayana	9	0,69
	MT. Haryono Barat	7	0,69
3	MT. Haryono Timur	13	0,61
	Gajayana	9	0,61
	MT. Haryono Barat	6	0,61

Waktu hijau masing-masing ruas dihitung dengan referensi MKJI yang terlampir di Lampiran 3. Derajat kejenuhan, yaitu derajat kepadatan/kejenuhan suatu jalan dari masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang pada kondisi eksisting memiliki nilai untuk Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, dan Jalan MT. Haryono Barat, yaitu 0,60; 1,10; dan 2,30 yang didapatkan dari hasil perhitungan yang terlampir dalam Lampiran 4. Nilai derajat kejenuhan ini masih belum mendekati ideal karena derajat kejenuhan di ruas Jalan Gajayana dan Jalan MT. Haryono Barat memiliki nilai lebih dari 1. Untuk memperbaiki sistem lalu lintas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang maka diperlukan penyesuaian derajat kejenuhan. Dari tahap inisialisasi diketahui bahwa semakin kecil waktu siklus dan waktu hijau masing-masing ruas jalan, maka semakin kecil pula nilai derajat kejenuhan masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

## 3. Penentuan solusi

Solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi waktu tunggu kendaraan (*waiting time*) adalah dengan mengurangi waktu siklus, penyesuaian waktu hijau masing-masing

ruas sesuai dengan jumlah entitas yang memasuki ruas, dan penerapan kebijakan lalu lintas. Dalam penentuan solusi yang akan diterapkan dapat mempertimbangkan hasil inisialisasi dengan perhitungan MKJI, yaitu dengan mengurangi waktu siklus di persimpangan. Selain itu, dalam penyesuaian waktu hijau, ruas yang memiliki *waiting time* kendaraan paling tinggi, yaitu MT. Haryono Timur diberi waktu hijau lebih lama dibanding ruas lainnya, yaitu ruas Jalan Gajayana dan Jalan MT. Haryono Barat yang memiliki *waiting time* kendaraan lebih rendah dibanding ruas Jalan MT. Haryono Timur. Selain melakukan penyesuaian waktu hijau, solusi lain yang dapat diterapkan untuk mengurangi durasi antrian kendaraan adalah dengan menerapkan kebijakan lalu lintas. Dalam penerapan kebijakan lalu lintas yang baru, yaitu belok kiri langsung dari Jalan MT. Haryono Timur ke Jalan Gajayana, telah diperhitungkan kapasitas jalan yang tersedia sehingga kemungkinan untuk terjadinya perlambatan laju kendaraan sangat kecil. Selain itu, kendaraan yang mayoritas melalui Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang adalah sepeda motor (kendaraan roda 2) sehingga tidak membutuhkan kapasitas jalan yang besar untuk menampung kendaraan yang melalui ruas jalan di persimpangan. Berikut merupakan rincian penerapan solusi masing-masing ruas untuk 3 skenario yang akan diterapkan dalam model simulasi lalu lintas.

Tabel 4.36 Rancangan Skenario Pengamatan Siang

Skenario	Ruas Jalan	Waktu Hijau	Kebijakan Lalu Lintas
Eksisting	MT. Haryono Timur	20	Tidak ada perubahan
	Gajayana	20	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	20	Tidak ada perubahan
1	MT. Haryono Timur	14	Tidak ada perubahan
	Gajayana	9	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	7	Tidak ada perubahan
2	MT. Haryono Timur	14	Belok kiri langsung ke Jalan Gajayana
	Gajayana	9	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	7	Tidak ada perubahan
3	MT. Haryono Timur	13	Belok kiri langsung ke Jalan Gajayana
	Gajayana	9	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	6	Tidak ada perubahan

Pada skenario 1, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau masing-masing ruas, yaitu 14 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur, 9 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 7 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat. Pada skenario 2, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau masing-masing ruas dan kebijakan lalu lintas, yaitu 14 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur dan diperbolehkan belok kiri langsung ke Jalan Gajayana, 9 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 7 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat. Pada skenario 3, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau yang disesuaikan dengan *waiting time*

masing-masing ruas dan kebijakan lalu lintas, yaitu 13 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur dan diperbolehkan belok kiri langsung ke Jalan Gajayana, 9 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 6 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat.

#### 4.3.2.3 Perancangan skenario pengamatan sore

Terdapat tiga tahap dalam penentuan skenario lampu lalu lintas untuk mengurangi durasi antrian kendaraan pada Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang di sore hari, yaitu pada jam 16.00-18.00.

##### 1. Identifikasi kondisi model eksisting dan sumber masalah

Masalah yang terjadi pada sistem lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang di sore hari, yaitu jam 16.00-18.00 berdasarkan hasil simulasi adalah tingginya waktu tunggu kendaraan di ruas Jalan MT. Haryono Timur dan kurang optimalnya *output* kendaraan di ruas Jalan Gajayana hal ini terjadi karena banyaknya kendaraan yang melalui ruas jalan dan tingginya waktu siklus di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Sedangkan dari perhitungan MKJI ruas jalan yang memiliki derajat kejenuhan paling tinggi adalah Jalan Gajayana karena lebar jalan tidak sebanding dengan jumlah kendaraan yang melalui ruas jalan.

##### 2. Inisialisasi dengan perhitungan MKJI

Inisialisasi digunakan untuk mengetahui dasar perancangan skenario yang akan diterapkan di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang. Tahap inisialisasi ini menggunakan dasar perhitungan MKJI, yaitu dengan penyesuaian derajat kejenuhan masing-masing ruas sehingga nilai derajat kejenuhan masing-masing ruas kurang dari 1. Tabel 4.37 menunjukkan hasil perhitungan MKJI yang digunakan dalam tahap inisialisasi, yaitu waktu hijau dan derajat kejenuhan masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

Tabel 4.37 Inisialisasi Pengamatan Sore

Inisialisasi	Ruas Jalan	Waktu Hijau	Derajat Kejenuhan
Eksisting	MT. Haryono Timur	20	1,32
	Gajayana	20	2,25
	MT. Haryono Barat	20	2,14
1	MT. Haryono Timur	14	0,70
	Gajayana	11	0,70
	MT. Haryono Barat	7	0,70
2	MT. Haryono Timur	15	0,69
	Gajayana	10	0,69
	MT. Haryono Barat	6	0,69
3	MT. Haryono Timur	13	0,67
	Gajayana	9	0,67
	MT. Haryono Barat	6	0,67

Waktu hijau masing-masing ruas dihitung dengan referensi MKJI yang terlampir di Lampiran 3. Derajat kejenuhan, yaitu derajat kepadatan/kejenuhan suatu jalan dari masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang pada kondisi eksisting memiliki nilai untuk Jalan MT. Haryono Timur, Jalan Gajayana, dan Jalan MT, Haryono Barat, yaitu 1,32; 2,25; dan 2,14 yang didapatkan dari hasil perhitungan yang terlampir dalam Lampiran 5. Nilai derajat kejenuhan ini masih belum mendekati ideal karena memiliki nilai lebih dari 1. Untuk memperbaiki sistem lalu lintas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang maka diperlukan penyesuaian derajat kejenuhan. Dari tahap inialisasi diketahui bahwa semakin kecil waktu siklus dan waktu hijau masing-masing ruas jalan, maka semakin kecil pula nilai derajat kejenuhan masing-masing ruas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang.

### 3. Penentuan solusi

Solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi waktu tunggu kendaraan (*waiting time*) adalah dengan mengurangi waktu siklus, penyesuaian waktu hijau masing-masing ruas sesuai dengan jumlah entitas yang memasuki ruas, dan penerapan kebijakan lalu lintas. Dalam penentuan solusi yang akan diterapkan dapat mempertimbangkan hasil inialisasi dengan perhitungan MKJI, yaitu dengan mengurangi waktu siklus di persimpangan. Selain itu, dalam penyesuaian waktu hijau, ruas yang memiliki *waiting time* kendaraan paling tinggi, yaitu MT. Haryono Timur diberi waktu hijau lebih lama dibanding ruas lainnya, yaitu ruas Jalan Gajayana dan Jalan MT. Haryono Barat yang memiliki *waiting time* kendaraan lebih rendah dibanding ruas Jalan MT. Haryono Timur. Selain melakukan penyesuaian waktu hijau, solusi lain yang dapat diterapkan untuk mengurangi durasi antrian kendaraan adalah dengan menerapkan kebijakan lalu lintas. Dalam penerapan kebijakan lalu lintas yang baru, yaitu belok kiri langsung dari Jalan MT. Haryono Timur ke Jalan Gajayana, telah diperhitungkan kapasitas jalan yang tersedia sehingga kemungkinan untuk terjadinya perlambatan laju kendaraan sangat kecil. Selain itu, kendaraan yang mayoritas melalui Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang adalah sepeda motor (kendaraan roda 2) sehingga tidak membutuhkan kapasitas jalan yang besar untuk menampung kendaraan yang melalui ruas jalan di persimpangan. Berikut merupakan rincian penerapan solusi masing-masing ruas untuk 3 skenario yang akan diterapkan dalam model simulasi lalu lintas.

Tabel 4.38 Rancangan Skenario Pengamatan Sore

Skenario	Ruas Jalan	Waktu Hijau	Kebijakan Lalu Lintas
Eksisting	MT. Haryono Timur	20	Tidak ada perubahan
	Gajayana	20	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	20	Tidak ada perubahan
1	MT. Haryono Timur	15	Tidak ada perubahan
	Gajayana	10	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	6	Tidak ada perubahan
2	MT. Haryono Timur	15	Belok kiri langsung ke Jalan Gajayana
	Gajayana	10	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	6	Tidak ada perubahan
3	MT. Haryono Timur	13	Belok kiri langsung ke Jalan Gajayana
	Gajayana	9	Tidak ada perubahan
	MT. Haryono Barat	6	Tidak ada perubahan

Pada skenario 1, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau masing-masing ruas, yaitu 15 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur, 10 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 6 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat. Pada skenario 2, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau masing-masing ruas dan kebijakan lalu lintas, yaitu 15 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur dan diperbolehkan belok kiri langsung ke Jalan Gajayana, 10 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 6 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat. Pada skenario 3, perubahan yang diterapkan dari model eksisting adalah waktu hijau yang disesuaikan dengan *waiting time* masing-masing ruas dan kebijakan lalu lintas, yaitu 13 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Timur dan diperbolehkan belok kiri langsung ke Jalan Gajayana, 9 detik pada ruas Jalan Gajayana, dan 6 detik pada ruas Jalan MT. Haryono Barat.

### 4.3.3 Analisis Hasil Skenario

Setelah melakukan perubahan durasi lampu lalu lintas pada Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang, maka dilakukan simulasi untuk mendapatkan hasil dari skenario yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil simulasi didapatkan dari skenario 1-3 dari masing-masing data, yaitu pengamatan pagi, siang, dan sore. Tujuan dari melakukan analisis simulasi skenario perbaikan adalah untuk membandingkan skenario yang dibuat dan nantinya akan dipilih skenario terbaik diantara tiga skenario yang diberikan untuk masing-masing pengamatan. Dalam menganalisis hasil skenario dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu analisis hasil skenario untuk pengamatan pagi, pengamatan siang, dan pengamatan sore.

#### 4.3.3.1 Analisis hasil skenario pengamatan pagi

Berikut merupakan *output* hasil skenario model simulasi untuk pengamatan pagi yang disajikan dalam Tabel 4.39

Tabel 4.39 *Output* Hasil Skenario Pengamatan Pagi

Skenario	Ruas Jalan	Output Simulasi			
		Number Out		Waiting Time	
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 1	Replikasi 2
Eksisting	MT. Haryono Timur	6048	6113	16,2718	16,4099
	Gajayana	3015	2898	16,9107	17,1296
	MT. Haryono Barat	3273	3339	15,4621	14,6073
1	MT. Haryono Timur	5975	6039	15,9431	14,7557
	Gajayana	3009	2972	6,1241	6,0045
	MT. Haryono Barat	3423	3343	6,6709	6,7111
2	MT. Haryono Timur	6008	6136	10,5921	10,5317
	Gajayana	3000	2906	5,9845	6,0301
	MT. Haryono Barat	3331	3344	6,7147	6,4656
3	MT. Haryono Timur	6016	6142	9,4859	9,8593
	Gajayana	2997	2905	5,2266	5,3792
	MT. Haryono Barat	3334	3346	9,4859	5,9159

Berdasarkan *output* hasil simulasi tiga skenario Pengamatan Pagi yang telah ditentukan sebelumnya, untuk ruas Jalan MT. Haryono Timur *Number Out* terbesar terletak pada skenario 3 yaitu 6016 untuk replikasi 1 dan 6142 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 3 yaitu 9,4859 untuk replikasi 1 dan 9,8593 untuk replikasi 2. Untuk ruas Jalan Gajayana *Number Out* terbesar terletak pada skenario 1 yaitu 3009 untuk replikasi 1 dan 2972 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 3 yaitu 5,2266 untuk replikasi 1 dan 5,3792 untuk replikasi 2. Untuk ruas Jalan MT. Haryono Barat *Number Out* terbesar terletak pada skenario 1 yaitu 3423 untuk replikasi 1 dan pada skenario 3 yaitu 3346 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 1 yaitu 6,6709 untuk replikasi 1 dan pada skenario 3 yaitu 5,9159 untuk replikasi 2.

#### 4.3.3.2 Analisis hasil skenario pengamatan siang

Berikut merupakan *output* hasil skenario model simulasi untuk pengamatan siang yang disajikan dalam Tabel 4.40

Tabel 4.40 *Output* Hasil Skenario Pengamatan Siang

Skenario	Ruas Jalan	Output Simulasi			
		Number Out		Waiting Time	
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 1	Replikasi 2
Eksisting	MT. Haryono Timur	5767	5796	19,1359	19,5365
	Gajayana	3348	3370	17,0733	16,9009
	MT. Haryono Barat	4110	4224	14,6334	15,0979
1	MT. Haryono Timur	5688	5703	6,0332	5,9376
	Gajayana	3287	3387	9,5335	9,7014
	MT. Haryono Barat	4116	4263	9,5949	9,5937
2	MT. Haryono Timur	5666	5780	5,1058	5,0238
	Gajayana	3375	3305	9,5440	9,6090
	MT. Haryono Barat	4183	4218	9,7713	9,6099
3	MT. Haryono Timur	5669	5782	4,7672	4,6618
	Gajayana	3375	3305	8,2051	8,5732
	MT. Haryono Barat	4183	4218	9,3300	9,5233

Berdasarkan *output* hasil simulasi tiga skenario Pengamatan Pagi yang telah ditentukan sebelumnya, untuk ruas Jalan MT. Haryono Timur *Number Out* terbesar terletak pada skenario 1 yaitu 5688 untuk replikasi 1 dan skenario 3 yaitu 5782 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 3 yaitu 4,7672 untuk replikasi 1 dan 4,6618 untuk replikasi 2. Untuk ruas Jalan Gajayana *Number Out* terbesar terletak pada skenario 2 yaitu 3375 untuk replikasi 1 dan pada skenario 1 yaitu 3387 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 3 yaitu 8,2051 untuk replikasi 1 dan 8,5732 untuk replikasi 2. Untuk ruas Jalan MT. Haryono Barat *Number Out* terbesar terletak pada skenario 2 yaitu 4183 untuk replikasi 1 dan pada skenario 1 yaitu 4263 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 3 yaitu 9,3300 untuk replikasi 1 dan 9,5233 untuk replikasi 2.

#### 4.3.3.2 Analisis hasil skenario pengamatan sore

Berikut merupakan *output* hasil skenario model simulasi untuk pengamatan sore yang disajikan dalam Tabel 4.41

Tabel 4.41 *Output* Hasil Skenario Pengamatan Sore

Skenario	Ruas Jalan	Output Simulasi			
		Number Out		Waiting Time	
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 1	Replikasi 2
Eksisting	MT. Haryono Timur	7290	7218	340,67	355,63
	Gajayana	3796	3868	18,8284	18,8574
	MT. Haryono Barat	5095	5095	15,1556	15,2133
1	MT. Haryono Timur	7325	7281	6,3174	6,2678
	Gajayana	4084	4155	11,1216	11,1923
	MT. Haryono Barat	5267	5254	11,5385	11,8982
2	MT. Haryono Timur	7294	7215	5,2147	5,3175
	Gajayana	4099	4105	27,3684	23,8410
	MT. Haryono Barat	5271	5370	10,0207	9,9025
3	MT. Haryono Timur	7307	7227	4,8850	5,0233
	Gajayana	4100	4105	10,7391	11,2084
	MT. Haryono Barat	5271	5370	7,3570	7,1948

Berdasarkan *output* hasil simulasi tiga skenario Pengamatan Pagi yang telah ditentukan sebelumnya, untuk ruas Jalan MT. Haryono Timur *Number Out* terbesar terletak pada skenario 1 yaitu 7325 untuk replikasi 1 dan 7281 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 3 yaitu 4,8850 untuk replikasi 1 dan 5,0233 untuk replikasi 2. Untuk ruas Jalan Gajayana *Number Out* terbesar terletak pada skenario 3 yaitu 4100 untuk replikasi 1 dan 4105 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 3 yaitu 10,7391 untuk replikasi 1 dan pada skenario 1 yaitu 11,1923 untuk replikasi 2. Untuk ruas Jalan MT. Haryono Barat *Number Out* terbesar terletak pada skenario 2 dan 3 yaitu 5271 untuk replikasi 1 dan 5370 untuk replikasi 2 sedangkan untuk *waiting time* terkecil terletak pada skenario 3 yaitu 7,3570 untuk replikasi 1 dan 7,1948 untuk replikasi 2.

#### 4.3.4 Pemilihan skenario terbaik

Hasil dari ketiga skenario rancangan durasi lampu lalu lintas Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang akan dibandingkan dengan hasil model eksisting. Dalam pemilihan skenario terbaik, *waiting time* terkecil menjadi pertimbangan yang diutamakan dibanding dengan *number out*. Berikut merupakan rangkuman *output* hasil simulasi ketiga skenario untuk masing-masing data yang disajikan dalam Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Rangkuman *Output* Hasil Skenario Bagian 1

Data Pengamatan Pagi					
Skenario	Ruas Jalan	Output Simulasi			
		Number Out		Waiting Time	
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 1	Replikasi 2
Eksisting	MT. Haryono Timur	6048	6113	16,2718	16,4099
	Gajayana	3015	2898	16,9107	17,1296
	MT. Haryono Barat	3273	3339	15,4621	14,6073
1	MT. Haryono Timur	5975	6039	15,9431	14,7557
	Gajayana	3009	2972	6,1241	6,0045
	MT. Haryono Barat	3423	3343	6,6709	6,7111
2	MT. Haryono Timur	6008	6136	10,5921	10,5317
	Gajayana	3000	2906	5,9845	6,0301
	MT. Haryono Barat	3331	3344	6,7147	6,4656
3	MT. Haryono Timur	6016	6142	9,4859	9,8593
	Gajayana	2997	2905	5,2266	5,3792
	MT. Haryono Barat	3334	3346	9,4859	5,9159
Data Pengamatan Siang					
Eksisting	MT. Haryono Timur	5767	5796	19,1359	19,5365
	Gajayana	3348	3370	17,0733	16,9009
	MT. Haryono Barat	4110	4224	14,6334	15,0979
1	MT. Haryono Timur	5688	5703	6,0332	5,9376
	Gajayana	3287	3387	9,5335	9,7014
	MT. Haryono Barat	4116	4263	9,5949	9,5937
2	MT. Haryono Timur	5666	5780	5,1058	5,0238
	Gajayana	3375	3305	9,5440	9,6090
	MT. Haryono Barat	4183	4218	9,7713	9,6099
3	MT. Haryono Timur	5669	5782	4,7672	4,6618
	Gajayana	3375	3305	8,2051	8,5732
	MT. Haryono Barat	4183	4218	9,3300	9,5233
Data Pengamatan Sore					
Eksisting	MT. Haryono Timur	7290	7218	340,67	355,63
	Gajayana	3796	3868	18,8284	18,8574
	MT. Haryono Barat	5095	5095	15,1556	15,2133
1	MT. Haryono Timur	7325	7281	6,3174	6,2678
	Gajayana	4084	4155	11,1216	11,1923
	MT. Haryono Barat	5267	5254	11,5385	11,8982
2	MT. Haryono Timur	7294	7215	5,2147	5,3175
	Gajayana	4099	4105	27,3684	23,8410
	MT. Haryono Barat	5271	5370	10,0207	9,9025
3	MT. Haryono Timur	7307	7227	4,8850	5,0233
	Gajayana	4100	4105	10,7391	11,2084
	MT. Haryono Barat	5271	5370	7,3570	7,1948

Skenario terpilih untuk pengamatan pagi adalah skenario 3, yaitu dengan durasi lampu lalu lintas di ruas Jalan MT. Haryono Timur 5 detik, Jalan Gajayana 12 detik, dan Jalan MT. Haryono Barat 10 detik dengan penambahan kebijakan lalu lintas berupa belok kiri langsung untuk kendaraan dari Jalan MT. Haryono Timur ke Jalan Gajayana. Skenario 3 terpilih sebagai skenario terbaik karena rata-rata memiliki *waiting time* terkecil dan *number out* terbesar.

Skenario terpilih untuk pengamatan siang adalah skenario 3, yaitu dengan durasi lampu lalu lintas di ruas Jalan MT. Haryono Timur 13 detik, Jalan Gajayana 9 detik, dan Jalan MT. Haryono Barat 6 detik dengan penambahan kebijakan lalu lintas berupa belok kiri langsung untuk kendaraan dari Jalan MT. Haryono Timur ke Jalan Gajayana. Skenario 3 terpilih sebagai skenario terbaik karena rata-rata memiliki *waiting time* terkecil dan *number out* terbesar.

Skenario terpilih untuk pengamatan sore adalah skenario 3, yaitu dengan durasi lampu lalu lintas di ruas Jalan MT. Haryono Timur 13 detik, Jalan Gajayana 9 detik, dan Jalan MT. Haryono Barat 6 detik dengan penambahan kebijakan lalu lintas berupa belok kiri langsung untuk kendaraan dari Jalan MT. Haryono Timur ke Jalan Gajayana. Skenario 3 terpilih sebagai skenario terbaik karena rata-rata memiliki *waiting time* terkecil dan *number out* terbesar.

Skenario-skenario terpilih untuk waktu pengamatan pagi (jam 06.00-08.00), siang (jam 12.00-13.00), dan sore (jam 16.00-18.00) nantinya dapat diterapkan untuk penyusunan skenario ATCS (*Area Traffic Control System*) lampu lalu lintas di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang sehingga durasi lampu lalu lintas dapat disesuaikan dengan kepadatan lalu lintas. Dengan penyesuaian durasi lampu lalu lintas, durasi antrian kendaraan yang panjang dapat dikurangi sehingga efektifitas sistem transportasi di Persimpangan Jalan MT. Haryono Jalan Gajayana, Malang meningkat.