

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Masukan

Data masukan penelitian berdasarkan hasil survei yang dilakukan pada Senin, 29 April 2019 terdiri dari data geometrik simpang, kondisi lingkungan, volume lalu lintas dan jenis kendaraan, waktu siklus dan fase APILL, serta kecepatan setempat.

4.1.1. Geometrik simpang dan kondisi lingkungan

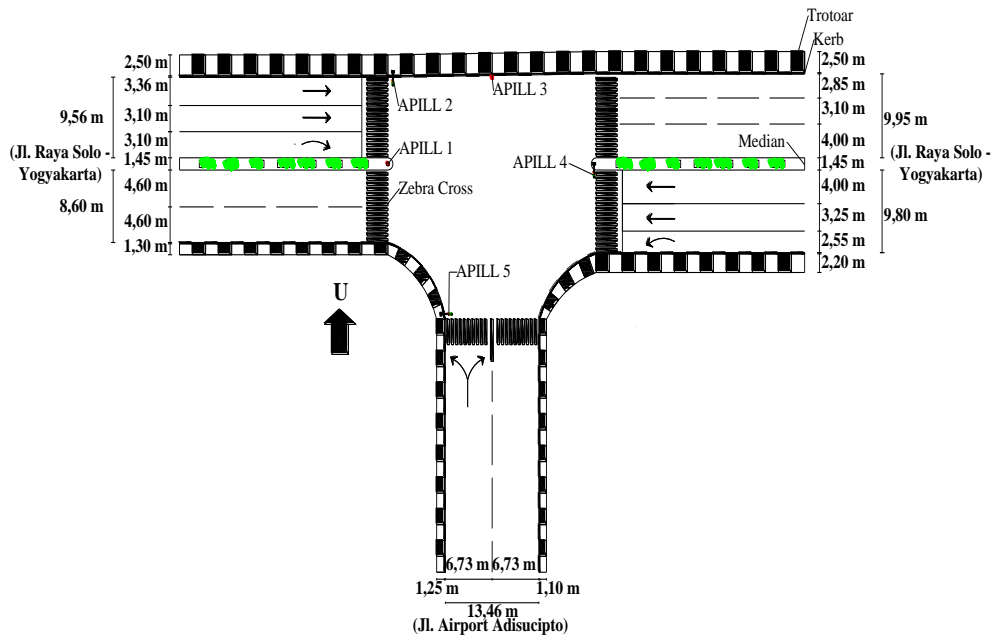
Berdasarkan hasil survei geometrik dan kondisi lingkungan yang dilakukan di Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta dengan pengamatan visual dan dilakukan pengukuran didapatkan lebar lajur pada masing-masing lengan seperti yang dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2. Geometrik simpang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan alat ukur *walking measure* dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Tabel 4.1. Geometri Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

Nama Jalan	Pendekat (m)			
	Lebar Pendekat (WA)	Lebar Masuk (WENTRY)	Belok kiri lanngsung (WLTOR)	Lebar Keluar (WEXIT)
	Jl. Raya Solo – Yogyakarta (B)	9,56	9,56	
Jl. Raya Solo – Yogyakarta (T)	9,8	9,8	2,55	9,95
Jl. Airport Adisucipto (S)	6,73	6,73	2	6,73

Tabel 4.2. Kondisi Lingkungan Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

Nama Jalan	Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping Tinggi/Rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak
Jl. Raya Solo – Yogyakarta (B)	Permukiman	Sedang	Ya		Tidak
Jl. Raya Solo – Yogyakarta (T)	Permukiman	Sedang	Ya		Tidak
Jl. Airport Adisucipto (S)	Permukiman	Sedang	Tidak		Ya



Gambar 4.1. Geometrik Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta (tanpa skala)



Gambar 4.2. Pengukuran Geometrik Simpang

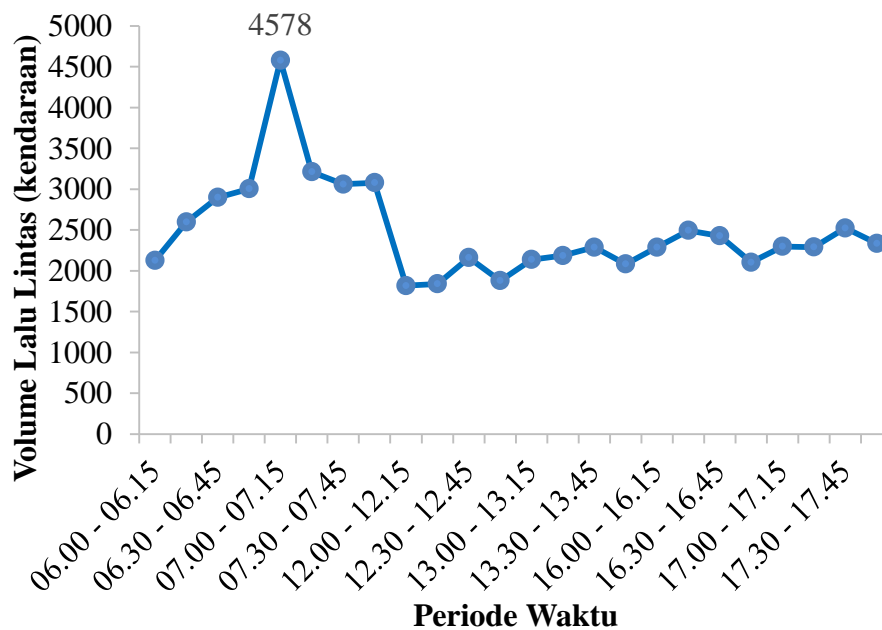
4.1.2. Volume lalu lintas dan jenis kendaraan

Survei pencacahan dilakukan pada hari Senin, 29 April 2019. Waktu survei yang dilakukan pada tiap lengan simpang yaitu pukul 06.00-08.00, 12.00-14.00, dan 16.00-18.00 yang dianggap waktu kondisi lalu lintas dengan volume tertinggi sehingga mendapatkan panjang antrian yang maksimum. Survei pencacahan kendaraan di simpang Bandar Udara Adisucipto dapat dilihat pada Gambar 3.6. Berdasarkan hasil survei pencacahan kendaraan yang terdiri dari kendaraan berat

(*HV*), kendaraan ringan (*LV*), sepeda motor (*MC*), dan kendaraan tidak bermotor (*UM*) menunjukkan bahwa volume jam puncak tertinggi pada pukul 07.00 – 08.00 sebesar 13.930 kendaraan/jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Survei Pencacahan Kendaraan

Periode Waktu	Lengan						Total (kend)
	Barat		Timur		Selatan		
	T	S	B	S	B	T	
06.00 - 07.00	2839	961	5640	217	764	205	10626
06.15 - 07.15	3253	995	7555	212	822	241	13078
06.30 - 07.30	3611	991	7794	206	818	274	13694
06.45 - 07.45	3724	984	7870	197	798	283	13856
07.00 - 08.00	3768	984	7937	183	770	288	13930
12.00 - 13.00	2818	844	2872	309	636	218	7697
12.15 - 13.15	2983	855	2894	302	704	278	8016
12.30 - 13.30	2966	869	3071	293	812	352	8363
12.45 - 13.45	2984	871	3047	290	875	424	8491
13.00 - 14.00	3075	877	3106	256	907	474	8695
16.00 - 17.00	4826	768	2464	171	806	279	9314
16.15 - 17.15	4775	748	2518	185	792	306	9324
16.30 - 17.30	4534	748	2553	184	782	319	9120
16.45 - 17.45	4647	747	2600	169	745	309	9217
17.00 - 18.00	5018	744	2501	179	727	280	9449

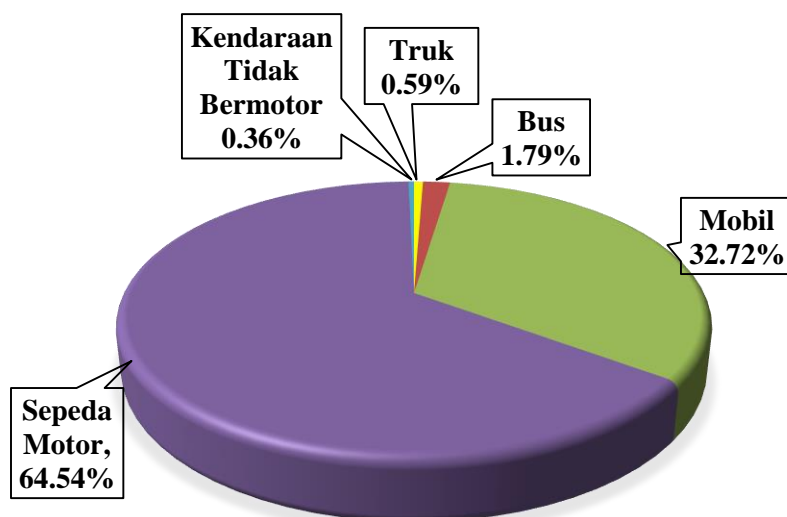


Gambar 4.3. Hasil Survei Pencacahan Kendaraan

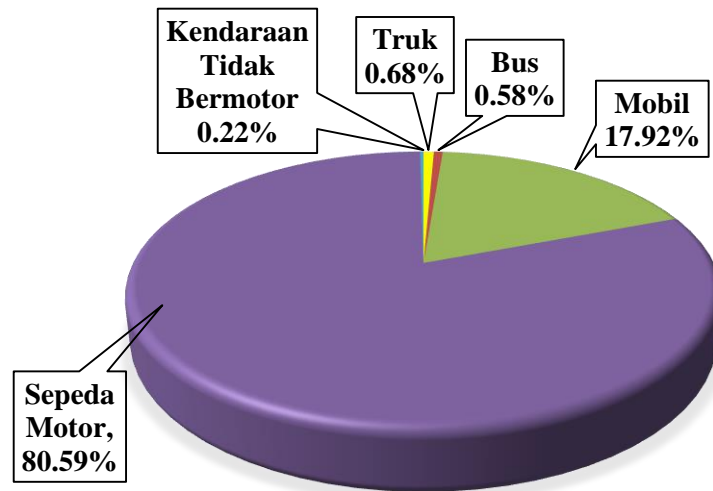
Distribusi kendaraan berat (*HV*) meliputi truk dan bus, kendaraan ringan (*LV*) meliputi angkutan kota, *pickup*, *box*, dan mobil pribadi, sepeda motor (*MC*) meliputi sepeda motor dan becak motor, serta kendaraan tidak bermotor (*UM*) meliputi sepeda dan becak untuk volume jam puncak dapat dilihat pada Tabel 4.4. Berdasarkan volume lalu lintas pada jam puncak didapatkan persentase volume lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan pada masing-masing lengan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 untuk lengan barat, Gambar 4.5 untuk lengan timur, dan Gambar 4.6 untuk lengan selatan.

Tabel 4.4. Volume Lalu Lintas Jam Puncak Tertinggi

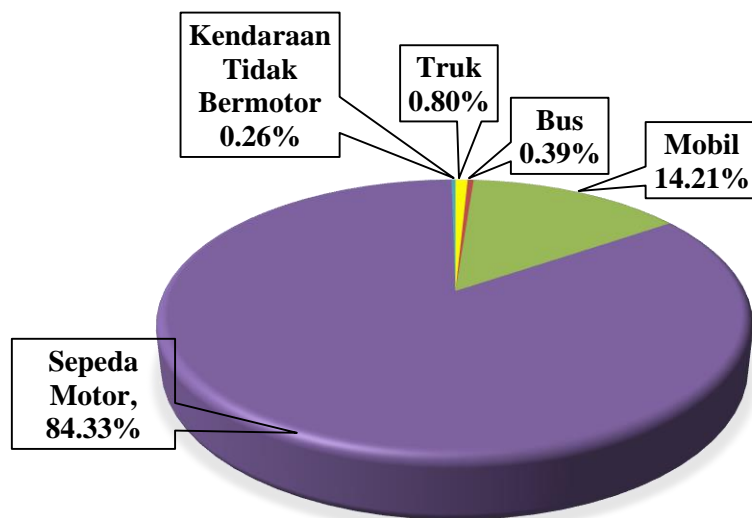
Periode Waktu	Lengan	Arah	Jenis Kendaraan (kend/jam)				
			Truk	Bus	Mobil	Sepeda Motor	Kendaraan Tidak Bermotor
07.00 - 08.00	Barat	Timur	27	58	1029	2637	17
		Selatan	1	27	526	430	0
	Timur	Barat	60	25	1073	6759	20
		Selatan	5	7	81	89	1
	Selatan	Barat	2	7	379	382	0
		Timur	2	6	133	147	0



Gambar 4.4. Komposisi Kendaraan pada Volume Lalu Lintas Jam Puncak Tertinggi (Lengan Barat)



Gambar 4.5. Komposisi Kendaraan pada Volume Lalu Lintas Jam Puncak Tertinggi (Lengan Timur)



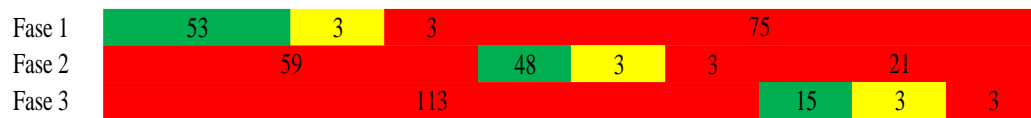
Gambar 4.6. Komposisi Kendaraan pada Volume Lalu Lintas Jam Puncak Tertinggi (Lengan Selatan)

4.1.3. Waktu siklus dan fase APILL

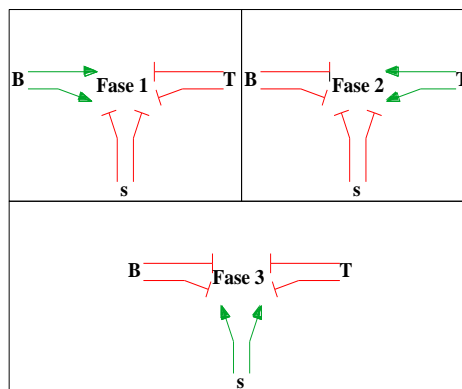
Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta memiliki waktu siklus 134 detik yang ditunjukkan pada Tabel 4.5, diagram waktu siklus yang ditunjukkan pada Gambar 4.7, dan pergerakan fase APILL seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.

Tabel 4.5. Waktu Siklus Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

Lengan	Hijau (detik)	Kuning (detik)	Merah (detik)	M _{semua} (detik)	Total (detik)
Barat	53	3	75	3	134
Timur	48	3	80	3	134
Selatan	11	3	117	3	134



Gambar 4.7. Diagram Waktu Silkus Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta



Gambar 4.8. Fase APILL Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

4.1.4. Kecepatan kendaraan

Berdasarkan data kecepatan kendaraan yang diperoleh dari hasil survei di lapangan didapatkan hasil persentase kumulatif untuk kecepatan dimana hasilnya berupa data kecepatan rata-rata kendaraan dan kurva persentase kumulatif. Kecepatan rata-rata kendaraan pada kondisi eksisting untuk kendaraan bermotor sebesar 39,95 km/jam, kendaraan ringan sebesar 31,23 km/jam, dan kendaraan berat sebesar 29,56 km/jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Kurva persentase kecepatan kumulatif dapat dilihat pada Gambar 4.9 untuk lengan barat, Gambar 4.10 untuk lengan timur, dan Gambar 4.11 untuk lengan selatan. Selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8.

Tabel 4.6. Kecepatan rata-rata kendaraan

Jenis Kendaraan	Kecepatan (km/jam)			Rata- rata
	Lengan			
	B	T	S	
HV	29,62	31,78	27,28	29,56
LV	34,12	31,28	28,28	31,23
MC	45,62	43,95	30,28	39,95

Tabel 4.7. Interval Kecepatan Sepeda Motor (MC) Lengan Barat

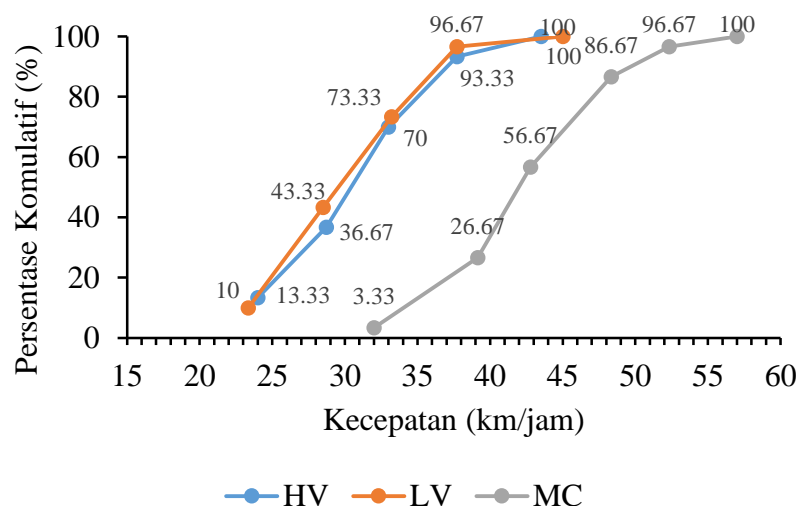
Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	0	0	0	0
20 - 25	22,45	0	0	0	0
25 - 30	27,45	0	0	0	0
30 - 35	32,45	1	1	3,33	3,33
35 - 40	37,45	7	8	23,33	26,67
40 - 45	42,45	9	17	30,00	56,67
45 - 50	47,45	9	26	30,00	86,67
50 - 55	52,45	3	29	10,00	96,67
55 - 60	57,45	1	30	3,33	100
Total		30			

Tabel 4.8. Interval Kecepatan Kendaraan Ringan (LV) Lengan Barat

Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	0	0	0	0
20 - 25	22,45	3	3	10,00	10,00
25 - 30	27,45	10	13	33,33	43,33
30 - 35	32,45	9	22	30,00	73,33
35 - 40	37,45	7	29	23,33	96,67
40 - 45	42,45	1	30	3,33	100
45 - 50	47,45	0	30	0	100
50 - 55	52,45	0	30	0	100
55 - 60	57,45	0	30	0	100
Total		30			

Tabel 4.9. Interval Kecepatan Kendaraan Berat (HV) Lengan Barat

Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	0	0	0,00	0,00
20 - 25	22,45	4	4	13,33	13,33
25 - 30	27,45	7	11	23,33	36,67
30 - 35	32,45	10	21	33,33	70,00
35 - 40	37,45	7	28	23,33	93,33
40 - 45	42,45	2	30	6,67	100,00
45 - 50	47,45	0	30	0	100,00
50 - 55	52,45	0	30	0,00	100
55 - 60	57,45	0	30	0	100
Total		30			



Gambar 4.9. Persentase Kecepatan Kumulatif Lengan Barat

Tabel 4.10. Interval Kecepatan Sepeda Motor (MC) Lengan Timur

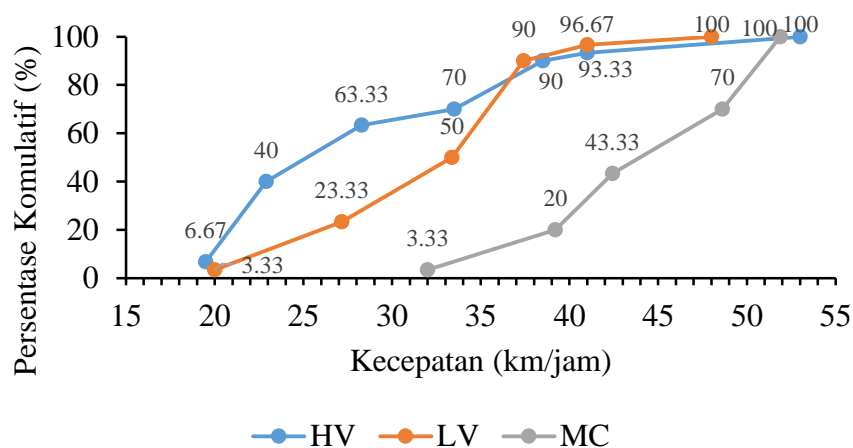
Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	0	0	0,00	0,00
20 - 25	22,45	0	0	0,00	0,00
25 - 30	27,45	0	0	0,00	0,00
30 - 35	32,45	1	1	3,33	3,33
35 - 40	37,45	5	6	16,67	20,00
40 - 45	42,45	7	13	23,33	43,33
45 - 50	47,45	8	21	26,67	70,00
50 - 55	52,45	9	30	30,00	100
55 - 60	57,45	0	30	0	100
Total		30			

Tabel 4.11. Interval Kecepatan Kendaraan Ringan (LV) Lengan Timur

Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	1	1	3,33	3,33
20 - 25	22,45	0	1	0,00	3,33
25 - 30	27,45	6	7	20,00	23,33
30 - 35	32,45	8	15	26,67	50,00
35 - 40	37,45	12	27	40	90,00
40 - 45	42,45	2	29	6,67	96,67
45 - 50	47,45	1	30	3,33	100,00
50 - 55	52,45	0	30	0,00	100
55 - 60	57,45	0	30	0	100
Total		30			

Tabel 4.12. Interval Kecepatan Kendaraan Berat (HV) Lengan Timur

Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	2	2	6,67	6,67
20 - 25	22,45	10	12	33,33	40,00
25 - 30	27,45	7	19	23,33	63,33
30 - 35	32,45	2	21	6,67	70,00
35 - 40	37,45	6	27	20	90,00
40 - 45	42,45	1	28	3,33	93,33
45 - 50	47,45	0	28	0	93,33
50 - 55	52,45	2	30	6,67	100
55 - 60	57,45	0	30	0	100
Total		30			



Gambar 4.10. Persentase Kecepatan Kumulatif Lengan Timur

Tabel 4.13. Interval Kecepatan Sepeda Motor (MC) Lengan Selatan

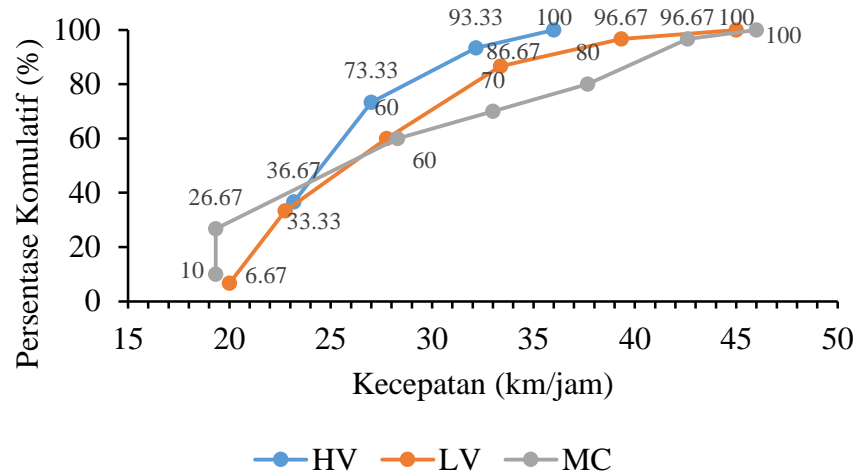
Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	3	3	10	10
20 - 25	22,45	5	8	17	27
25 - 30	27,45	10	18	33	60
30 - 35	32,45	3	21	10,00	70,00
35 - 40	37,45	3	24	10,00	80,00
40 - 45	42,45	5	29	16,67	96,67
45 - 50	47,45	1	30	3,33	100,00
50 - 55	52,45	0	30	0,00	100,00
55 - 60	57,45	0	30	0,00	100
Total		30			

Tabel 4.14. Interval Kecepatan Kendaraan Ringan (LV) Lengan Selatan

Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	2	2	7	7
20 - 25	22,45	8	10	27	33
25 - 30	27,45	8	18	27	60
30 - 35	32,45	8	26	26,67	86,67
35 - 40	37,45	3	29	10,00	96,67
40 - 45	42,45	1	30	3,33	100,00
45 - 50	47,45	0	30	0,00	100,00
50 - 55	52,45	0	30	0,00	100,00
55 - 60	57,45	0	30	0,00	100
Total		30			

Tabel 4.15. Interval Kecepatan Kendaraan Berat (HV) Lengan Selatan

Interval Kecepatan	Angka tengah	Jumlah data	Jumlah Komulatif	Presentase data	Presentase Komulatif
15 - 20	17,45	0	0	0	0
20 - 25	22,45	11	11	37	37
25 - 30	27,45	11	22	37	73
30 - 35	32,45	6	28	20,00	93,33
35 - 40	37,45	2	30	6,67	100,00
40 - 45	42,45	0	30	0,00	100,00
45 - 50	47,45	0	30	0,00	100,00
50 - 55	52,45	0	30	0,00	100,00
55 - 60	57,45	0	30	0,00	100
Total		30			



Gambar 4.11. Persentase Kecepatan Kumulatif Lengan Selatan

4.2. Analisis Data

4.2.1. Perhitungan penilaian panjang arus jenuh (S)

Arus jenuh (S) didapatkan dari hasil perkalian arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor penyesuaian (F). Perhitungan arus jenuh dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ (smp/jam)}$$

1) Arus jenuh dasar (S_0)

Nilai kapasitas suatu lengan/pendekat diperoleh dari perhitungan awal dengan persamaan (2) berikut ini.

$$S_0 = 600 \times W_e \text{ (smp/jam)}$$

Dari hasil penelitian di lapangan didapat lebar efektif pendekat (W_e) pada lengan barat sebesar 9,56 meter, sehingga arus jenuh dasar dapat diketahui dengan rumus yang ada diatas yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} S_0 &= 600 \times 9,56 \\ &= 5736 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2) Faktor koreksi ukuran kota (F_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota dapat diketahui melalui Tabel 2.4 dengan menyesuaikan jumlah penduduk D.I. Yogyakarta sebesar 3.720.912 jiwa berdasarkan data Badan Pusat Statistik D.I. Yogyakarta 2016.

3) Faktor koreksi hambatan samping (F_{SF})

Faktor koreksi hambatan samping diperoleh dari rasio jumlah kendaraan tidak bermotor dibandingkan jumlah kendaraan bermotor pada setiap lengan

dengan menghitung secara interpolasi dari Tabel 2.5 Contoh perhitungan koreksi hambatan samping pada jam 07.00 – 08.00 pada lengan barat adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai } Q_{UM}/Q_{MV} = 0,0036$$

$$\text{Interpolasi} = X + ((Y_1 - Y)/(Y_2 - Y) \times (X_2 - X))$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi,} &= 0,97 + ((0,0036 - 0,00)/(0,05 - 0,00) \times (0,95 - 0,97)) \\ &= 0,97 \end{aligned}$$

dimana:

$$Y = 0,00 \text{ (dari Tabel 3.2)}$$

$$Y_1 = 0,0036 \text{ ((} Q_{UM}/Q_{MV} \text{), kolom 18 SIG-II)}$$

$$Y_2 = 0,05 \text{ (Tabel 2.5)}$$

$$X = 0,97 \text{ (Nilai } F_{SF} \text{, Tabel 2.5 dengan permukiman sedang dan tipe fase P)}$$

$$X_2 = 0,95 \text{ (Nilai } F_{SF} \text{, Tabel 2.5 dengan permukiman sedang dan tipe fase P)}$$

4) Faktor koreksi kelandaian (F_G)

Faktor koreksi kelandaian pada penelitian ini dapat diketahui berdasarkan Gambar 2.6 diambil tingkat kelandaian 0% sehingga nilai F_G sebesar 1,0.

5) Faktor koreksi parkir (F_P)

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan faktor koreksi parkir didapat jarak garis henti ke parkir pertama lebih dari 80 meter disetiap lengan dan dilakukan penyesuaian melalui Gambar 2.7, sehingga nilai F_P sebesar 1. Hal ini menunjukkan tidak adanya hambatan yang dapat mempengaruhi nilai arus jenuh pada setiap lengan.

6) Faktor koreksi belok kanan (F_{RT})

Faktor koreksi belok kanan didapat berdasarkan rasio kendaraan belok kanan yang dihitung dengan persamaan (4). Contoh perhitungan untuk F_{RT} pada jam 07.00 – 08.00 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{RT} &= 1,0 + (P_{RT} \times 0,26) \\ &= 1,0 + (0,21 \times 0,26) \\ &= 1,05 \end{aligned}$$

7) Faktor koreksi belok kiri (F_{LT})

Faktor koreksi belok kanan didapat berdasarkan rasio kendaraan belok kiri yang dihitung dengan persamaan (5). Contoh perhitungan untuk F_{LT} pada jam 07.00 – 08.00 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 1,0 - (P_{LT} \times 0,16) \\ &= 1,0 - (0,00 \times 0,16) \\ &= 1,00 \end{aligned}$$

Adapun nilai arus jenuh (S) pada lengan barat, timur, dan selatan dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Contoh perhitungan nilai arus jenuh pada lengan barat:

$$\begin{aligned} S &= S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \\ &= 5736 \times 1,05 \times 0,97 \times 1 \times 1 \times 1,05 \times 1,00 \\ &= 6148,66 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.16. Nilai Arus Jenuh (S)

Periode	Lengan	Arus Jenuh dasar (S_0) (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Arus Jenuh (S) (smp/jam)
			FCS	FSF	FG	FP	FRT	FLT	
07.00 - 08.00	B	5736	1,05	0,97	1	1	1,05	1,00	6148,66
	T	5880	1,05	0,97	1	1	1,00	1,00	5960,87
	S	4038	1,05	0,97	1	1	1,07	1,00	4403,78

4.2.2. Kapasitas

Nilai kapasitas (C) untuk masing-masing pendekat tergantung pada arus jenuh dan rasio waktu hijau dengan menggunakan persamaan (6).

$$\begin{aligned} C &= S \times g/c \\ &= 6148,66 \times 232,64/247,64 \\ &= 5776 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan kapasitas (C) dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Kapasitas Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

Periode	Lengan	Arus Jenuh (S) (smp/jam)	Waktu hijau (g) (detik)	Waktu siklus disesuaikan (c) (detik)	Kapasitas (C)
					(smp/jam)
07.00 - 08.00	B	6148,66	71,79		5776
	T	5960,87	128,56	247,64	5600
	S	4403,78	32,29		4137

4.2.3. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan indikator penilaian kinerja simpang yang dapat ditentukan melalui persamaan (7). Nilai derajat kejenuhan untuk masing-masing lengan dapat dilihat pada Tabel 4.18.

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 2315/5766 \\ &= 0,40 \end{aligned}$$

Tabel 4.18. Derajat Kejenuhan (DS)

Periode	Lengan	Arus lalu lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat kejenuhan (DS)
07.00 - 08.00	B	2315	5776	0,40
	T	4019	5600	0,72
	S	746	4137	0,18

4.2.4. Panjang antrian

Hasil dari derajat kejenuhan (DS) digunakan untuk menghitung panjang antrian (NQ_1) yang tersisa pada fase hijau sebelumnya menggunakan persamaan (8). Pada lengan barat diketahui $DS \leq 0,5$ maka NQ_1 adalah 0.

Panjang antrian yang datang selama fase merah (NQ_2) dihitung menggunakan persamaan (9).

$$\begin{aligned} NQ_2 &= c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\ &= 247,64 \times \frac{1 - 0,29}{1 - 0,29 \times 0,40} \times \frac{2315}{3600} \\ &= 127,96 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 0 + 127,96$$

$$= 127,96 \text{ meter}$$

Untuk mencari nilai NQ_{MAX} dapat dilihat pada Gambar 3.10 dengan melakukan interpolasi linear sebagai berikut:

$$\text{Nilai } NQ = 127,96 \text{ m}$$

$$\text{Interpolasi} = X + ((Y_1 - Y)/(Y_2 - Y) \times (X_2 - X))$$

$$\text{Jadi,} = 58 + ((127,96 - 45)/(50 - 45) \times (64 - 58))$$

$$= 157,56 \text{ m}$$

Panjang antrian (QL) merupakan hasil perkalian jumlah rerata antrian pada awal hijau (NQ) dengan luas rata-rata yang digunakan per smp (20 m²) dan dibagi dengan lebar masuk.

$$\begin{aligned} NQL &= \frac{NQMAX \times 20}{WENTRY} \\ &= \frac{157,56 \times 20}{9,56} \\ &= 329,62 \text{ meter} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan panjang antrian (QL) dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19. Panjang Antrian Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

Periode	Lengan	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (QL) (m)
		NQ1	NQ2	NQ Total	NQ Max	
07.00 - 08.00	B	0	127,96	127,96	157,56	329,62
	T	0,77	211,91	212,68	259,22	529,02
	S	0	45,68	45,68	58,82	174,79

4.2.5. Kendaraan terhenti

Hasil nilai rasio kendaraan (NS) digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan terhenti (NS_v) yang dikalikan dengan arus lalu lintas (smp/jam). Hasil perhitungan nilai rasio kendaraan dan jumlah kendaraan terhenti dapat dilihat pada Tabel 4.20.

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times \frac{NQ}{(Q \times c)} \times 3600 \\ &= 0,9 \times \frac{127,96}{(2315 \times 247,64)} \times 3600 \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} NS_v &= Q \times NS \\ &= 2315 \times 0,72 \\ &= 1674 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Tabel 4.20. Kendaraan terhenti

Periode	Lengan	Rasio	Jumlah kendaraan
		kendaraan (NS) (stop/smp)	terhenti (Nsv) (smp/jam)
07.00 - 08.00	B	0,72	1674
	T	0,69	2783
	S	0,80	598

Perhitungan angka henti pada lengan simpang dengan membagi jumlah kendaraan terhenti dengan total arus lalu lintas.

$$\begin{aligned}
 NS_{Tot} &= \frac{\sum N_{sv}}{Q_{Tot}} \\
 &= \frac{5055}{7080} \\
 &= 0,71
 \end{aligned}$$

4.2.6. Tundaan lalu lintas

Pergerakan arus lalu lintas menyebabkan adanya tundaan lalu lintas yang terjadi. Perhitungan tundaan lalu lintas tersebut dapat menggunakan persamaan (15) dan tundaan geometri rata-rata pada persamaan (16). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.21.

$$\begin{aligned}
 DT &= c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \\
 &= 247,64 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,29)^2}{(1 - 0,29 \times 0,40)} + \frac{0 \times 3600}{5766} \\
 &= 70,64 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

Sedangkan,

$$\begin{aligned}
 DG &= (1 - P_{sv}) \times (PT \times 6) + (P_{sv} \times 4) \\
 &= (1 - 0,72) \times (0,21 \times 6) + (0,72 \times 4) \\
 &= 4,14 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tundaan rata-rata (D)} &= DT + DG \\
 &= 70,64 + 4,14 \\
 &= 74,78 \text{ detik/smp}
 \end{aligned}$$

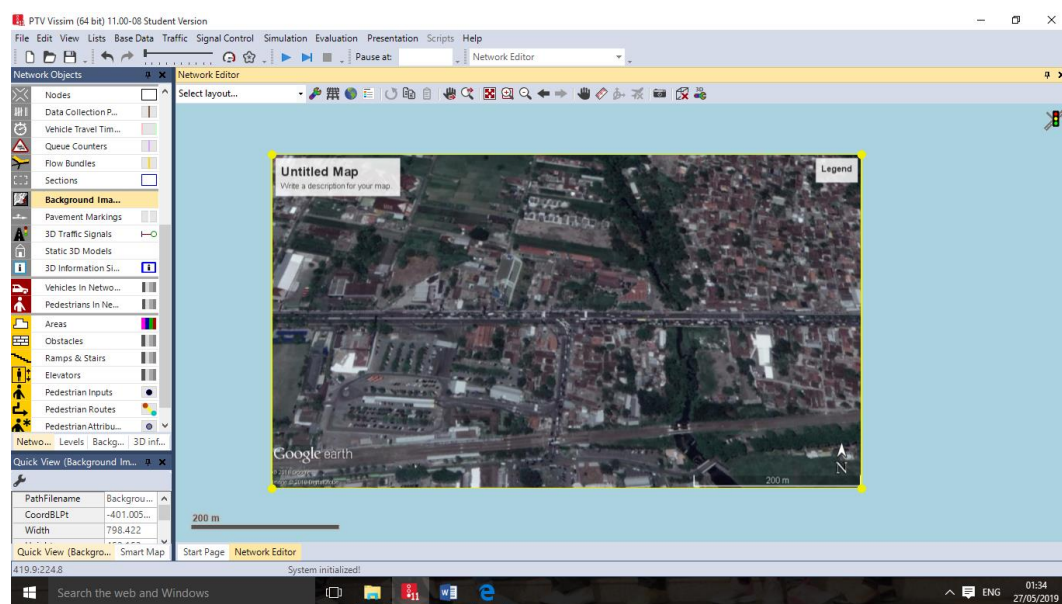
$$\begin{aligned}
 \text{Tundaan Total} &= D \times Q \\
 &= 74,78 \times 2315 \\
 &= 173140,67 \text{ smp.detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.21. Tundaan Kendaraan pada Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

Periode	Lengan	Tundaan lalu lintas rata-rata (DT) (detik/smp)	Tundaan geometrik rata-rata (DG) (detik/smp)	Tundaan rata-rata (D) (detik/smp)	Tundaan total (smp.det)
07.00 - 08.00	B	70,64	4,14	74,78	173140,67
	T	46,13	2,81	48,94	196708,01
	S	95,89	3,53	99,42	74139,86

4.3. Pemodelan Simpang

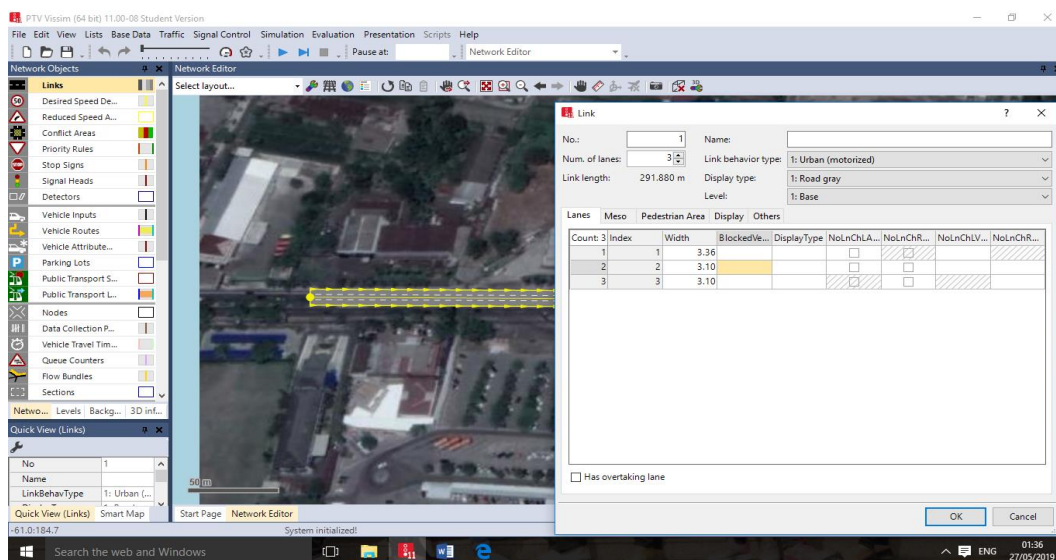
Pemodelan simpang Bandar Udara Adisucipto menggunakan program *Vissim 11.00-08 student version* memerlukan *background* lokasi penelitian yang didapat dari *google earth*. Penyesuaian skala *background* diperlukan agar sesuai dengan kondisi asli di lapangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12.



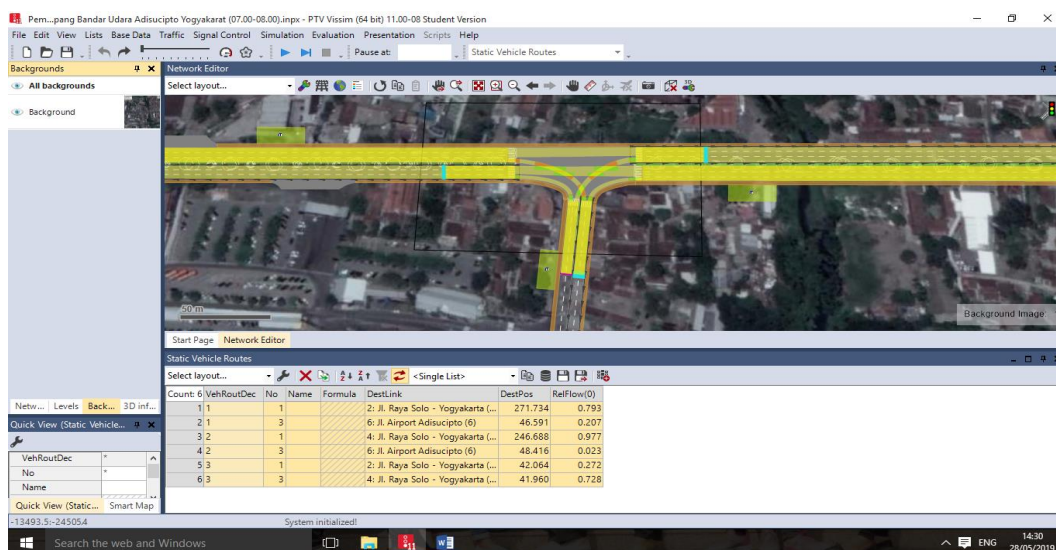
Gambar 4.12. *Background* lokasi penelitian

Jaringan jalan dibuat dengan perintah *link* dengan berdasarkan data geometrik simpang seperti memasukkan jumlah lajur dan lebar masing-masing lajur lalu lintas sesuai kondisi di lapangan. *Link connector* berfungsi sebagai penyambung berbagai jaringan jalan dengan jumlah lengan pada simpang. Rute perjalanan dibuat dengan perintah *vehicle routes* yang diperlukan untuk mendistribusikan pergerakan kendaraan. Pada perintah *vehicle routes* dimasukkan persentase volume kendaraan sesuai arah pergerakannya. Pembuatan jaringan jalan

(link) pada program *Vissim* dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan perintah rute perjalanan (*vehicle routes*) pada Gambar 4.14.

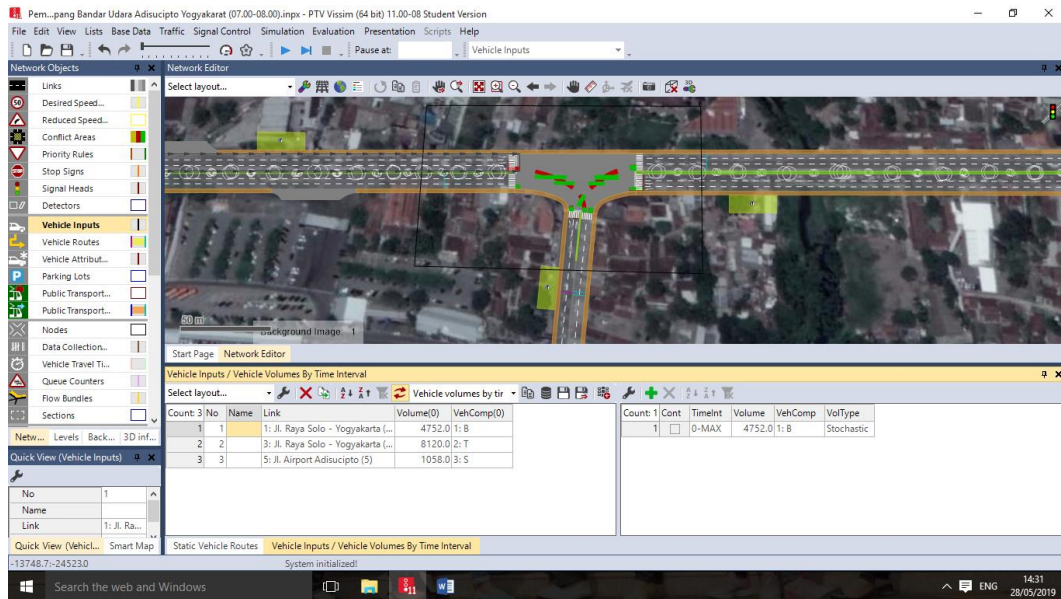


Gambar 4.13. Pembuatan Jaringan Jalan (*Link*)



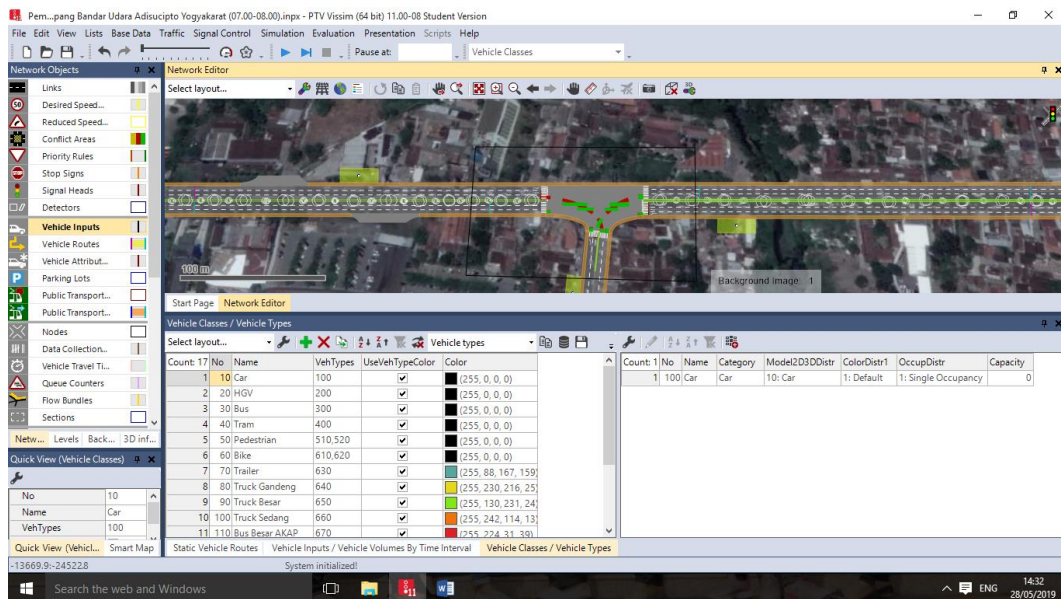
Gambar 4.14. Pembuatan Rute Perjalanan (*Vehicles Routes*)

Volume lalu lintas jam puncak yang didapatkan berdasarkan hasil survei pencacahan kendaraan meliputi kendaraan berat (*HV*), kendaraan ringan (*LV*), sepeda motor (*MC*), dan kendaraan tidak bermotor (*UM*) dimasukkan pada pemodelan dengan perintah *vehicle inputs* seperti pada Gambar 4.15.

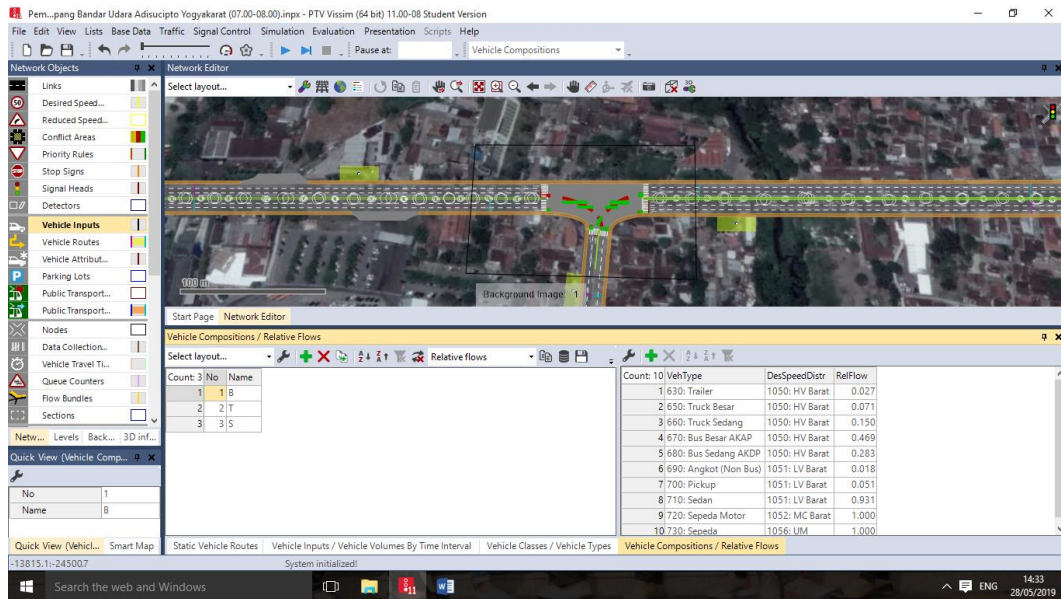


Gambar 4.15. Tampilan *vehicle inputs*

Vehicle composition, *vehicle types*, dan *vehicle classes* digunakan untuk penyesuaian komposisi pergerakan dan mengklasifikasikan tipe serta kelas kendaraan yang dapat dilihat pada Gambar 4.16.

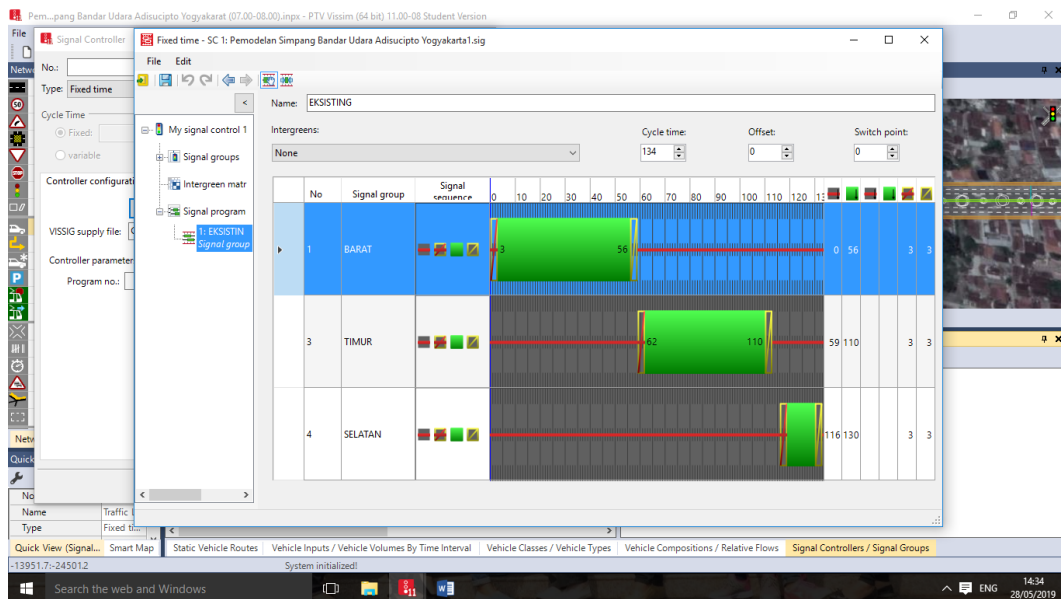


Gambar 4.16. Tampilan Menu *Vehicles Types* dan *Vehicles Classes*



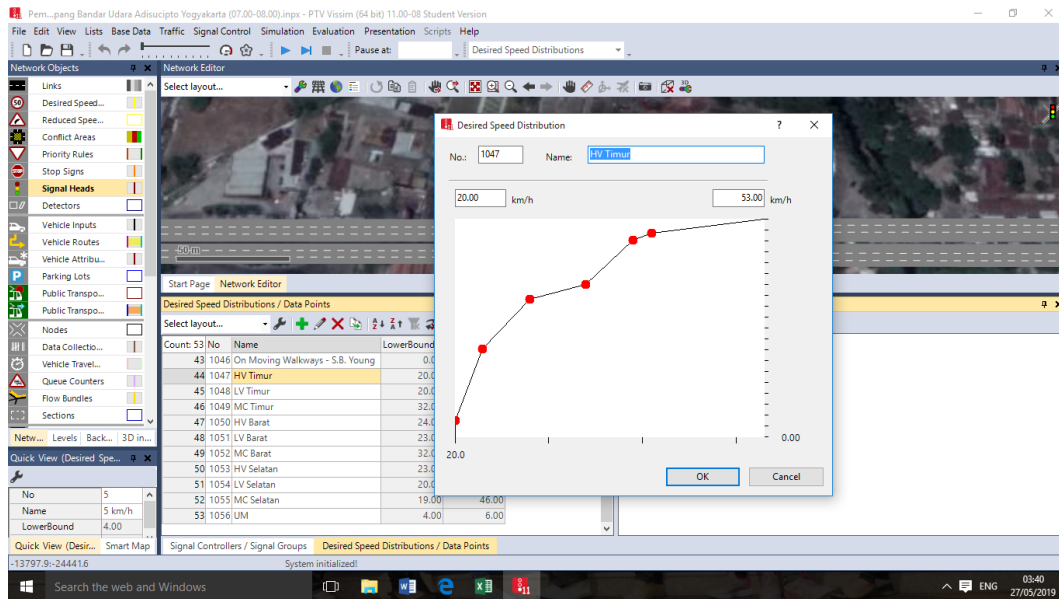
Gambar 4.17. Tampilan Menu Komposisi Kendaraan (*Vehicle Composition*)

Waktu dan urutan fase APILL dimasukkan dengan perintah *signal controllers* sedangkan penempatannya dengan perintah *signal head* yang dapat dilihat pada Gambar 4.18.



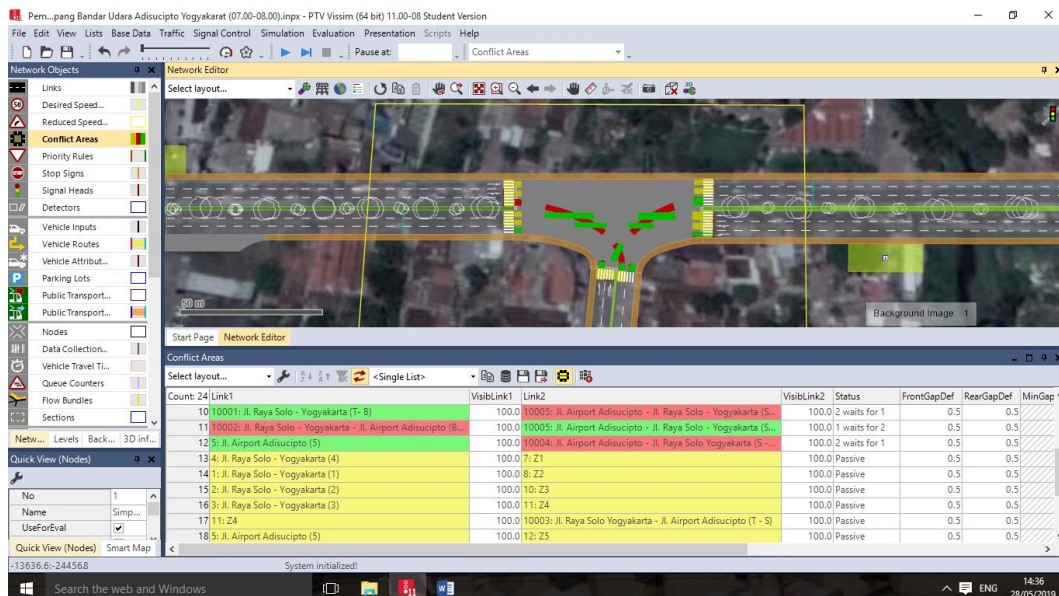
Gambar 4.18. Pengaturan Waktu dan Urutan Fase Sinyal APILL (*Signal Controllers*) Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

Penyesuaian kecepatan kendaraan (*Desired Speed*) dilakukan dengan memasukkan data hasil survei kecepatan di lapangan yang berupa kurva persentase kumulatif. Tampilan menu *Desired Speed Distributions* dapat dilihat pada Gambar 4.19.



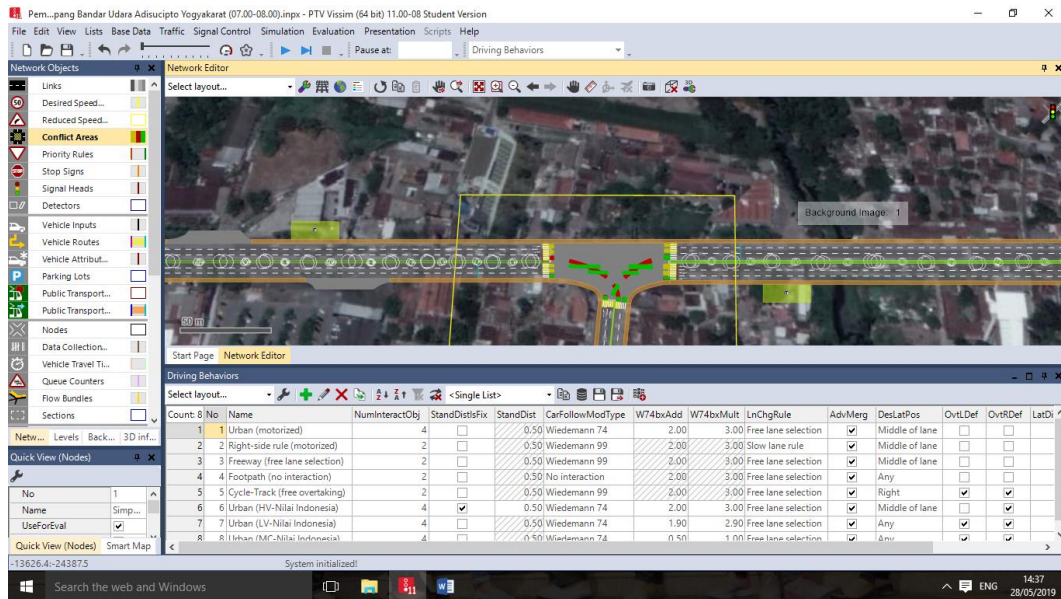
Gambar 4.19. Tampilan menu *Desired Speed Distributions*

Pengaturan area konflik (*Conflict Area*) dilakukan karena adanya waktu M_{semua} yang berkurang pada kendaraan terakhir bergerak setiap waktu hijau. Pengaturan pergerakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.20.



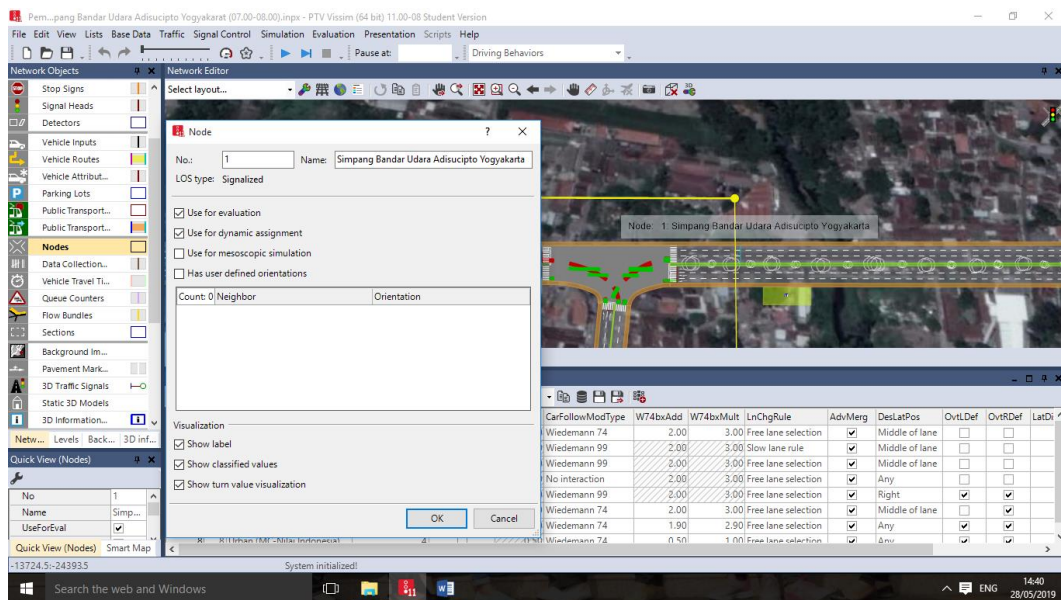
Gambar 4.20. Pengaturan Area Konflik (*Conflict Area*)

Penyesuaian perilaku pengemudi (*Driving Behavior*) berdasarkan penelitian Pribadi (2017) mengenai parameter yang perlu disesuaikan dengan kondisi lalu lintas di Indonesia seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.6 dan Tabel 2.7. Penyesuaian perilaku pengemudi dapat dilihat pada Gambar 4.21 berikut.

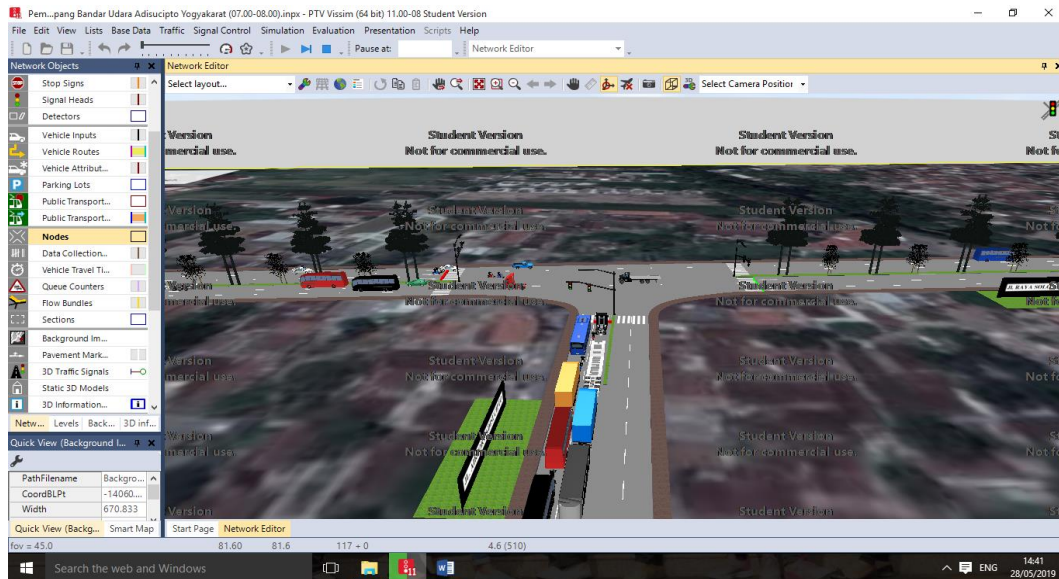


Gambar 4.21. Penyesuaian perilaku pengemudi (*Driving Behavior*)

Pembuatan area simulasi (*Nodes*) pada proses *simulation running* dimana data masukan seperti kondisi lokasi penelitian dan perilaku pengemudi dalam program *Vissim* dengan perintah *simulation continuous* ditunjukkan seperti Gambar 4.22 dan Gambar 4.23.

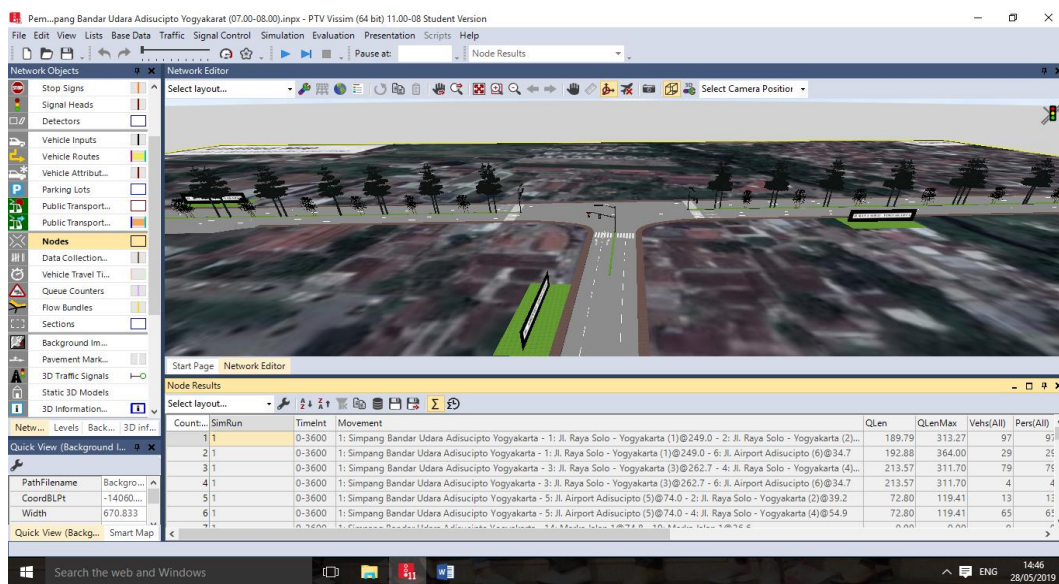


Gambar 4.22. Perintah *Nodes*



Gambar 4.23. Tampilan *Simulation Running*

Hasil pemodelan simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta menggunakan program *Vissim* meliputi panjang antrian rata-rata dan maksimum, tundaan, tingkat pelayanan (*Level of Service*), emisi kendaraan, dan besar konsumsi bahan bakar dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24. Tampilan *Node Results*

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan menggunakan *Vissim 11.00-08 student version* pada kondisi eksisting periode waktu 07.00 – 08.00 didapatkan tundaan rata-rata 102,04 detik/kendaraan dengan tingkat pelayanan (*Level of Service*) F yang berarti sangat buruk. Nilai panjang antrian maksimum hasil

simulasi pemodelan sebesar 249,61 m, sedangkan panjang antrian rata-rata 169,54 m. Emisi karbon monoksida (CO) 680,79 gram, emisi nitrogen oksida (NO_x) 132,46 gram, dan senyawa organik menguap (VOC) 157,78 gram. Konsumsi bahan bakar pada simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta sebesar 9,74 US *liquid gallon* atau setara 2,57 liter. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.23 dan Tabel 4.24.

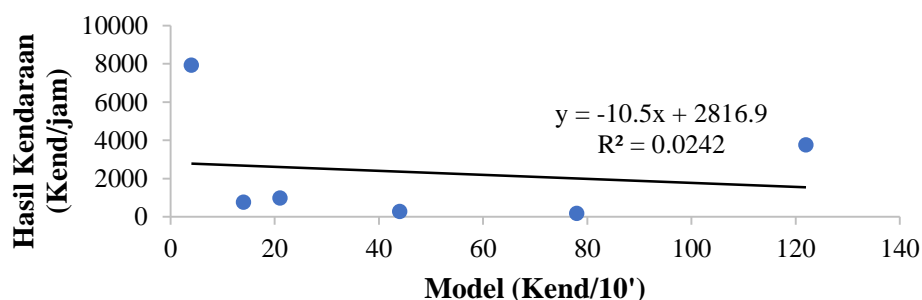
Validasi data diperlukan untuk menguji pemodelan yang sudah dibuat dengan kondisi di lapangan. Hasil validasi data ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22. Perbandingan Pemodelan Eksisting dengan Kondisi di Lapangan

Lengan	Arah	Model (Kend/10')	Real (Kend/jam)
Barat	LT		
	ST	122	3768
	RT	21	984
Timur	LT	78	183
	ST	4	7937
	RT		
Selatan	LT		
	ST	14	770
	RT	44	288

Kemudian dari Tabel 4.22 diatas dibuat grafik analisis regresi didapatkan nilai sebesar 0,0242 artinya hasil pemodelan eksisting tersebut jauh dari kondisi sebenarnya karena nilai regresi tidak mendekati 1 seperti Gambar 4.25. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah versi program, dimana peneliti menggunakan *PTV. VISSIM 11.00-08 student version* yang hanya dapat mensimulasikan program selama 10 menit.

Grafik Perbandingan Jumlah Kendaraan Antara Pemodelan dan Kondisi Nyata



Gambar 4.25. Validasi Data dengan Analisis Regresi

Tabel 4.23. Hasil Simulasi Eksisting Periode Waktu 07.00-08.00 pada Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

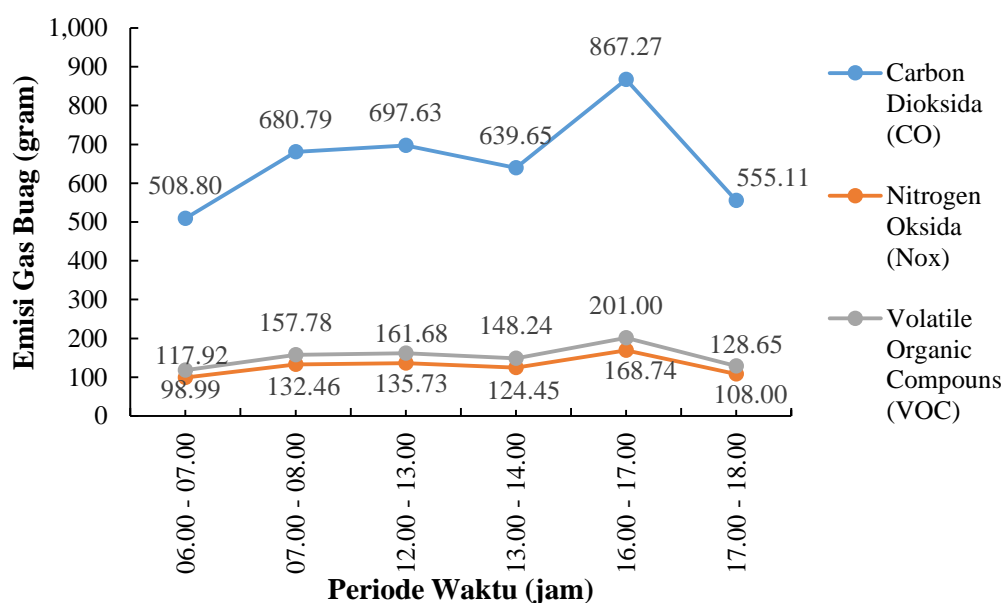
Periode Waktu	Arah	Tingkat Pelayanan (LOS)	Panjang Antrian Rata-rata (QLen)	Panjang Antrian Maksimum (QLenMax)	Tundaan Kendaraan (VehDelay)	Emisi Gas Buang (gram)			Jumlah Bahan Bakar Terbuang (US Liquid Galoon)
			(m)	(m)	(detik/kendaraan)	Carbon Dioksida (CO)	Nitrogen Oksida (Nox)	Volatile Organic Compouns (VOC)	
07.00 - 08.00	B - T	E	184,41	310,16	77,94	260,00	50,59	60,26	3,72
	B - S	E	196,10	325,34	55,62	34,42	6,70	7,98	0,49
	T - B	F	222,87	311,67	100,58	195,85	38,10	45,39	2,80
	T - S	E	222,87	311,67	72,22	7,06	1,37	1,64	0,10
	S - B	F	95,51	119,40	157,20	44,56	8,67	10,33	0,64
	S - T	F	95,51	119,40	148,67	138,91	27,03	32,19	1,99
	Total			1.017,26	1.497,65	612,23	680,79	132,46	157,78
	Rata-rata		169,54	249,61	102,04	113,46	22,08	26,30	1,62

Tabel 4.24. Hasil Simulasi Waktu Antrian Kendaraan Eksisting Periode Waktu 07.00 – 08.00

Lengan	Tundaan Kendaraan (VehDelay) (detik/kendaraan)
B	66,78
T	86,40
S	152,94

4.4. Pencemaran Udara

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan menggunakan *Vissim 11.00-08 student version* pencemaran lingkungan yang dihasilkan berupa emisi gas buang kendaraan seperti karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), dan senyawa organik menguap (VOC). Emisi karbon monoksida (CO) merupakan penyumbang polutan terbesar dibandingkan dengan polutan lainnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.25 berikut.



Gambar 4.26. Emisi Gas Buang Kendaraan pada Kondisi Eksisting di Simpang Bandar Udara Adisucipto Yogyakarta

4.5. Perbandingan hasil perhitungan MKJI 1997 dengan pemodelan *Vissim*

Berdasarkan hasil analisis MKJI 1997 dan *Vissim 11.00-08 student version* periode waktu 07.00 – 08.00 didapatkan nilai yang berbeda-beda. Nilai *Level of Service (LOS)* di lengan barat pada pukul 07.00 – 08.00 adalah F. Hal yang sama

ditunjukkan pada lengan selatan dengan *LOS* adalah F dan lengan timur simpang dengan MKJI 1997 didapat *LOS* adalah E sedangkan *LOS* berdasarkan *Vissim* adalah F. Panjang antrian pada setiap lengan terjadi perbedaan yang signifikan antara MKJI 1997 dan *Vissim* dengan panjang antrian sebesar 329,62 m dan 190,25 m pada lengan barat, 529,02 m dan 222,87 m pada lengan timur, 174,79 m dan 95,51 m pada lengan selatan. Analisis MKJI 1997 untuk tundaan kendaraan didapatkan nilai yang berbeda dengan pemodelan *Vissim* dengan nilai tundaan sebesar 74,78 detik/kendaraan dan 66,78 detik/kendaraan pada lengan barat, 48,94 detik/kendaraan dan 86,40 detik/kendaraan pada lengan timur, 99,42 detik/kendaraan dan 152,94 detik/kendaraan pada lengan selatan. Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa analisis menggunakan *Vissim 11.00-08* lebih baik karena dapat mensimulasikan kendaraan dengan kondisi di lapangan serta adanya penyesuaian perilaku pengemudi dapat mengurangi panjang antrian dan tundaan di persimpangan tersebut. Perbandingan hasil analisis simpang berdasarkan MKJI 1997 dan *Vissim 11.00-08* seperti derajat kejenuhan/*level of service (LOS)*, panjang antrian (*queue*), dan tundaan (*delay*) dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25. Perbandingan Hasil Analisis Simpang Berdasarkan MKJI 1997 dan *Vissim 11.00-08*

Periode Waktu	Panjang Antrian (Qlen) (m)						Tundaan Kendaraan (VehDelay) (detik/kendaraan)						LOS (Peraturan Menteri No. 96 Tahun 2015)					
	B		T		S		B		T		S		B		T		S	
	MKJI	VISSIM	MKJI	VISSIM	MKJI	VISSIM	MKJI	VISSIM	MKJI	VISSIM	MKJI	VISSIM	MKJI	VISSIM	MKJI	VISSIM	MKJI	VISSIM
06.00 - 07.00	147,66	195,08	206,03	220,06	85,77	65,79	38,76	74,70	28,08	54,21	49,86	70,17	D	F	D	E	E	F
07.00 - 08.00	329,62	190,25	529,02	222,87	174,79	95,51	74,78	66,78	48,94	86,40	99,42	152,94	F	F	E	F	F	F
12.00 - 13.00	86,00	196,87	86,46	215,56	48,93	86,16	23,68	71,93	22,03	75,79	32,67	124,26	C	F	C	F	D	F
13.00 - 14.00	120,64	175,25	115,38	199,61	84,71	94,20	28,52	72,32	27,82	76,56	35,97	200,84	D	F	D	F	D	F
16.00 - 17.00	128,00	172,52	91,92	223,22	68,20	93,65	23,35	75,81	28,53	92,60	34,84	138,62	C	F	D	F	D	F
17.00 - 18.00	134,84	204,48	95,71	211,91	63,99	93,51	23,10	70,68	28,49	48,65	36,31	145,45	C	F	D	E	D	F