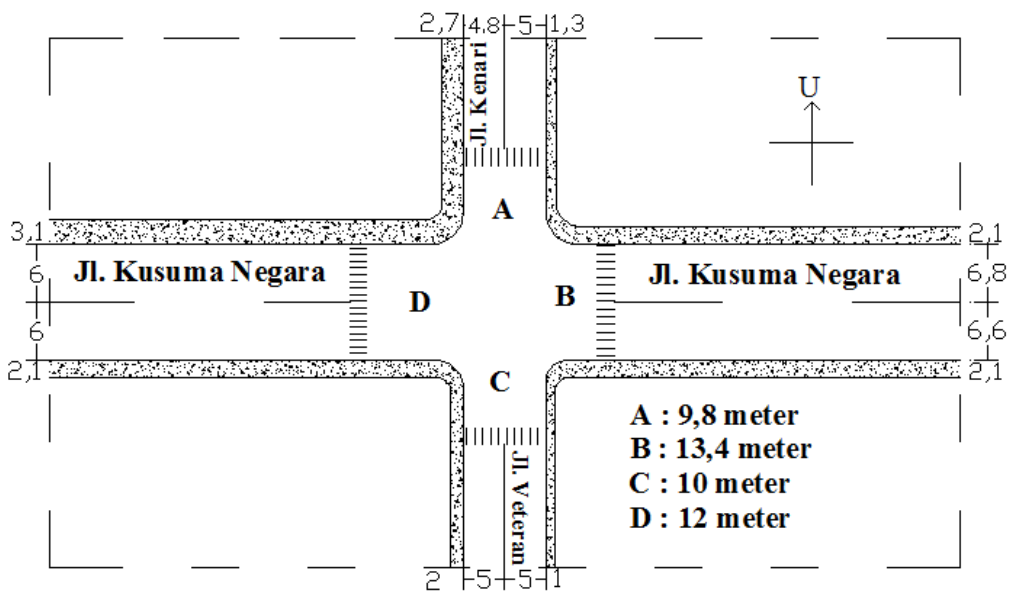


BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Kondisi geometrik dan lingkungan

Setelah dilakukan observasi dengan cara pengukuran langsung di lapangan dan penilaian lingkungan secara visual pada simpang APILL SGM Jalan Kusuma Negara, Yogyakarta, maka sketsa simpang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sketsa Geometrik Simpang APILL SGM Yogyakarta

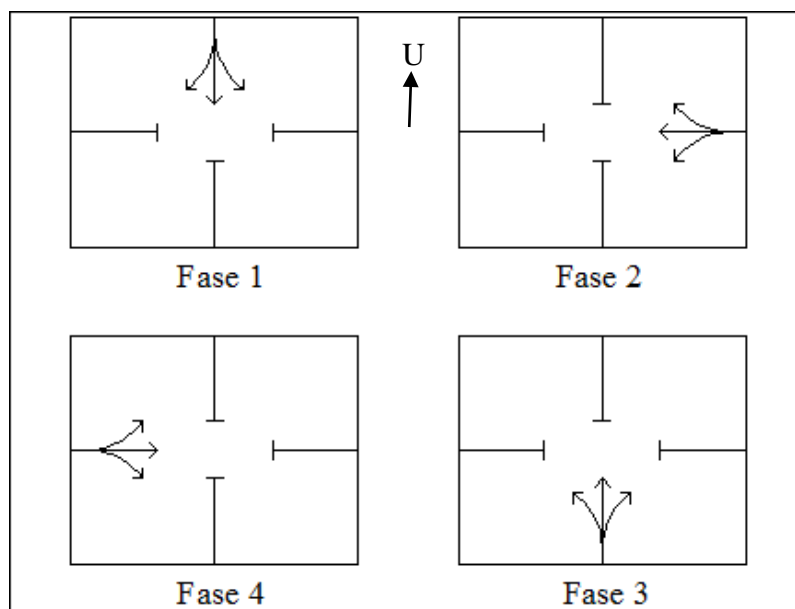
Kondisi lingkungan pada simpang APILL SGM jalan Kusuma Negara, Yogyakarta dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kondisi Lingkungan Simpang APILL SGM Yogyakarta

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Kondisi Wilayah
Jl. Kenari (U)	Komersial	Pertokoan, Perkantoran
Jl. Kusuma Negara (T)	Komersial	Pertokoan
Jl. Veteran (S)	Komersial	Pertokoan, Sekolah
Jl. Kusuma Negara (B)	Komersial	Pertokoan

4.1.2. Kondisi sinyal (*Fase*)

Simpang APILL SGM Jalan Kusuma Negara, Yogyakarta memiliki 4 fase lalu lintas dan rotasinya searah dengan jarum jam yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Waktu siklus pada masing-masing lengan dapat dilihat pada Tabel 4.2.



Gambar 4. 2 Kondisi Sinyal pada Simpang APILL SGM Yogyakarta

Tabel 4.2 Kondisi Sinyal dan Tipe Pendekat Simpang APILL SGM Yogyakarta

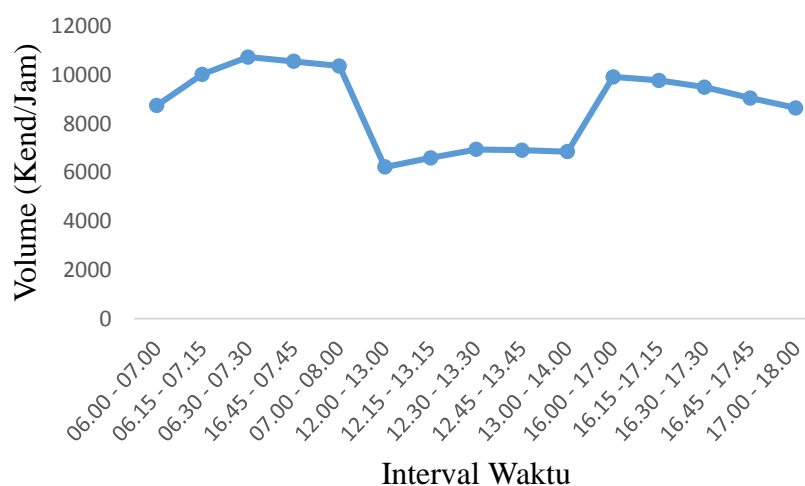
Lengan	Sinyal	Tipe	Waktu Siklus (detik)		
			Kuning	Hijau	All Red
U	Fase 1	Terlindung	3	13	8
T	Fase 2	Terlindung	2	30	8
S	Fase 3	Terlindung	3	17	8
B	Fase 4	Terlindung	20	3	9
Waktu Siklus (detik)			124		

4.1.3. Data lalu lintas

Data lalu lintas meliputi kondisi volume jam puncak dan kondisi arus lalu lintas/jam.

a. Volume Jam Puncak

Menurut hasil survei *traffic counting* yang dirangkum dalam grafik dibawah menunjukkan volume kendaraan jam puncak terjadi pada interval waktu 06.30 - 07.30. Data volume jam puncak per jam dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Grafik Volume Kendaraan/Jam Simpang APILL SGM Yogyakarta

b. Arus Lalu Lintas perjam

Kondisi arus lalu lintas per jam pada jam puncak dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Arus Lalu Lintas Per Jam pada Jam Puncak

Interval Waktu	Nama Jalan	Arah	Jenis Kendaraan (Kend/Jam)			
			HV	LV	MC	UM
06.30 - 07.30	Jl. Kenari (U)	Kiri (U ke T)	2	193	986	5
		Lurus (U S)	1	39	314	2
		Kanan (U ke B)	6	12	42	0
		Total	9	244	1342	7
	Jl. Kusuma Negara (T)	Kiri (T ke S)	1	65	786	3
		Lurus (T ke B)	19	384	3125	13
		Kanan (T ke U)	5	182	1120	14
		Total	25	631	5031	30
	Jl. Veteran (S)	Kiri (S ke B)	3	54	459	2
		Lurus (S ke U)	1	81	821	11
		Kanan (S ke T)	0	89	520	3
		Total	4	224	1800	16
	Jl. Kusuma Negara (B)	Kiri (B ke U)	3	3	26	2
		Lurus (B ke T)	18	231	820	8
		Kanan (B ke S)	0	35	226	0
		Total	21	269	1072	10

4.1.4. Kecepatan eksisting

Kecepatan eksisting merupakan kecepatan yang didapat langsung di lapangan dan diambil dari survei *spot speed* pada waktu pagi, siang dan sore. Dari ketiga data kecepatan, diambil data kecepatan pada jam puncak yaitu pada pagi hari. Data kecepatan kendaraan eksisting pada jam puncak dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kecepatan Eksisting pada Jam Puncak

Interval Waktu	Lengan	Kecepatan rata-rata (Km/jam)		
		HV	LV	MC
Pagi 06.30 - 07.30	Utara	22.5	26.67	27.5
	Timur	23.5	27.17	28.08
	Selatan	32.5	25.11	28.08
	Barat	25.42	24.83	31.99

4.1.5. Pemodelan menggunakan *software Vissim 10 student version*

Analisis dan pemodelan simpang dalam penelitian ini menggunakan *software Vissim 10 student version*. Seperti dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa terdapat 3 proses utama dalam pemodelan menggunakan *software Vissim* yaitu *input*, *running* dan *output*. Pemodelan ini merupakan pemodelan yang meliputi kondisi eksisting pada simpang APILL SGM Yogyakarta yang menggunakan data lalu lintas eksisting sesuai dengan data pada sub-bab 4.1.

Langkah pemodelan sama dengan langkah pemodelan yang terdapat pada sub-bab 3.5.3. Adapun data yang perlu dimasukkan kedalam pemodelan yaitu total seluruh kendaraan yang keluar dari masing-masing lengan yang disajikan pada Tabel 4.5, persentase dari jenis kendaraan pada masing-masing lengan yang disajikan pada Gambar 4.4 sampai 4.9 dan persentase kendaraan keluar dari masing-masing lengan yang disajikan pada Gambar 4.8 sampai 4.11.

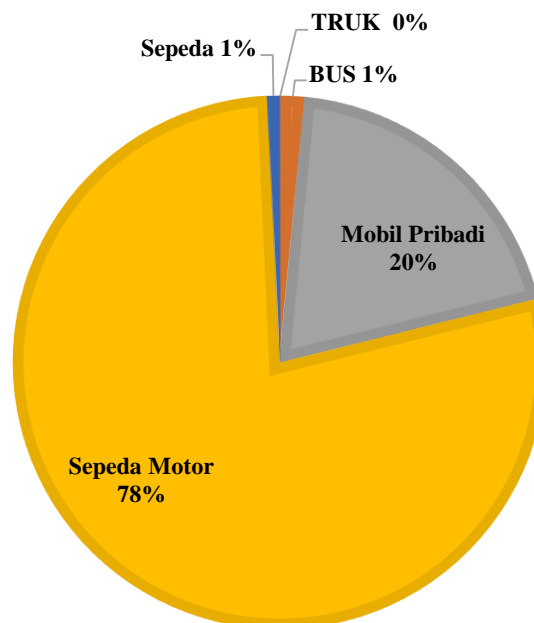
Tabel 4.5 Jumlah Kendaraan dari Masing-masing Lengan

Nama Jalan	Arah	Jenis Kendaraan				UM	Total Keseluruhan
		HV Truk	Bus	LV	MC		
Jl. Kenari (U)	Kiri (U ke T)	2	0	193	986	5	1186
	Lurus (U ke S)	1	0	39	314	2	
	Kanan (U ke B)	0	6	12	42	0	
	Total	1	6	51	356	2	416

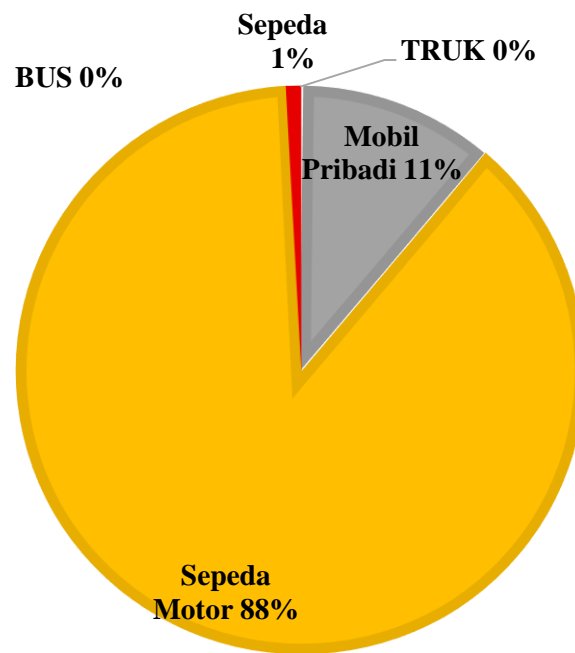
Tabel 4. 5 (Lanjutan)

Jl. Kusuma Negara (T)	Kiri (T ke S)	0	1	65	786	3	855
	Lurus (T ke B)	4	15	384	3125	13	
	Kanan (T ke U)	2	3	182	1120	14	
	Total	6	18	566	4245	27	
Jl. Veteran (S)	Kiri (S ke B)	0	3	54	459	2	2044
	Lurus (S ke U)	0	1	81	821	11	
	Kanan (S ke T)	0	0	89	520	3	
	Total	0	4	224	1800	16	
Jl. Kusuma Negara (B)	Kiri (B ke U)	0	3	3	26	2	1372
	Lurus (B ke T)	1	17	231	820	8	
	Kanan (B ke S)	0	0	35	226	0	
	Total	1	20	269	1072	10	

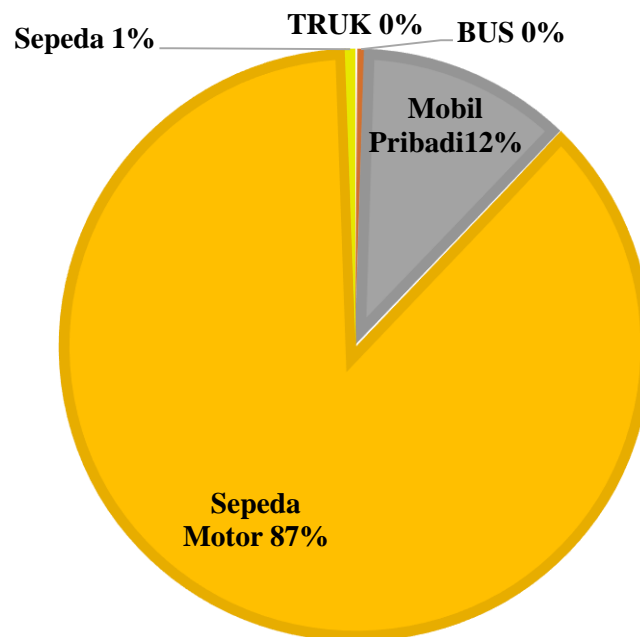
Tabel 4.5 menunjukkan bahwa ada dua lengan yang menerapkan belok kiri jalan terus (BKJT) yaitu pada lengan Utara dan Timur. Jumlah keseluruhan dipisah antara yang mengikuti lampu APILL dan belok kiri jalan terus, karena pada pemodelan dibuat link jalan yang berbeda, sehingga data pada ruas jalan BKJT dan yang mengikuti lampu APILL harus dipisah. Jumlah data tersebut dimasukkan ke *Vehicle Input*, sesuai dengan link jalan yang dibuat.



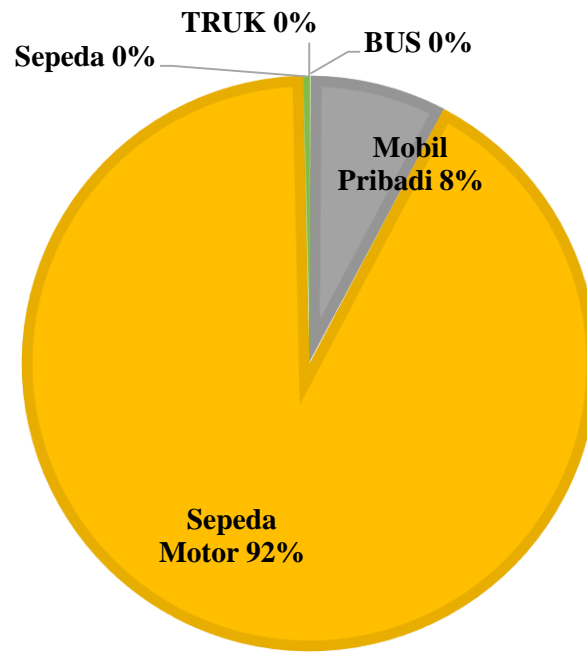
Gambar 4.4 Persentase Jumlah Kendaraan dari Lengan Barat



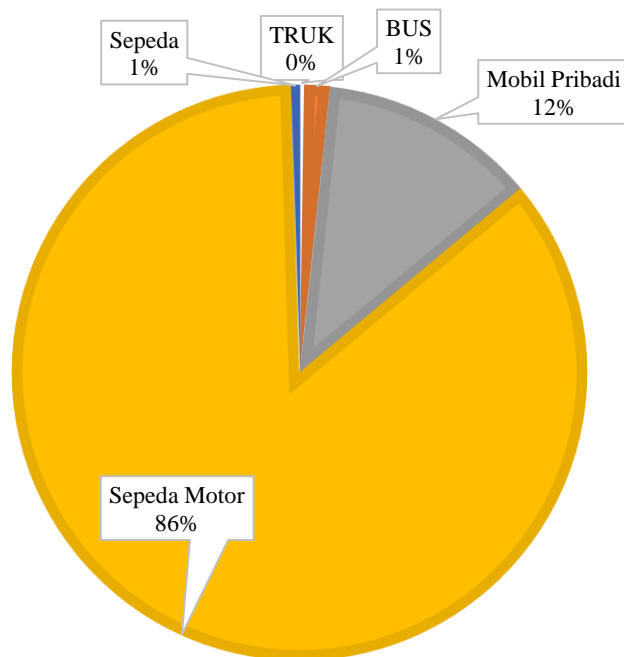
Gambar 4.5 Persentase Jumlah Kendaraan dari Lengan Selatan



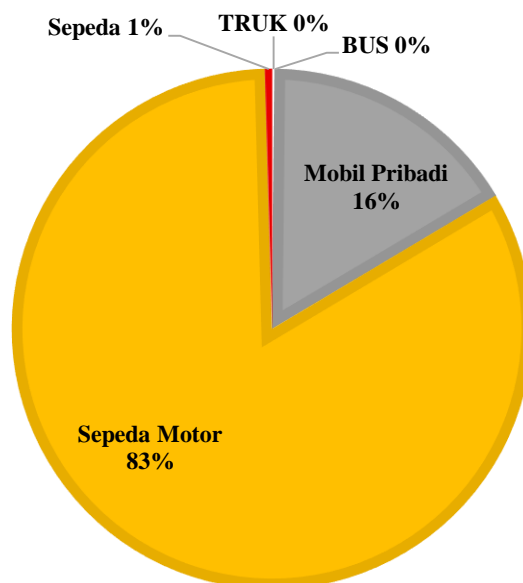
Gambar 4.6 Persentase Jumlah Kendaraan dari Lengan Timur



Gambar 4.7 Persentase Jumlah Kendaraan dari Lengan Timur BKJT



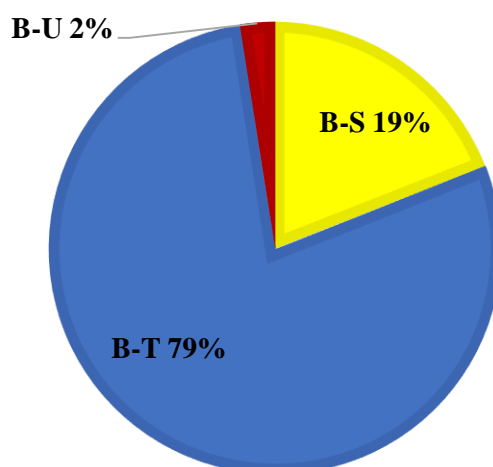
Gambar 4.8 Persentase Jumlah Kendaraan dari Lengan Utara



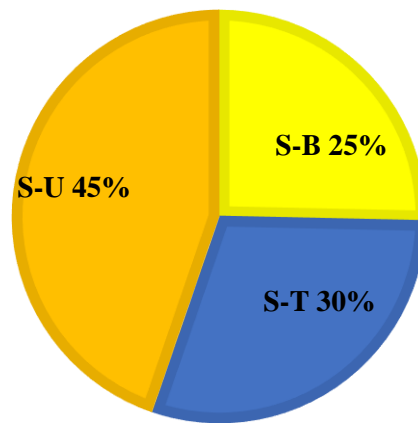
Gambar 4.9 Persentase Jumlah Kendaraan dari Lengan Utara BKJT

Gambar di atas menunjukkan persentase dari jenis kendaraan dari masing-masing lengan yang dimasukkan ke *Vehicle Composition*. Untuk lengan utara dan timur membedakan antara yang mengikuti lampu APILL dan yang BKJT.

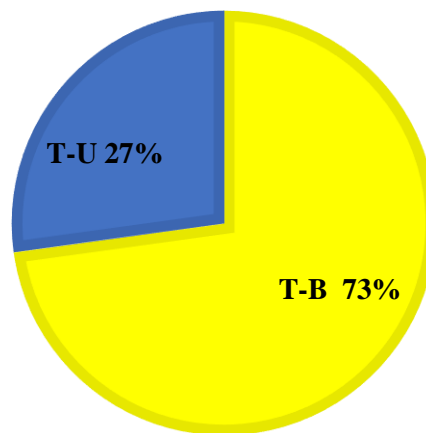
Selanjutnya yaitu persentase seluruh jenis kendaraan yang keluar dari masing-masing lengan menuju arah masukan. Data dibawah dimasukkan ke *Vehicle Routes*, guna untuk membagi persen kendaraan yang keluar dan menuju arah lengan yang lain. Jadi persentase diambil dari masing-masing arah tujuan. Untuk lengan utara dan timur BKJT tidak ada pembagian, karena kendaraan yang keluar tidak dibagi atau hanya menuju ke satu arah saja.



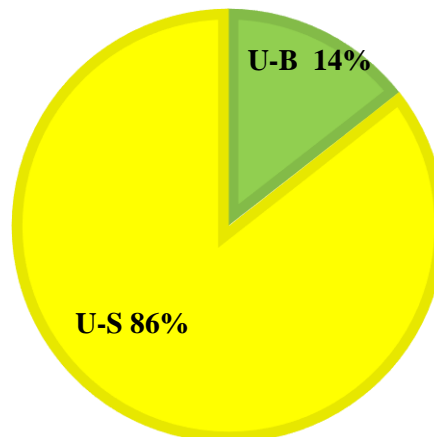
Gambar 4.10 Persentase Lengan Barat



Gambar 4.11 Persentase Lengan Selatan



Gambar 4.12 Persentase Lengan Timur



Gambar 4.13 Persentase Lengan Timur

Setelah data keseluruhan dimasukkan sesuai dengan langkah-langkah pemodelan pada 3.5.3, maka *Vissim* akan menghasilkan keluaran (*output*) yang dapat digunakan dalam menganalisis kapasitas simpang yang berupa panjang

antrian, derajat kejenuhan, tundaan, emisi gas buang dan lainnya. *Output Vissim* yang digunakan dalam perhitungan biaya kemacetan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 *Output Vissim*

Lengan	Jumlah Kendaraan	Antrian (detik/kend)	<i>Level of Service</i>
Utara	228	18,97	F
Timur	232	133,20	
Selatan	180	146,75	
Barat	133	70,99	

4.1.6. Perhitungan biaya kemacetan

Perhitungan biaya kemacetan menggunakan persamaan 2-2 dengan parameter sebagai berikut.

a. Jumlah Kendaraan (N)

Perhitungan biaya kemacetan dibutuhkan nilai N yang didapat dari perhitungan antara data jumlah volume kendaraan dan data *output* pada *Vissim*. Data *output* pada *Vissim* yang digunakan adalah jumlah kendaraan. Jumlah kendaraan menandakan bahwa kendaraan tersebut telah lolos melewati simpang. Jumlah kendaraan yang digunakan pada persamaan 3-3 yaitu jumlah kendaraan yang tertahan pada simpang. *Vissim* tidak mengeluarkan *output* kendaraan yang tertahan pada simpang, maka untuk mendapatkan nilai tersebut diambil dari jumlah volume lalu lintas pada jam puncak dikurang kendaraan lolos, nilai tersebut diasumsikan sebagai kendaraan tertahan pada simpang. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Jumlah Kendaraan (N)

Lengan	Jumah Kendaraan		
	HV	LV	MC
Utara	5,2	217	172,05
Timur	32,5	618	721,95
Selatan	5,2	203	246,6
Barat	22,1	244	145,2

b. Kecepatan Eksisting (A)

Kecepatan eksisting kendaraan menggunakan data kecepatan pada jam puncak berdasarkan hasil survei *spot speed* seperti pada Tabel 4.4 yang dirata-ratakan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kecepatan Rata-rata per Lengan

Lengan	Kecepatan rata-rata (Km/jam)			Kecepatan Rata-rata
	HV	LV	MC	
Utara	22,5	26,67	27,5	25,56
Timur	23,5	27,17	28,08	26,25
Selatan	32,5	25,11	28,08	28,56
Barat	25,42	24,83	31,99	27,41

c. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan BOK hanya persamaan 2-1 yaitu BOK untuk mobil penumpang. Persamaan tersebut digunakan untuk menyetarakan satuan menjadi satuan mobil penumpang pada perhitungan biaya kemacetan. Hasil perhitungan BOK dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Perhitungan BOK lengan utara

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= 0,4937V^2 - 60,218V + 2991,9 \\ &= 0,4937 \times [25,56]^2 - 60,218 \times 25,56 + 2991,9 \\ &= 1775,42 \end{aligned}$$

Perhitungan BOK lengan utara

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= 0,4937V^2 - 60,218V + 2991,9 \\ &= 0,493 \times [26,25]^2 - 60,218 \times 26,25 + 2991,9 \\ &= 1751,37 \end{aligned}$$

Perhitungan BOK lengan utara

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= 0,4937V^2 - 60,218V + 2991,9 \\ &= 0,4937 \times [28,56]^2 - 60,218 \times 28,56 + 2991,9 \\ &= 1674,64 \end{aligned}$$

Perhitungan BOK lengan utara

$$\begin{aligned} \text{BOK} &= 0,4937V^2 - 60,218V + 2991,9 \\ &= 0,4937 \times [27,41]^2 - 60,218 \times 27,41 + 2991,9 \\ &= 1712,12 \end{aligned}$$

d. Kecepatan Ideal

Kecepatan ideal kendaraan menggunakan acuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 19 tahun 2011, berdasarkan dari Tabel 2.8.

e. Nilai Waktu Perjalanan

Nilai waktu dihitung berdasarkan studi *Indonesia Highway Capacity Manual* (IHCM) 1995 dengan pendekatan *Gross Regional Domestic Product* (GRDP). Berdasarkan Tabel 2.7, nilai waktu yang digunakan adalah nilai waktu kendaraan ringan Rp. 1.925.

f. Waktu Antrian

Jumlah waktu antrian didapat dari *output Vissim* yaitu panjang antrian. *Output* dari *Vissim* berupa panjang antrian dengan satuan detik/kend kemudian dibagi dengan 3600 agar satuan menjadi jam/kend.

g. Biaya Kemacetan

Biaya kemacetan dihitung menggunakan persamaan 2-2 pada masing-masing lengan dan jenis kendaraan, kemudian dijumlahkan sehingga menjadi biaya kemacetan dari simpang APILL SGM Yogyakarta. Hasil dari perhitungan biaya kemacetan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Contoh perhitungan pada lengan utara

Kendaraan Berat (HV)

$$C = N * [G A + (1 - \frac{A}{B}) V'] T$$

$$C = 5,2 \times [1775,42 \times 25,56 + (1 - \frac{25,56}{60}) \times 1925] 0,0053$$

$$C = \text{Rp. } 1.273$$

Kendaraan Ringan (LV)

$$C = N * [G A + (1 - \frac{A}{B}) V'] T$$

$$C = 217 \times [1775,42 \times 25,56 + (1 - \frac{25,56}{60}) \times 1925] 0,0053$$

$$C = \text{Rp. } 53.143$$

Sepeda Motor (MC)

$$C = N * [G A + (1 - \frac{A}{B}) V'] T$$

$$C = 172,05 \times [1775,42 \times 25,56 + (1 - \frac{25,56}{60}) \times 1925] 0,0053$$

$$C = \text{Rp. } 42.135$$

Total biaya kemacetan pada lengan Utara

$$C = \text{Rp. } 1.273 + \text{Rp. } 53.143 + \text{Rp. } 42.135$$

$$C = \text{Rp. } 96.551$$

Tabel 4. 9 Biaya Kemacetan Simpang APILL SGM Yogyakarta

Lengan	Biaya Kemacetan (Rp)
Utara	Rp 96.551
Timur	Rp 2.389.499
Selatan	Rp 905.533
Barat	Rp 389.150
Total Biaya Kemacetan (Rp/Jam)	Rp 3.780.733

4.2. Pembahasan

Hasil analisis data dan pemodelan menggunakan *software Vissim 10 student version* menunjukkan bahwa kinerja simpang APILL SGM Yogyakarta telah melebihi kapasitas. Hal ini dapat dilihat dari *output Vissim* yaitu antrian rata-rata 92,48 detik/kendaraan dengan LOS telah mencapai F (Sangat Buruk). Biaya kemacetan pada simpang mencapai Rp. 3.780.733,-/jam, hal ini merupakan kerugian yang cukup besar yang didapat pengguna lalu lintas.

Berdasarkan hasil analisis pada kondisi eksisting, untuk mengurangi tundaan dan meningkatkan LOS maka dibutuhkan beberapa alternatif perubahan, antara lain:

1. Alternatif 1 (Merubah fase)
2. Alternatif 2 (Pelebaran jalan)

4.2.1. Alternatif 1 (merubah fase)

Fase merupakan suatu rangkaian sistem pengaturan arus lalu lintas dalam satu waktu siklus yang memberikan hak jalan pada suatu atau lebih gerakan lalu lintas. Perubahan fase siklus merupakan salah satu alternatif yang cukup mengurangi antrian pada simpang APILL SGM. Fase isyarat eksisting tidak sesuai dengan keadaan lalu lintasnya, karena pada fase eksisting menyebabkan tundaan dan

antrian yang cukup lama terutama pada lengan Selatan dan Timur. Setelah dilakukan *trial error* sebanyak 8 kali maka didapat fase terbaik seperti pada Tabel 4.10. Perubahan fase sendiri dilakukan dengan menggunakan pengamatan pada pemodelan *Vissim*.

Langkah pemodelan sama dengan yang ada pada sub-bab 3.5.3, dan untuk data masukan menggunakan data yang ada pada sub-bab 4.1. Waktu siklus menggunakan waktu siklus alternatif yang ada pada tabel 4.10. Hasil pemodelan menggunakan *Vissim 10* alternatif 1 disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.10 Waktu Siklus Alternatif

Lengan	Sinyal	Eksisting			Alternatif 1		
		Kuning	Hijau	All Red	Kuning	Hijau	All Red
U	Fase 1	3	13	8	3	13	8
T	Fase 2	2	30	8	2	33	9
S	Fase 3	3	17	8	3	20	9
B	Fase 4	3	20	9	3	20	8
Waktu siklus (detik)		124			128		

Tabel 4.11 *Output Vissim* Alternatif 1

Lengan	Jumlah Kendaraan	Antrian (detik/kend)	<i>Level of Service</i>
Utara	231	19,66	F
Timur	238	135,27	
Selatan	189	139,40	
Barat	138	58,85	

Setelah mendapatkan hasil dari pemodelan menggunakan *Vissim 10* maka dilakukan perhitungan biaya kemacetan dengan menggunakan persamaan 2-3 sama seperti pada sub-bab 4.1.6. Data masukan yang digunakan sama seperti pada sub-bab 4.1.6 kecuali data jumlah waktu antrian. Jumlah waktu antrian diambil dari *output Vissim* berupa antrian dari masing-masing lengan yang kemudian dibagi 3600 agar satuan berubah menjadi jam/kend.

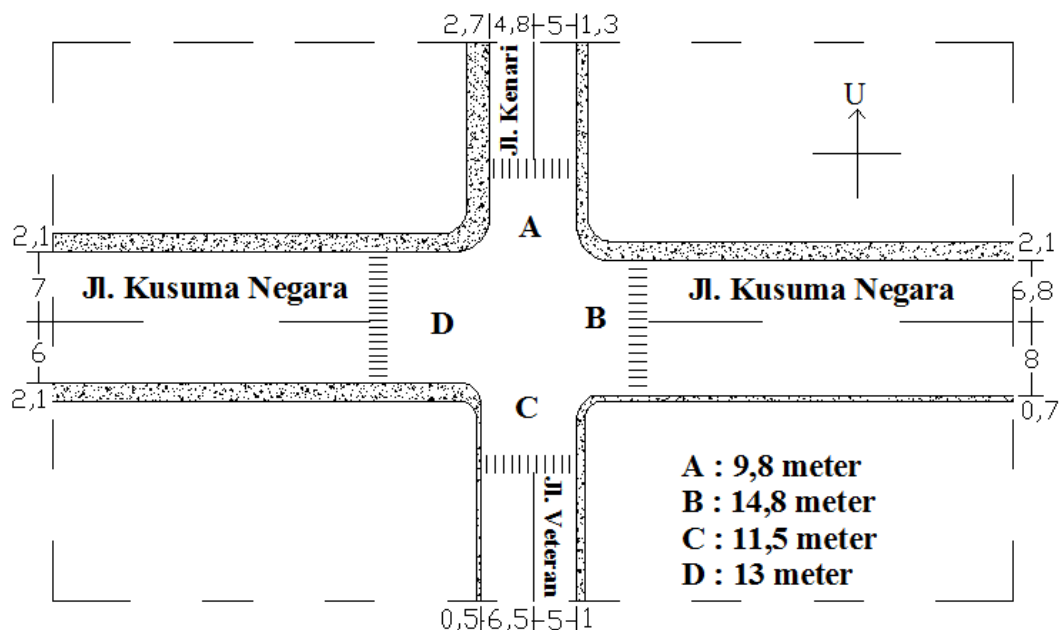
Dari hasil analisis pada alternatif 1 diperoleh antrian 88,30 detik/kendaraan dengan *LOS* F. Sedangkan untuk biaya kemacetan pada simpang mencapai Rp. 3.703.258,-/jam. Hasil dari perhitungan biaya kemacetan dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Biaya Kemacetan Alternatif 1

Lengan	Biaya Kemacetan (Rp)	
Utara	Rp	99.971
Timur	Rp	2.426.572
Selatan	Rp	856.005
Barat	Rp	320.709
Total Biaya Kemacetan (Rp/Jam)	Rp	3.703.258

4.2.2. Alternatif 2 (pelebaran jalan)

Pelebaran merupakan salah satu alternatif dalam menangani masalah kemacetan. Karena hasil dari alternatif 1 tidak terlalu mengurangi tundaan dan antrian, maka diambil alternatif ke 2 yaitu dengan pelebaran jalan. Kondisi geometrik jalan eksisting seperti pada gambar 4.1 tidak mendukung kinerja simpang dengan baik terutama pada bagian jalan utama yang merupakan jalur lalu lintas perkotaan. Pelebaran jalan dilakukan pada masing-masing pendekat dengan ukuran yang disesuaikan dengan kebutuhan lalu lintas. Pelebaran jalan dilakukan tanpa memperhitungkan jalur pejalan kaki. Kondisi jalan setelah pelebaran dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.14 Kondisi Geometrik setelah Pelebaran

Setelah dilakukan pelebaran maka data lebar jalan dimasukkan ke *Vissim* untuk mendapatkan *output* yang lebih baik dari kondisi eksisting. Langkah pemodelan sama seperti pada sub-bab 3.5.3. Karena yang diubah hanya ukuran

lebar jalan saja maka pada data masukan yang diganti hanya lebar ukuran jalan pada *link*, data yang lain mengikuti data pada pemodelan eksisting. Hasil dari pemodelan menggunakan *Vissim 10* pada alternatif 2 disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 *Output Vissim* Alternatif 2

Lengan	Jumlah Kendaraan	Antrian (detik/kend)	<i>Level of Service</i>
Utara	231	17,64	E
Timur	281	134,85	
Selatan	208	102,76	
Barat	156	35,49	

Setelah pemodelan maka dilakukan perhitungan biaya kemacetan dengan data dari *output Vissim*. Perhitungan biaya kemacetan sama seperti pada sub-bab 4.1.6, hanya saja pada data jumlah waktu antrian diubah sesuai dengan data dari *output Vissim*. Data tersebut kemudian diubah satuannya dengan cara dibagi 3600 sehingga satuannya menjadi jam/kend. Tabel di atas menunjukkan bahwa antrian pada alternatif 2 semakin berkurang dengan *LOS* yang meningkat menjadi E.

Setelah didapatkan jumlah waktu antrian maka selanjutnya yaitu menghitung biaya kemacetannya dengan menggunakan persamaan 2-3. Hasil perhitungan biaya kemacetan alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 4.14. Berdasarkan dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya kemacetan pada simpang APILL SGM Yogyakarta mengalami penurunan yaitu Rp. 3.265.934,-/jam.

Tabel 4. 14 Biaya Kemacetan Alternatif 2

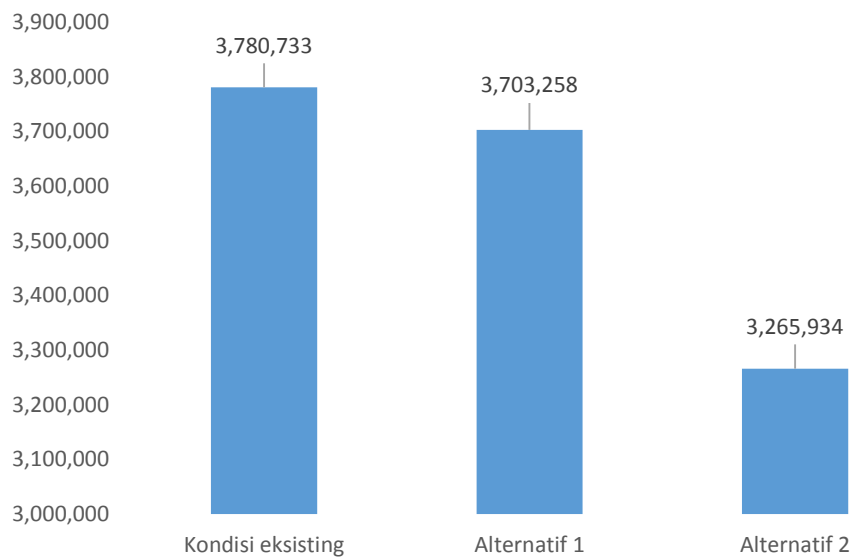
Lengan	Biaya Kemacetan (Rp)	
Utara	Rp	89.088
Timur	Rp	2.365.473
Selatan	Rp	621.395
Barat	Rp	189.979
Total Biaya Kemacetan (Rp/Jam)	Rp	3.265.934

Setelah dilakukan evaluasi pada kondisi eksisting dengan menambahkan alternatif 1 (merubah fase) dan alternatif 2 (pelebaran jalan) sebagai alternatif solusi, kinerja simpang meningkat menjadi E. Berdasarkan hasil analisis pada kondisi eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2, terjadi penurunan pada biaya

kemacetan. Perbandingan dari hasil analisis simpang dapat dilihat pada Tabel 4.15, sedangkan perbandingan biaya kemacetan dapat dilihat pada Gambar 4.15.

Tabel 4.15 Perbandingan Hasil Analisis Simpang

Indikator	Lengan	Kondisi Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2
Antrian	Utara	18,0792	19,4414	18,8991
	Timur	131,735	125,763	131,509
	Selatan	153,537	136,925	96,9737
	Barat	66,0873	76,7647	67,0297
Level of Service	Utara			
	Timur	F	F	E
	Selatan			
	Barat			



Gambar 4.15 Perbandingan Biaya Kemacetan

Berdasarkan dari hasil analisis pada kondisi eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2, maka dapat dilihat bahwa terjadi penurunan pada setiap kondisinya, dan kondisi terbaik terjadi pada alternatif 2 (pelebaran jalan).