

BAB V

ANALISIS DAN HASIL PENGAMATAN

5.1 Data Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan melalui survei langsung di lapangan, sedangkan data sekunder adalah data yang didapatkan dari sumber yang sudah ada.

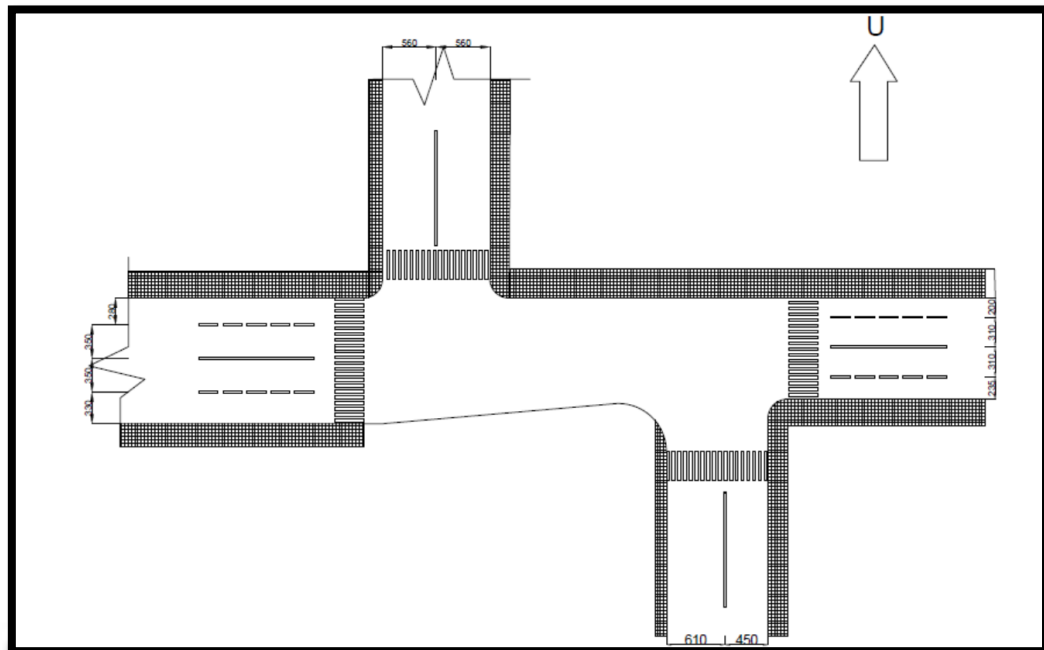
5.1.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung tanpa melalui perantara. Dalam penelitian ini penulis mendapatkan data primer melalui survei langsung di lapangan. Data primer yang diperlukan adalah geometrik jalan, volume kendaraan, kecepatan kendaraan, hambatan samping, serta lama waktu hijau di masing masing ruas.

1. Geometrik Jalan

Survei geometrik jalan dilakukan dengan cara melakukan pengukuran di setiap ruas jalan. Hasil survei yang diperoleh dapat dilihat pada **Gambar**

5.1



Gambar 5.1. Geometrik Simpang Empat Ngabean

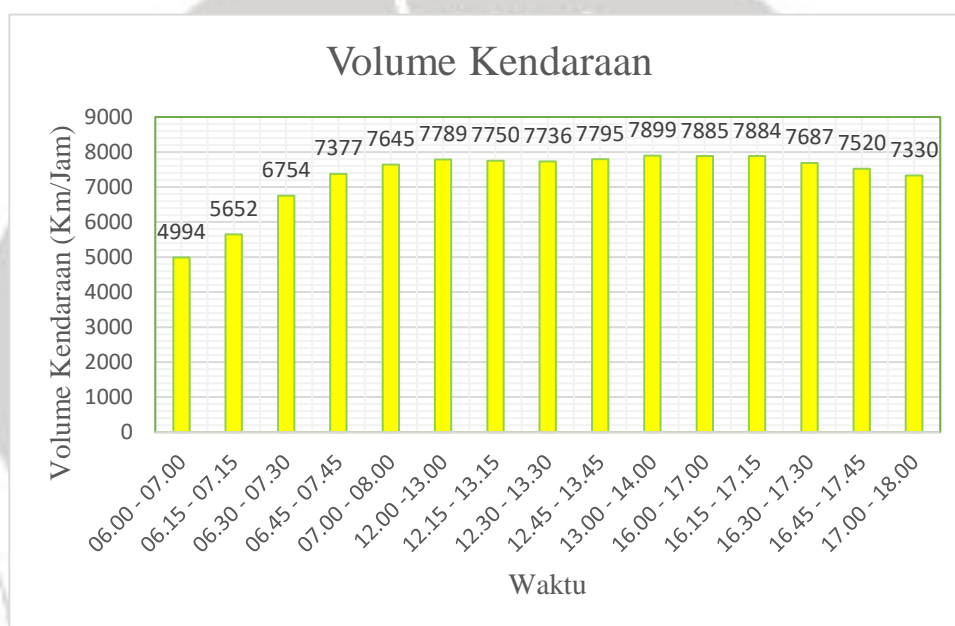
Tabel 5.1. Data Geometrik Jalan

Ruas Jalan	Pendekatan WA (m)	L Pada Garis Henti (m)	Pada Jalur Belok Kiri Jalan Terus (m)	Pada Lajur Keluar (m)
Jl. Letjen Suprpto (U)	5,6	5,6	0	4,5
Jl. K.H. Ahmad Dahlan (T)	5,45	3,1	2,35	6,8
Jl. K.H. Wahid Hasyim (S)	6,1	6,1	0	5,6
Jl. K.H. Ahmad Dahlan (B)	6,3	6,3	0	3,1

(Sumber : Dokumen Pribadi)

2. Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas yang didapatkan dari survei di lapangan pada hari Kamis, 5 Maret 2020 pada saat jam – jam puncak dapat dirangkum pada **Gambar 5.2.** Data Volume lalu lintas lebih lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 2.**



Gambar 5.2. Volume Kendaraan Simpang Ngabean Hari Kamis, 5 Maret 2020

Tabel 5.2. Rekap Data Volume Puncak Setiap Sesi

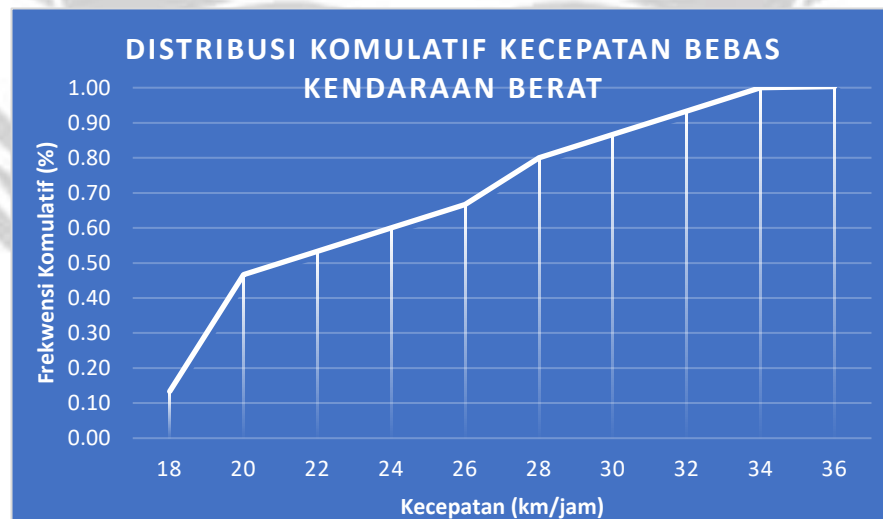
Waktu	Sesi	Jam Puncak	Jumlah Kendaraan (kendaraan / jam)			
			Utara	Timur	Selatan	Barat
Kamis, 4 Maret 2020	Pagi	07.00 – 08.00	1777	1998	1071	2799
	Siang	13.00 – 14.00	2244	2033	1348	2374
	Sore	16.00 – 17.00	2422	1922	1260	2325

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Kesimpulan dari data volume pada hari Kamis, 5 Maret 2020 di simpang Ngabean memiliki jumlah kendaraan tertinggi dengan total 7899 kendaraan/jam yang terjadi pada pukul 13.00 – 14.00 WIB.

3. Kecepatan Kendaraan

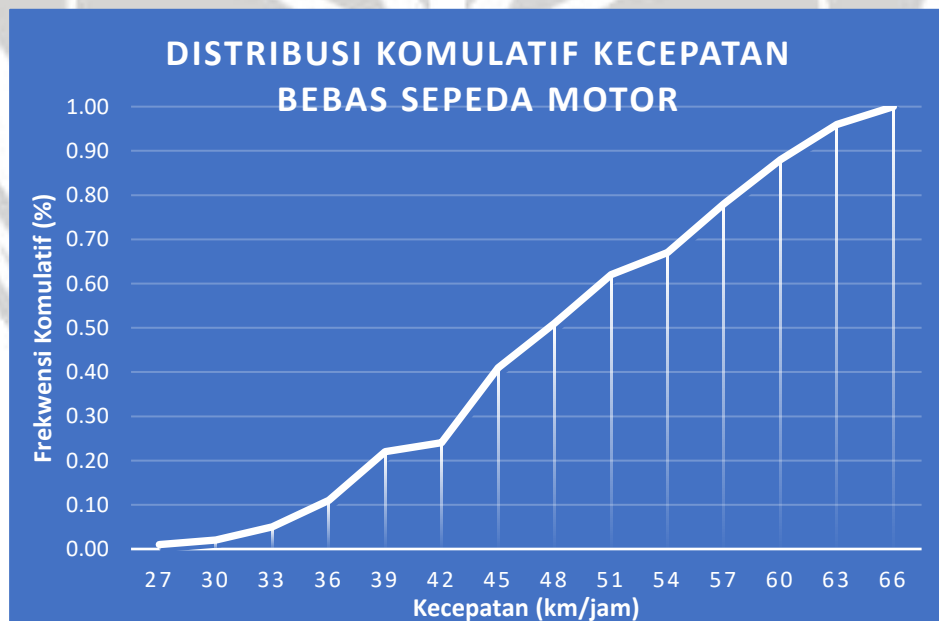
Pengambilan data kecepatan kendaraan dilakukan menggunakan *speed gun*. *Speed gun* adalah alat untuk mengukur kecepatan kendaraan. Cara menggunakan *speed gun* hanya cukup dibidikan saja ke arah kendaraan yang dituju, maka kecepatan kendaraan tersebut akan muncul di layar *speed gun*. Kecepatan yang diambil dan dicatat berupa kecepatan bebas kendaraan yang melaju tanpa ada hambatan di depannya. Distribusi data kecepatan hasil pengamatan setiap jenis kendaraan dapat dilihat pada gambar berikut.



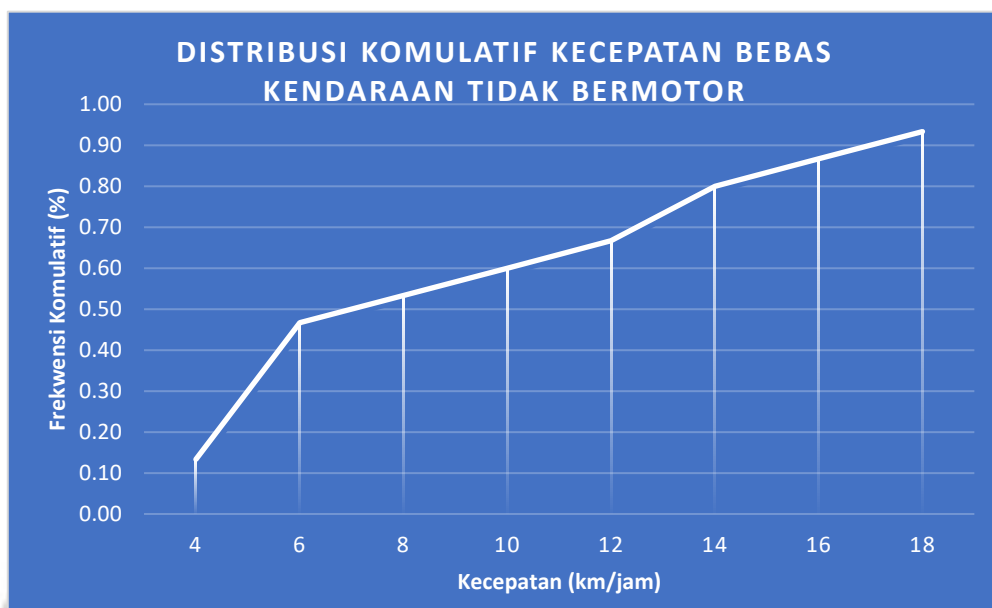
Gambar 5.3. Distribusi Kecepatan Kendaraan HV



Gambar 5.4. Distribusi Kecepatan Kendaraan LV



Gambar 5.5. Distribusi Kecepatan Kendaraan MC



Gambar 5.6. Distribusi Kecepatan Kendaraan UM

Tabel 5.3. Rekap Data Kecepatan Kendaraan

JENIS	KECEPATAN KENDARAAN (KM/JAM)		
	MAKS	MIN	RATA - RATA
HV	31	18	23,1
LV	56	30	45,5
MC	66	24	48,1
UM	17	5	11,5

(Sumber : Dokumen Pribadi)

4. Waktu Hijau di Lapangan

Pengambilan data waktu hijau di lapangan dilakukan oleh dua orang *surveyor*. Satu orang mengamati berapa lama lampu lalu lintas berwarna hijau dengan menggunakan *stopwatch*, dan satu orang yang lain mencatat hasil pengamatan. Data waktu hijau di lapangan dapat dilihat pada **Tabel 5.4.**

Tabel 5.4. Waktu Hijau di Lapangan

RUAS JALAN	WAKTU HIJAU DI LAPANGAN
Utara	37 s
Timur	30 s
Barat	20 s
Selatan	20 s

(Sumber : Dokumen Pribadi)

5. Hambatan Samping

Hambatan samping yang ditinjau adalah jumlah kendaraan parkir di badan jalan serta kendaraan tak bermotor. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati sepanjang 200 meter masing – masing ruas jalan. Jumlah kendaraan tak bermotor dapat dilihat pada **Lampiran.2**, dan kendaraan parkir yang terjadi pada hari Kamis, 5 Maret 2020 pukul 13.00 – 14.00 dapat dilihat pada **Tabel 5.5**.

Tabel 5.5. Hambatan samping

Ruas	Kendaraan Parkir
Utara	9
Timur	16
Barat	7
Selatan	9

5.1.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang di dapatkan dari sumber yang sudah ada. Penelitian ini membutuhkan data sekunder berupa data jumlah penduduk di Kota Yogyakarta yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik tahun 2019.

Tabel 5.6. Jumlah Penduduk Kota Yogyakarta 2019

KABUPATEN/KOTA	JUMLAH PENDUDUK
Kulon Progo	430.220
Bantul	1.018.402
Gunung Kidul	742.731
Sleman	1.219.640
Kota Yogyakarta	431.939
Jumlah	3.842.932

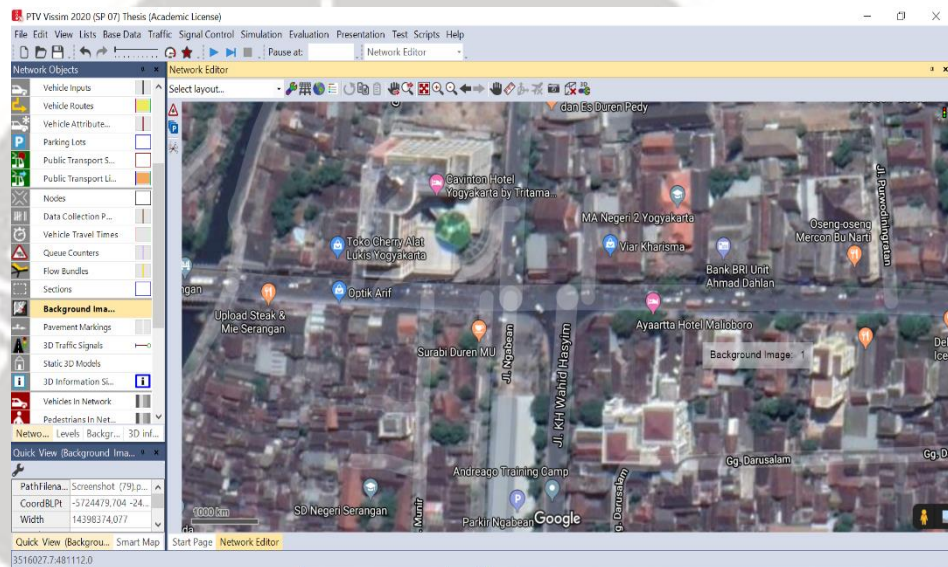
(Sumber : <https://yogyakarta.bps.go.id/dynamictable/2017/08/02/32/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-d-i-yogyakarta-jiwa-.html> (6 Juni 2020))

5.2. Permodelan Kondisi Eksisting dengan Software Vissim 2020

Permodelan kondisi eksisting pada simpang Ngabean menggunakan *software Vissim* berguna untuk mensimulasi kondisi lalu lintas menyerupai kondisi di lapangan dengan cara mengatur *driving behaviour* yang memenuhi persyaratan dalam menyelaraskan data survei lapangan dengan hasil *output Vissim 2020 (Thesis)*. Setelah mendapatkan *driving behaviour* yang tepat dilanjutkan dengan mensimulasikan simpang empat Ngabean dengan beberapa alternatif perubahan yang bertujuan untuk mengoptimisasi kinerja simpang empat Ngabean. Analisis permodelan dengan *software vissim 2020* terdiri dari proses *input, running, dan output* yang dijabarkan sebagai berikut :

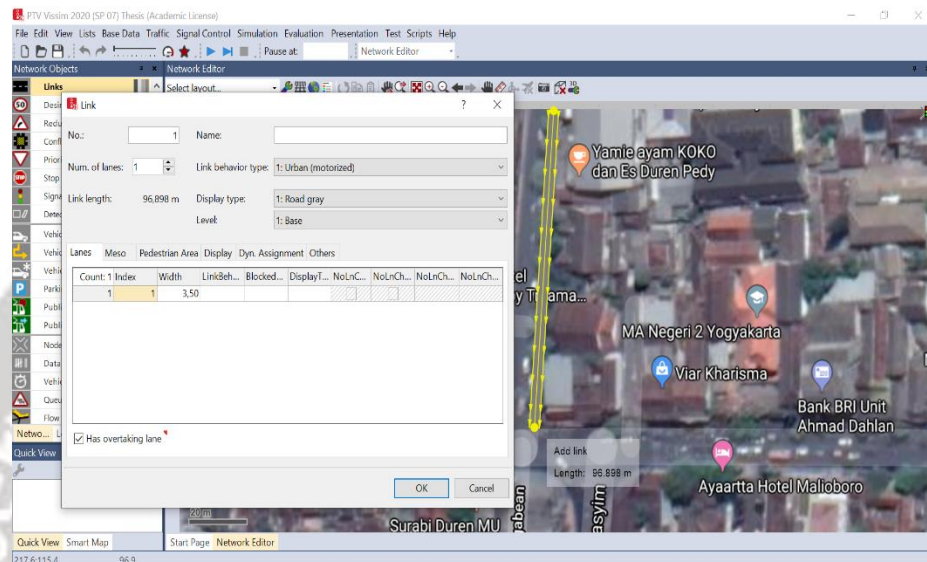
1. Proses *Input*

- a. Pembuatan *background image* berupa peta lokasi simpang empat Ngabean beserta dengan skalanya yang berguna untuk memudahkan penggambaran simpang empat yang ditinjau. Kemudian memasukan *link* jalan beserta ujurannya, volume lalu lintas, dan data *spot speed*.



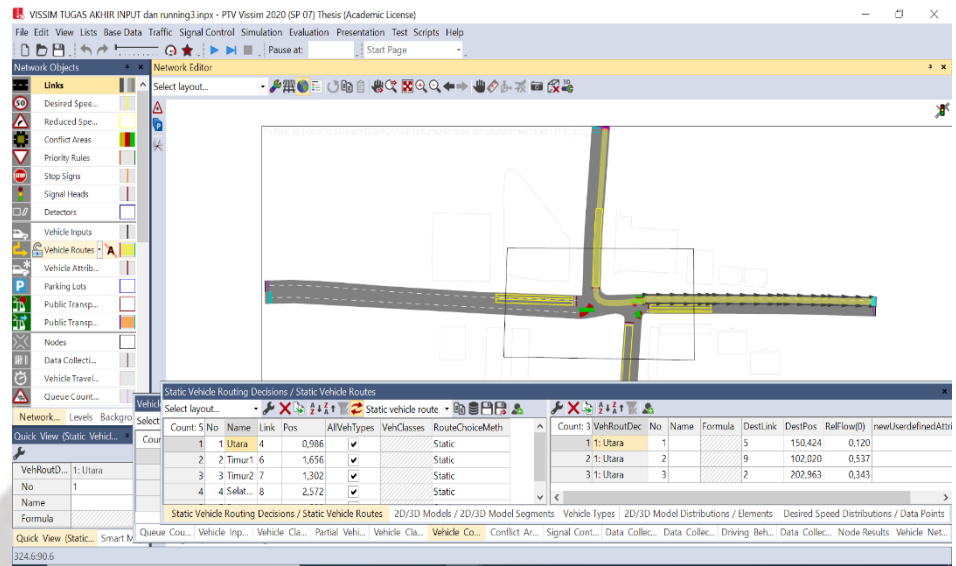
Gambar 5.7. *Background* Simpang Ngabean Yogyakarta

- b. Pembuatan jalan dan konektor dengan klik *link* pada *network objects*.
Kemudian klik *ctrl + mouse* bagian kanan dan tarik sesuai dengan arah ruas jalan tersebut geometrik jalan seperti **Gambar 5.8**.



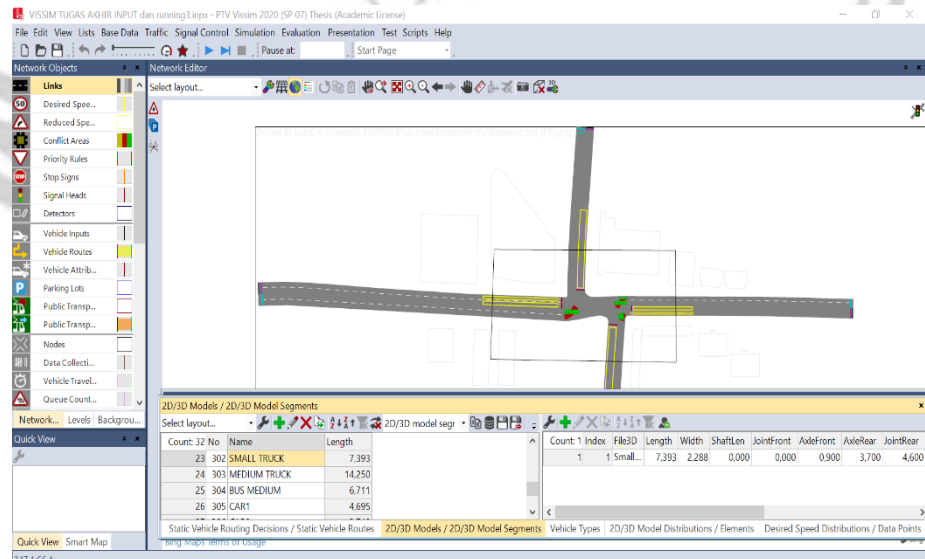
Gambar 5.8. Membuat Jaringan Jalan Simpang Ngabean

- c. Menetapkan rute perjalanan dengan cara klik perintah *vehicle routes* pada *network object*. Kemudian klik *ctrl + mouse* bagian kanan hingga muncul garis berwarna ungu dan gambarkan rutanya sesuai arah hingga muncul garis berwarna kuning.

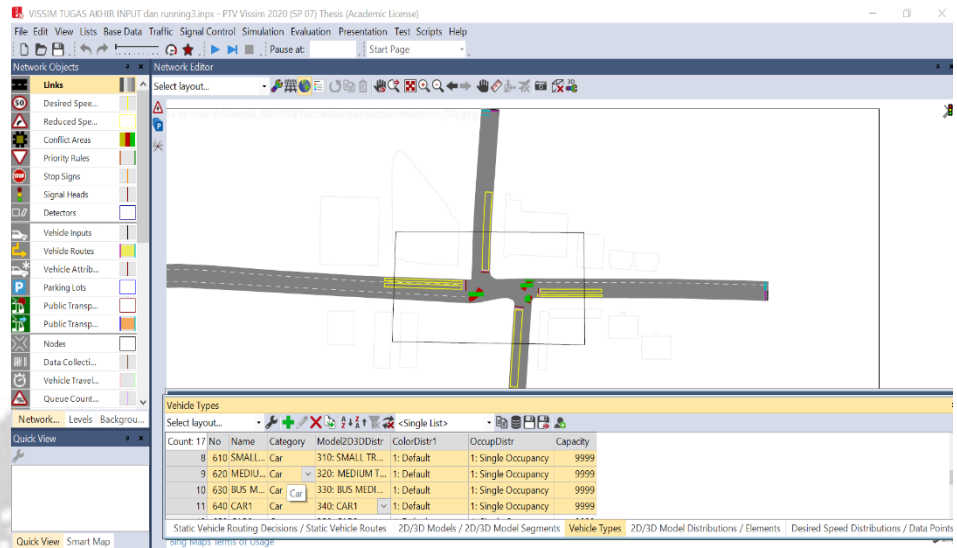


Gambar 5.9. Rute Simpang Empat Ngabean

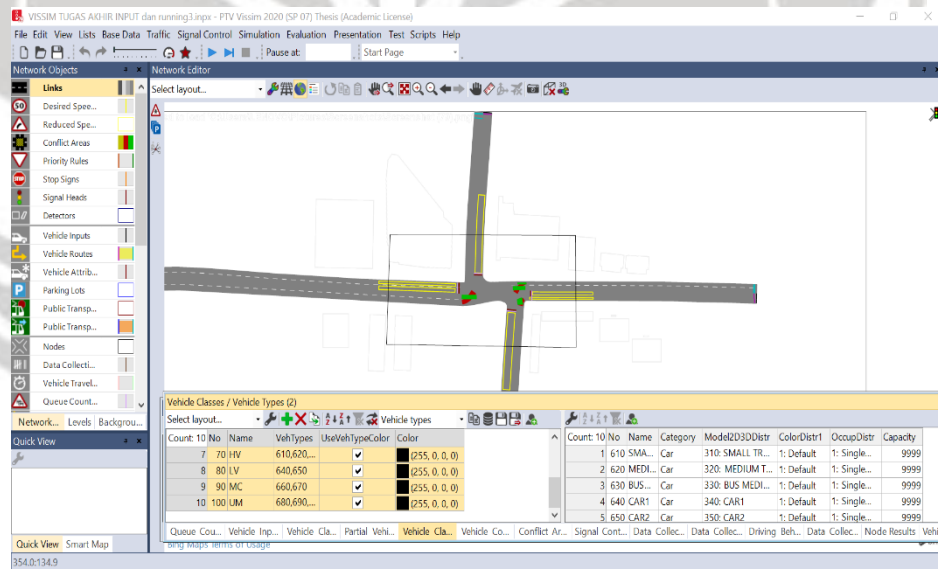
- d. Menentukan jenis kendaraan dengan cara klik perintah *vehicle inputs*, dan *vehicle classes* yang sesuai dengan jenis – jenis kendaraan menyerupai di lapangan. Setelah itu, dilanjutkan dengan mengatur *2D/3D models distribution/elements*, *vehicle types*, dan *vehicle class/vehicle types*.



Gambar 5.10. 2D/3D distributions/Element



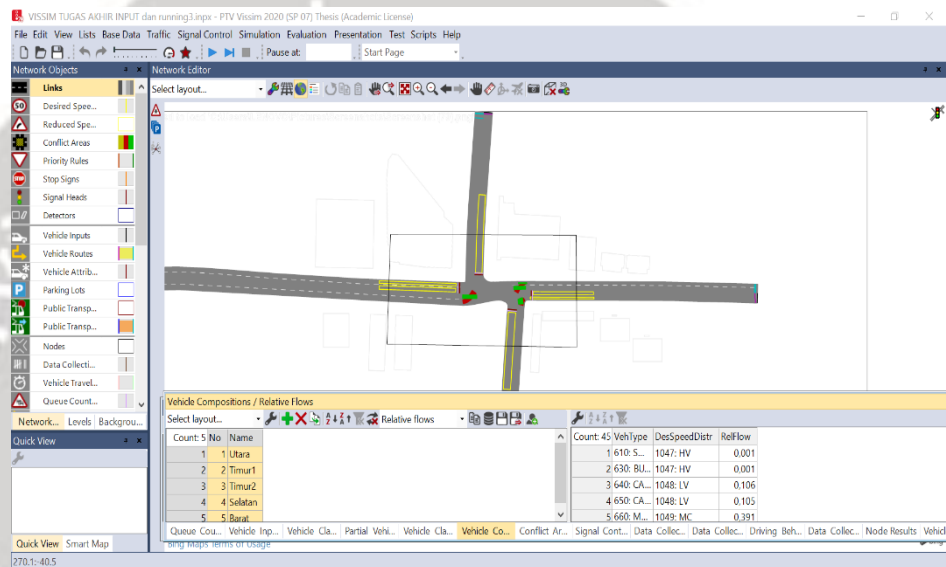
Gambar 5.11. Tampilan Vehicle Types



Gambar 5.12. Tampilan Vehicle Class / Vehicle Types

e. *Input Vehicle*

Pembuatan *vehicle composition* dengan cara klik pada *menu bar – traffic – vehicle composition*, kemudian memasukkan komposisi dan data volume kendaraan hasil survei pada hari Kamis, 5 Maret 2020 pada sesi siang pukul 13.00 – 14.00 WIB.



Gambar 5.13. *Vehicle Composition*

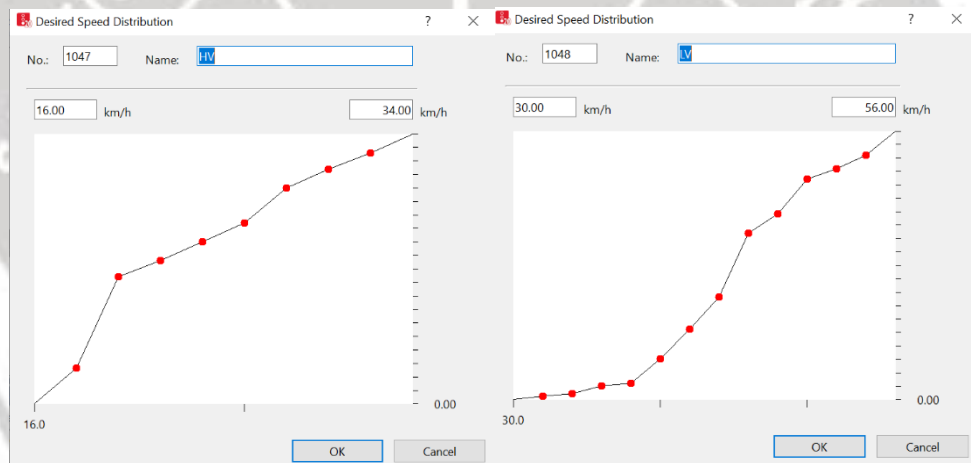
Tabel 5.7. Volume Kendaraan/ jam

RUAS JALAN	JUMLAH KENDARAAN			
	HV	LV	MC	UM
Utara	7	474	1751	12
Timur	9	340	1658	26
Selatan	11	257	1069	6
Barat	27	386	2156	5

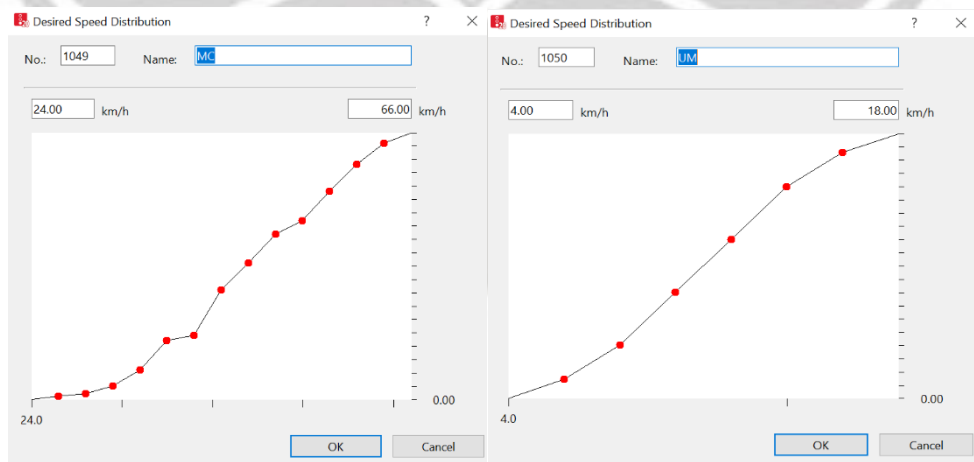
(Sumber : Dokumen Pribadi)

f. Mengatur Kecepatan Kendaraan (*Desired Speed*)

Kecepatan kendaraan dapat diatur dengan cara menginput data distribusi kecepatan kendaraan hasil survei di lapangan. Langkah – langkah untuk input data distribusi kecepatan adalah dengan klik *menu bar – base data – distributions – desired speeds*. Pada permodelan kondisi *eksisting* dimasukkan distribusi kecepatan dari masing – masing setiap kelas kendaraan. Adapun distribusi kendaraan yang dimasukkan terlampir pada **Lampiran 3**.



Gambar 5.14. Grafik Distribusi Kecepatan *Heavy Vehicle* dan *Light Vehicle*



Gambar 5.15. Grafik Distribusi Kecepatan *Motorcycle* dan *Unmotorized*

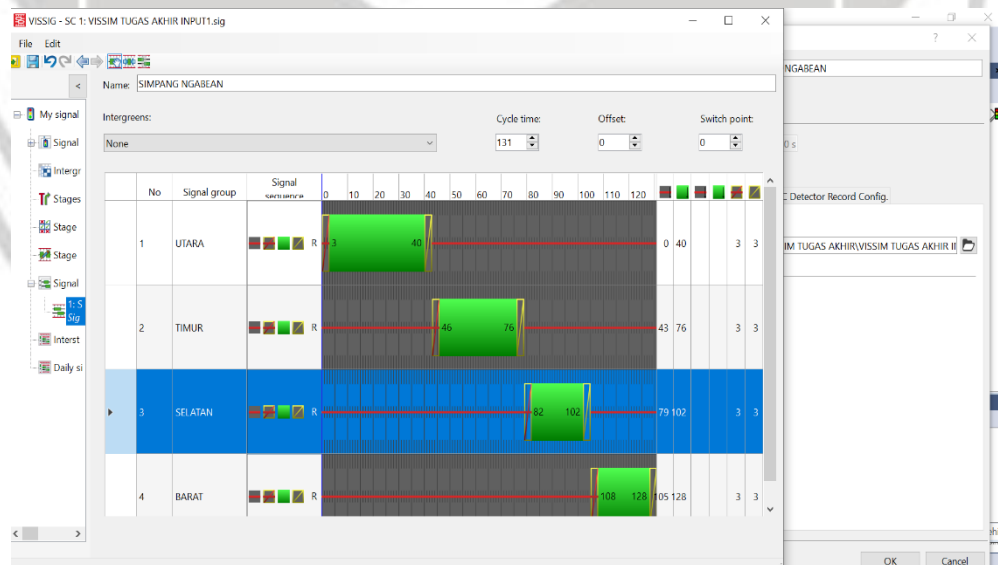
g. Pengaturan Lampu Lalu Lintas

Pengaturan sinyal lalu lintas pada permodelan *vissim* dilakukan dengan cara memilih perintah *signal control* pada *menu bar* dan memasukkan data berupa fase sinyal lampu lalu lintas sesuai dengan kondisi di lapangan seperti pada **Tabel 5.8**.

Tabel 5.8. Durasi Sinyal Lampu Lalu Lintas

	Utara	Timur	Selatan	Barat
<i>Red/Amber</i>	3	3	3	3
<i>Green</i>	37	30	20	20
<i>Amber</i>	3	3	3	3
<i>Red</i>	85	92	102	102
<i>Cycle Time</i>	131			

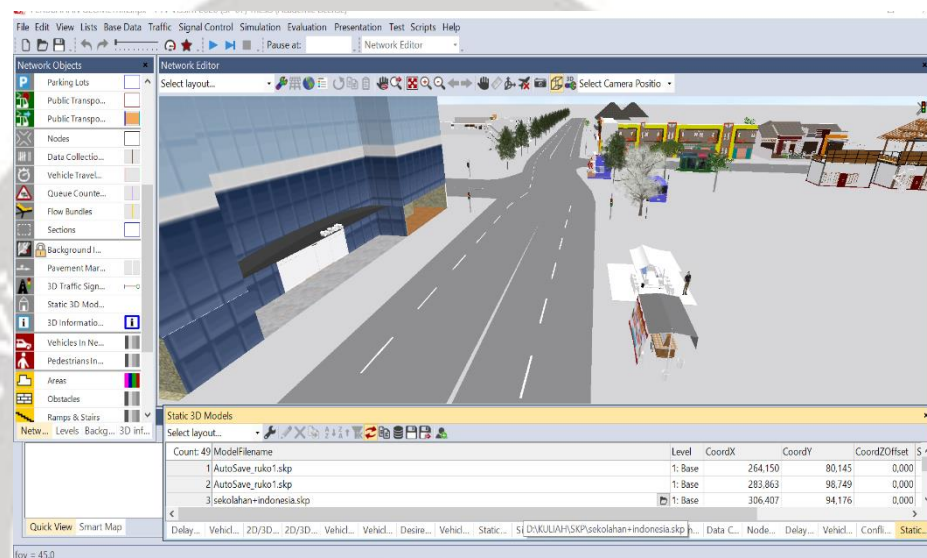
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 5.16. Diagram Fase Sinyal Lalu Lintas Simpang Ngabean

h. *Static 3D Models*

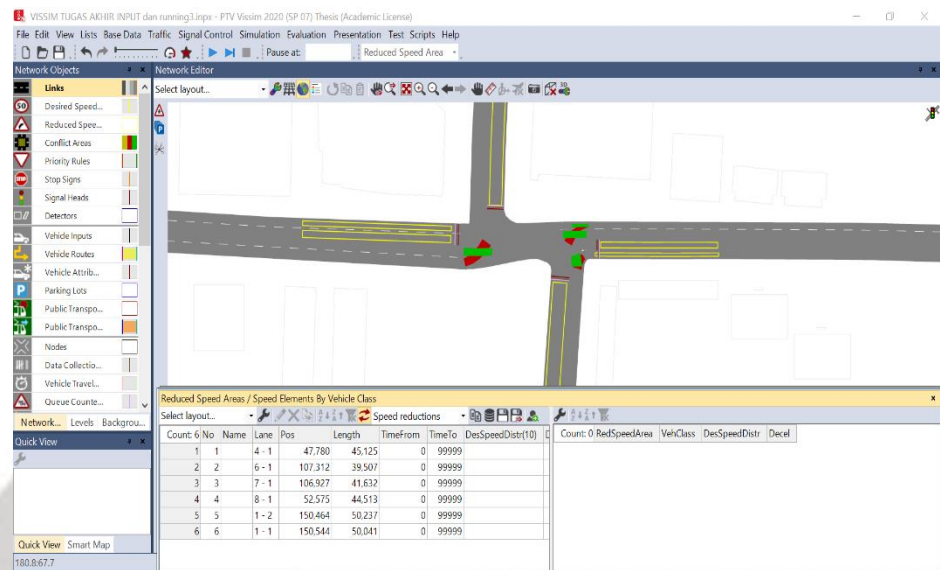
Dalam langkah ini dapat menambahkan bangunan 3D pada daerah sekitar simpang Ngabean pada perintah *static 3D models* pada *network models*. Gambar – gambar 3D dapat diambil dai *Warehouse SketchUp*.



Gambar 5.17. Bangunan di Sekitar Simpang Ngabean

i. *Reduced Speed Areas*

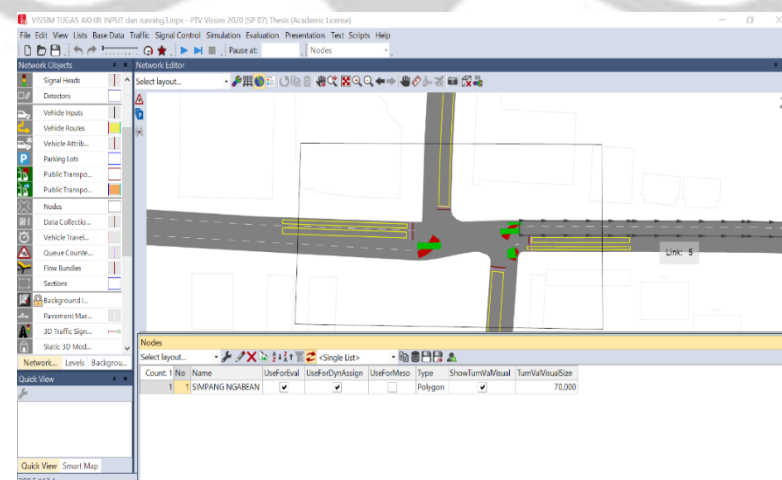
Reduced speed areas atau pengaturan pengurangan kecepatan merupakan salah satu parameter kalibrasi yang mengupayakan model sesuai dengan kondisi di lapangan. Pada saat akan berhenti, pengendara akan mengurangi kecepatannya terlebih dahulu. *Reduced speed areas* dapat dibuat dengan cara klik *reduced speed areas* pada *network object* – tekan *CTRL* + klik kanan pada daerah *link* yang akan diatur – tarik sesuai panjang keinginan, maka akan muncul kotakan kuning di link yang sudah dipasang seperti **Gambar 5.18**.



Gambar 5.18. *Reduced Speed Areas*

j. *Node dan Data Collection Point*

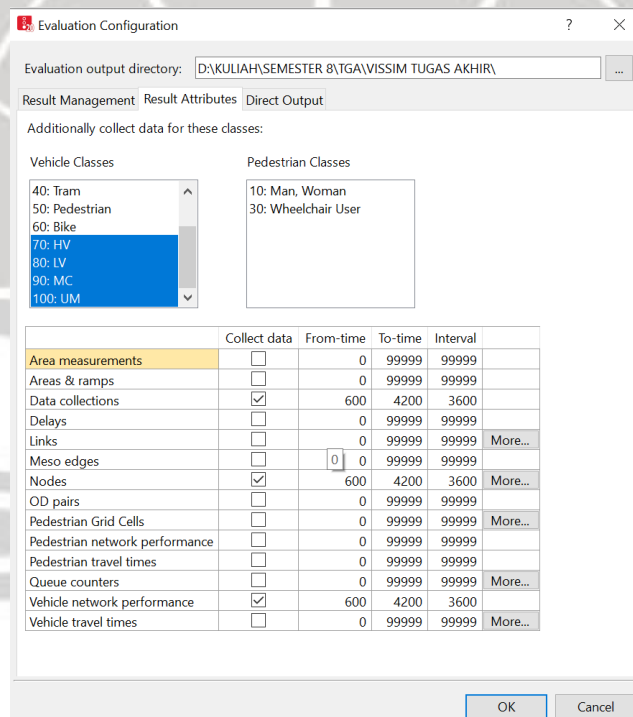
Proses *running* simulasi evaluasi memerlukan pengaturan *nodes* dan *data collection points* pada simpang Ngabean. Tujuan dari *running* ini adalah untuk sumber data tempat yang akan dilakukan analisis. Hal ini dapat dilakukan dengan klik di *network objects*. Setelah klik *nodes* pada *network objects* gambarkan kotak warna hitam seperti pada **Gambar 5.19.**



Gambar 5.19. *Pemasangan Nodes dan Data Collection Point*

k. Konfigurasi Evaluasi

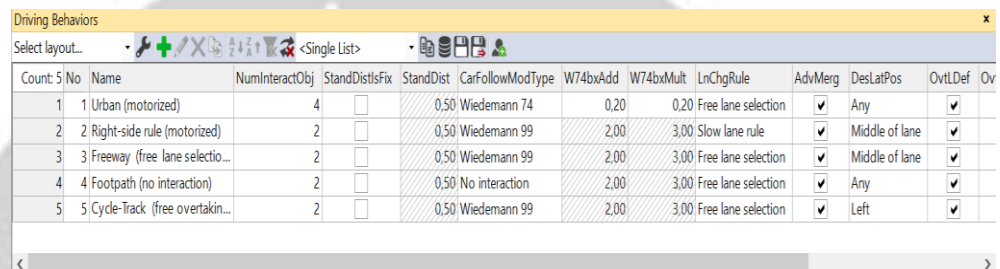
Pengaturan evaluasi terletak pada menu bar – evaluation – configuration, konfigurasi evaluasi ini berfungsi untuk mengevaluasi *nodes* dan *collection point* yang di atur seperti pada **Gambar 5.20**. dan waktu pengambilan waktu pengambilan data diambil saat mulai detik ke 600 dengan interval 3600 detik untuk pengumpulan data.



Gambar 5.20. Tampilan *Evaluation Configuration*

1. Driving Behaviour

Pengaturan *driving behaviour* merupakan pengaturan perilaku pengemudi supaya hasil dapat menyerupai hasil di lapangan. Pengaturan bawaan (*default*), digunakan untuk *urban (motorized)* pada permodelan kondisi eksisting.

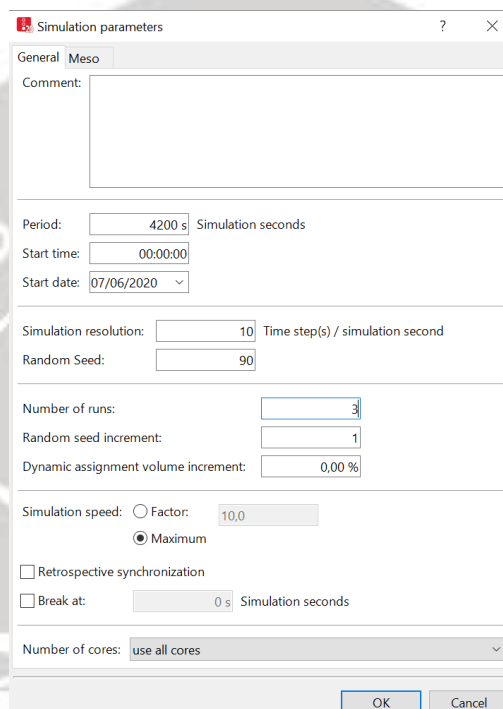


Count	No	Name	NumInteractObj	StandDistIsFix	StandDist	CarFollowModType	W74bxAdd	W74bxMult	LnChgRule	AdvMerg	DesLatPos	OvtLDef	Ov
1	1	Urban (motorized)	4	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 74	0,20	0,20	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	2	Right-side rule (motorized)	2	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 99	2,00	3,00	Slow lane rule	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	3	Freeway (free lane selectio...	2	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	4	Footpath (no interaction)	2	<input type="checkbox"/>	0,50	No interaction	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	5	Cycle-Track (free overtakin...	2	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Left	<input checked="" type="checkbox"/>	

Gambar 5.21. Tampilan *Driving Behaviour*

m. *Simulation Parameters*

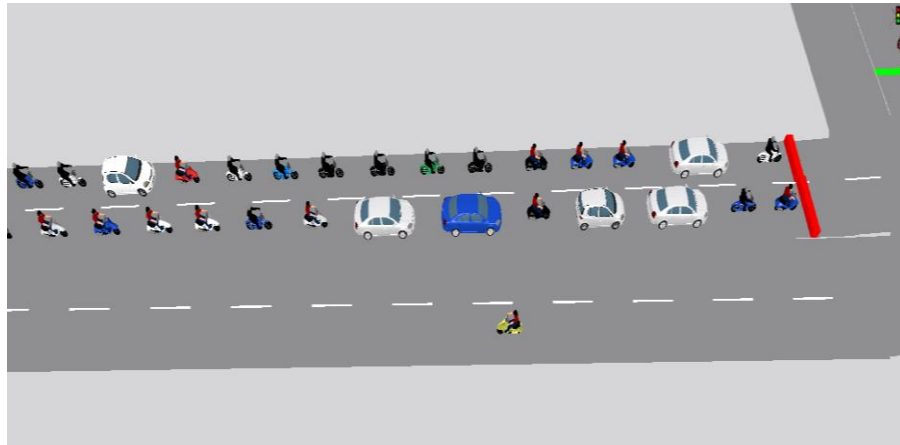
Dalam pengaturan ini yang diubah adalah waktu simulasi dari 3600 detik diubah menjadi 4200 detik, lalu dalam sekali running dilakukan 3 simulasi.



Gambar 5.22. Tampilan *simulation Parameters*

2. Proses *Output*

Proses *output* yaitu dengan menjalankan simulasi perdelan yang sudah dibuat sebelumnya. Sesuai dengan tampilan *simulation parameters* diatas, simulasi akan berjalan selama 4200 detik ketika klik ikon *simulation continous*. Ketika simulasi *running*, noda dan titik pengumpulan data akan mencatat hasil evaluasi hingga simulasi selesai.



Gambar 5.23. Tampilan Simulasi 3D

5.3 Kalibrasi dan Validasi

Hasil dari analisis *vissim* kondisi eksiting dengan bawaan *driving behaviours* yaitu dengan *urban (motorized)* didapatkan volume kendaraan kendaraan/jam pada hari Kamis, 5 Maret 2020 pukul 13.00 – 14.00 seperti pada **Tabel 5.9.**

Tabel 5.9. Perbandingan Volume Kendaraan

Ruas Simpang Ngabean	Volume (Kendaraan/Jam)	
	Eksisting	<i>Vissim</i>
Utara	2244	660
Timur	2033	929
Selatan	1345	390
Barat	2574	892

(Sumber : Dokumen Pribadi dan PTV *Vissim* 2020)

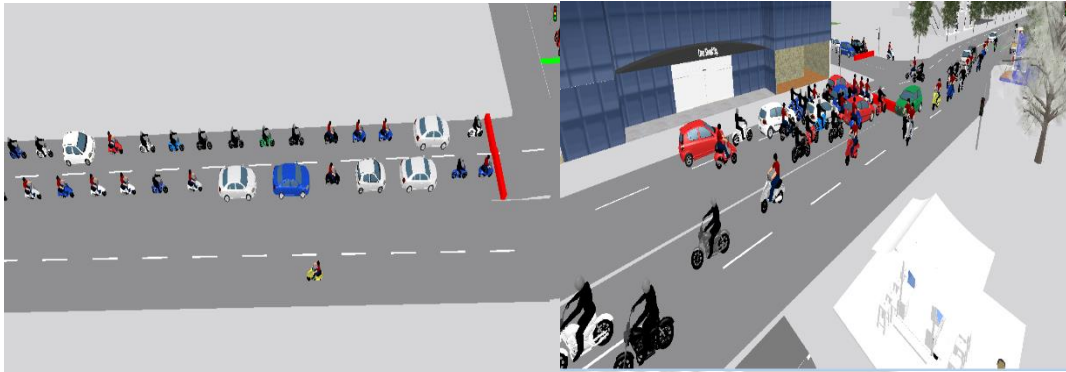
Dari tabel di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan volume lalu lintas yang sangat jauh dari kondisi di lapangan dengan permodelan *vissim*. Selisih untuk ruas jalan Utara sebesar 1584 kendaraan/jam, selisih ruas Timur 1104 kendaraan/jam, ruas Selatan 1682 kendaraan/jam, dan ruas Barat 1682

kendaraan/jam. Dengan hasil tersebut, kesimpulan dari permodelan ini perlu proses kalibrasi pada *driving behaviour* agar hasil permodelan dapat mendekati kondisi di lapangan.

Kalibrasi adalah proses akurasi dari *software Vissim* dengan cara membandingkan dengan standar atau tolak ukur agar hasil yang keluar sesuai dengan realita di lapangan. Proses kalibrasi bisa dijalankan dari parameter *driving behaviour* dan akan berpengaruh terhadap hasil yang akan dikeluarkan *software Vissim*. Parameter *driving behaviour* yang digunakan pada kalibrasi permodelan ini berdasarkan *car following model Widermann 74*. Pergantian pengaturan pada *driving behaviour* yang diganti dapat dilihat pada **Tabel 5.10**.

Tabel 5.10. Perubahan Parameter Kalibrasi

Tabulasi	Parameter yang Diganti	Nilai	
		Sebelum	Sesudah
Following	<i>Look Ahead Distance</i>		
	<i>Minimal</i>	0 m	0 m
	<i>Maximal</i>	250 m	70 m
	<i>Look Back Distance</i>		
	<i>Minimal</i>	0 m	0 m
	<i>Maximal</i>	150 m	50 m
	<i>Model Parameters</i>		
	<i>Average Standstill Distance</i>	2 m	0,2 m
	<i>Additive Part of Safety Distance</i>	2	0,2 m
	<i>Multiple Part of Safety Distance</i>	3	0,2 m
Lane Change	<i>Vehicle Routing Decisions Look Ahead</i>	No	Yes
	<i>Cooperative Lane Change</i>	No	Yes
	<i>Maximum Speed Diference</i>	10,8 km/h	5 km/h
	<i>Desired Position at Free Flow</i>	Middlle of Lane	Any
Lateral	<i>Overtake on Same Line</i>	No	Yes
	<i>Minimum Lateral Distance</i>		
	<i>Distance Standing</i>	1 m	0,2 m
	<i>Distance Driving</i>	1 m	0,2 m



Gambar 5.24. Sebelum dan Sesudah Kalibrasi

5.3.1 Uji Geoffrey E. Havers (GEH)

Pengujian nilai GEH digunakan untuk validasi data volume kendaraan di lapangan dengan volume kendaraan yang dihasilkan oleh *software Vissim*, data yang diuji adalah volume kendaraan pada hari Kamis, 5 Maret 2020 pukul 13.00 – 14.00 WIB.

Tabel 5.11. Kesimpulan dari Hasil Perhitungan Statik
Geoffrey E. Havers (GEH)

GEH < 5	Diterima
$5 \leq \text{GEH} \leq 10$	Peringatan : Kemungkinan Model Error atau Data Buruk
GEH > 10	Ditolak

(Sumber : PTV AG)

Tabel 5.12. Hasil Uji GEH

Simpang Ngabean	Kendaraan/Jam		GEH	Kondisi
	Eksisting	Permodelan		
Utara	2244	2221	0,4855	Diterima
Timur	2033	1880	3,459	Diterima
Selatan	1345	1353	0,2178	Diterima
Barat	2574	2408	3,326	Diterima

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Berdasarkan pada rumus (3.2) pada bab 3, maka contoh perhitungan sebagai berikut :

$$GEH = \sqrt{\frac{(2221-2244)^2}{0,5 \times (2221+2244)}}$$

$$GEH = 0,4855$$

5.3.2. Uji Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Pengujian *MAPE* digunakan untuk menguji tingkat keakuratan data dengan membandingkan data kecepatan kendaraan per kelas pada kondisi eksisting dan hasil analisis *Vissim*.

Tabel 5.13. Kecepatan Rata -Rata Hasil Survei di Lapangan

HV (km/jam)	LV (km /jam)	MC (km/jam)	UM (km/jam)
23,1	45,5	48,1	11,5

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Tabel 5.14. Kecepatan Rata – Rata

Ruas Jalan	HV	LV	MC	UM
Utara	19,10	32,58	33,85	9,29
Timur	18,45	31,54	31,81	8,67
Selatan	21,77	26,13	28,84	7,12
Barat	19,81	28,91	28,84	8,32

(Sumber : PTV Vissim 2020)

Tabel 5.15. Hasil Uji *MAPE*

Ruas Jalan	HV	LV	MC	UM
Utara	17,311	28,391	29,629	19,209
Timur	20,122	30,672	33,859	24,594
Selatan	5,7523	42,582	40,042	38,112
Barat	14,264	36,462	39,799	27,654

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Sesuai persamaan (3.3) pada bab 3, maka diambil contoh perhitungan kelas HV Selatan sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{1} \sum_{t=1}^n \left| \frac{23,1-21,77}{23,1} \right| \times 100\% = 5,7523 \%$$

Pengujian *MAPE* pada permodelan ini tidak didapatkan 0% pada tiap kelas kendaraan, namun *MAPE* paling terkecil adalah 5,7523 %. Ketidakakuratan pada permodelan ini adalah 5,7523%. Untuk hasil output kondisi eksisting dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

5.4 Pembahasan

Dari hasil analisis, kalibrasi, dan validasi pada *software Vissim* dapat disimpulkan bahwa model diterima atau sudah mendekati keadaan yang ada di lapangan pada hari Kamis, 5 Maret 2020 pukul 13.00 – 14.00 WIB. Setelah memenuhi syarat kalibrasi dan validasi, Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dengan *Vissim* untuk mengetahui Panjang antrean, derajat kejenuhan, dan waktu tunda simpang Ngabean, Yogyakarta. Hasil tersebut dapat dilihat dari *node result* dan *Vehicle Network Performance Evaluation Result* yang data lebih lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 4**.

Tabel 5.16. Hasil Analisis *Vissim* Panjang Antrean dan Tundaan Eksisting

Ruas Jalan	Lebar Jalan Pada Garis Henti (m)	Waktu Hijau (s)	Antrean Kendaraan (m)	Tundaan Simpang (s)
Utara	5,6	37	144,38	153,81
Timur	3,1	30	172,27	
Selatan	6,1	20	114,16	
Barat	6,3	20	174,23	

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Tabel 5.17. Hasil Perhitungan Arus Jenuh Eksisting

Ruas Jalan	Waktu Hijau (s)	Kapasitas Jalan (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (Ds)
Utara	37	997,461	0,836
Timur	30	423,227	1,286
Selatan	20	569,195	0,854
Barat	20	549,185	1,551

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Dari hasil analisis kondisi eksisting, didapatkan Panjang antrean kendaraan 144,38m untuk ruas Utara, 172,27m ruas Timur, 114,16 m ruas Selatan, dan 174,23m untuk ruas Barat. Tundaan simpang didapatkan 153,81 detik. Dapat dilihat dari **Tabel 5.16** derajat kejenuhan menurut perhitungan volume yang dihasilkan oleh *vissim* didapatkan Utara 0,836, Timur 1,286, Selatan 0,854, dan Barat 1,551. hal tersebut masih tergolong besar. Penulis akan memberikan 3 alternatif demi mendapatkan solusi yang paling optimal.

Dari hasil analisis kondisi eksisting masih terjadi panjang antrean yang cukup panjang, maka perlu dilakukan perbaikan demi kenyamanan pengguna jalan. Penulis akan memberikan tiga alternatif yang diharapkan dapat mengoptimalkan kinerja Simpang Bersinyal Ngabean.

5.4.1. Alternatif I

Alternatif yang pertama adalah mendesain ulang waktu lampu hijau di simpang Ngabean menurut dengan kondisi geometrik yang sesuai dengan di lapangan. Metode perhitungan waktu lampu hijau ini menggunakan MKJI 1997, Adapun langkah – langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Data Geometrik dan Kondisi Lingkungan

Data geometrik berupa lebar pendekatan masing – masing ruas jalan di Simpang Ngabean, Yogyakarta. Berdasarkan data geometrik yang ada, dan berdasarkan tipe Simpang Empat Ngabean disajikan pada **Tabel 5.18.** berikut ini :

Tabel 5.18. Geometrik dan Tipe Jalan Pada Kondisi Eksisting

SIMPANG APILL		Tanggal : 5-03-2020								
DATA		Kota : Yogyakarta								
		Simpang : Jalan Ngabean Yogyakarta								
		Ukuran Kota : 3.8 juta jiwa								
		Perihal : Empat fase								
		Periode : Jam puncak tertinggi Kamis 13.00 - 14.00 (WIB)								
Sketsa Fase APILL										
Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase 4		waktu siklus, C		
								c = 254 detik		
H = 63		H = 80		H = 35		H = 62		waktu hijau hilang total, H _H		
AH = 4		AH = 4		AH = 4		AH = 4		H _H Σ AH = 16 detik		
								H = Waktu hijau		
								AH = Waktu antar hijau		
Sketsa Simpang										
JL. Letjen Suprpto										
JL. K.H Wahid Hasyim										
KONDISI LAPANGAN										
Kode Pendekat U, S, B, T	Tipe Lingkungan Jalan KIM, KOM, AT	Kelas Hambatan Samping T (tinggi), R (rendah)	Median A (ada) atau T(tidak)	Kelandaian pendek (nanjak) atau (turun)	BKJUT, Y (ada) atau T(tidak)	Jarak Kendaraan Parkir pertama (m)	Lebar pendekat			
							Pendekat an WA (m)	Pada garis henti Lm (m)	Pada lajur belok kiri jalan terus LBKJUT (m)	Pada lajur keluar LK (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U	COM	Rendah	Tidak	0	Tidak	0	5,6	5,6	0	4,5
T	COM	Rendah	Tidak	0	Ya	0	5,45	3,1	2,35	6,8
S	COM	Rendah	Tidak	0	Tidak	0	6,1	6,1	0	5,6
B	COM	Rendah	Tidak	0,95	Tidak	0	6,3	6,3	0	3,1

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan data kondisi lingkungan Simpang Empat Bersinyal Ngabean :

a. Kelas Ukuran Kota

Menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Daerah Istimewa Yogyakarta, jumlah penduduk DIY pada tahun 2019 mencapai 3.842.932 jiwa.

b. Tata Guna Lahan

Tata guna lahan disekitar Simpang Bersinyal Ngabean digunakan untuk pertokoan, penginapan, rumah tinggal, lapangan parkir, serta sekolah. Sehingga berdasarkan keterangan tersebut simpang Ngabean digolongkan dalam tipe komersil (COM).

c. Hambatan Samping

Hambatan samping di Simpang Empat Ngabean ini memiliki karakteristik yang sama di masing – masing ruas, yaitu memiliki hambatan samping yang relatif rendah.

2. Data Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas yang digunakan dalam perhitungan MKJI 1997 merupakan data hasil survei di lapangan pada Hari Kamis, 5 Maret 2020 pada pukul 13.00 – 14.00 WIB. Hasil perhitungan mengenai volume arus lalu lintas dapat dilihat pada **Tabel 5.19**.

Rasio kendaraan berbelok meliputi rasio kendaraan berbelok kiri (PLT), rasio kendaraan berbelok kanan (PRT), dan rasio kendaraan berbelok kiri jalan terus

(PLTOR). Nilai rasio tersebut dapat diperoleh dengan membagi kendaraan yang berbelok dengan jumlah kendaraan yang lewat. Berikut cara perhitungannya :

Ruas Utara

$$PLT = \frac{269}{2233} = 0,120$$

$$PRT = \frac{766}{2233} = 0,343$$

Ruas Timur

$$PLTOR = \frac{345}{2007} = 0,172$$

$$PRT = \frac{299}{2007} = 0,149$$

Ruas Selatan

$$PLT = \frac{217}{1338} = 0,162$$

$$PRT = \frac{322}{1338} = 0,241$$

Ruas Barat

$$PLT = \frac{3447}{2567} = 0,134$$

$$PRT = \frac{389}{2567} = 0,155$$

Data lebih lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.19**.

Tabel 5.19. Tabel Arus Lalu Lintas

SIMPANG APILL		Tanggal 5-03-2020																
		Kota : Yogyakarta																
ARUS LALU LINTAS		Simpang Ngean Yogyakarta																
		Ukuran Kota : 3.8 juta																
		Perihal : empat fase hijau																
		Periode : Jam puncak tertinggi Kamis 13.00 - 14.00 (WIB)																
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor												Kendaraan Tak Bermotor				
		qKR			qKS			qSM			qKBM			RbKI	RbKA	QKTb	RKTb	
		ekr terlindung =		1	ekr terlindung =		1,3	ekr terlindung =		0,2	Total Arus Kendaraan Bermotor			Rasio Belok Kiri	Rasio Belok Kanan	Arus Kendaraan Tak Bermotor	QKTb/ (QKTb+QKBM)	
		ekr terlawan =		1	ekr terlawan =		1,3	ekr terlawan =		0,4								
kend/jam	Terlindung Skr/Jam	Terlawan Skr/Jam	kend/jam	Terlindung Skr/Jam	Terlawan Skr/Jam	kend/jam	Terlindung Skr/Jam	Terlawan Skr/Jam	kend/jam	Terlindung Skr/Jam	Terlawan Skr/Jam	kend/jam	Terlindung Skr/Jam	Terlawan Skr/Jam				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
U	Bki / BKIJT	57	57	57	2	2,6	2,6	210	42	84	269	101,6	143,6	0,120		12	0,0053	
	Lrs	255	255	255	2	2,6	2,6	941	188,2	376,4	1198	446	634			0		
	Bka	163	163	163	3	3,9	3,9	600	120	240	766	286,9	406,9			0,343		0
	Total	475	475	475	7	9,1	9,1	1751	350,2	700,4	2233	834,3	1184,5					12
T	Bki / BKIJT	86	86	86	1	1,3	1,3	258	51,6	103,2	345	139	190,5	0,172		9	0,0128	
	Lrs	208	208	208	5	6,5	6,5	1150	230	460	1363	445	674,5			14		
	Bka	46	46	46	3	3,9	3,9	250	50	100	299	100	149,9			0,149		3
	Total	340	340	340	9	11,7	11,7	1658	331,6	663,2	2007	683,3	1014,9					26
S	Bki / BKIJT	42	42	42	1	1,3	1,3	174	34,8	69,6	217	78	112,9	0,162		0	0,0022	
	Lrs	154	154	154	7	9,1	9,1	638	127,6	255,2	799	290,7	418,3			3		
	Bka	62	62	62	3	3,9	3,9	257	51,4	102,8	322	117,3	168,7			0,241		0
	Total	258	258	258	11	14,3	14,3	1069	213,8	427,6	1338	486,1	699,9					3
B	Bki / BKIJT	52	52	52	4	5,2	5,2	288	57,6	115,2	344	115	172,4	0,134		0	0,0012	
	Lrs	274	274	274	19	24,7	24,7	1532	306,4	612,8	1825	605	911,5			3		
	Bka	60	60	60	4	5,2	5,2	334	66,8	133,6	398	132	198,8			0,155		0
	Total	386	386	386	27	35,1	35,1	2154	430,8	861,6	2567	851,9	0,321					3

(Sumber : Dokumen Pribadi)

4. Perhitungan Waktu Hijau

a. Arus Jenuh Dasar (S_0)

Tabel 5.21. Arus Jenuh Dasar

Ruas Jalan	Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh S_0 (smp/jam)
		(Lebar Efektif x 600)
Utara	5,6	3360
Timur	3,1	1860
Selatan	6,1	3660
Batat	6,3	3780

(Sumber : Data Perhitungan)

b. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Menurut MKJI 1997, factor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari

Tabel 5.22. Faktor Penyesuaian Kota

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
<0,1	0,82

(Sumber : MKJI 1997)

Jalan Ngabean terletak di pusat Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan menjadi jalan utama antar kota. Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki jumlah penduduk 3.842.932, maka F_{cs} untuk perhitungan ini didapat 1,05.

c. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Faktor hambatan samping ditentukan dari **Tabel 5.23.** hal – hal yang mempengaruhi hambatan samping adalah jenis jalan, tingkat hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor.

Tabel 5.23. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

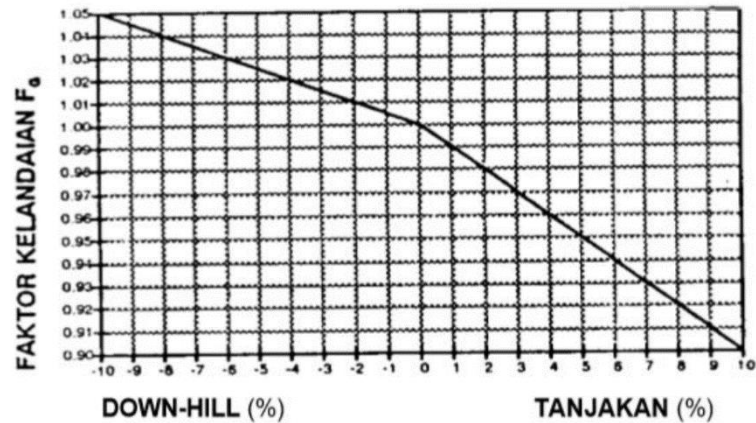
Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	"	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

(Sumber : MKJI 1997)

Simpang Ngabean merupakan yang tergolong lingkungan jalan yang komersil (COM), karena terletak disekitar sekolah, lapangan parkir, penginapan, rumah toko dan pemukiman warga, hambatan samping pada simpang tergolong sedang dengan rasio kendaraan tidak bermotor sebesar 0,0053; 0,0012; 0,0022; dan 0,0012. Dapat ditarik kesimpulan, faktor penyesuaian hambatan samping (F_c) sebesar 0,94.

d. Faktor Penyesuaian Kelandaian

Faktor penyesuaian kelandaian (F_G) didapatkan dari grafik yang memuat factor kelandaian dan tanjakan (%) (F_G) = 1 untuk lengan Utara, Timur dan Selatan. Sedangkan F_G = 0,95 untuk lengan Barat. Faktor penyesuaian kelandaian dapat dilihat pada **Gambar 5.25**.



Gambar 5.25. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

e. Faktor Penyesuaian Parkir

Faktor penyesuaian parkir (F_P) diambil angka 1 karena di setiap ruas Simpang Ngabean tidak ada kendaraan parkir yang berjarak kurang dari 60 m dari simpang selama proses observasi

f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Untuk mengetahui faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}), maka dihitung menggunakan rumus :

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

$$F_{RT} \text{ Utara} = 1,0 + 0,343 \times 0,26 = 1,089$$

$$F_{RT} \text{ Timur} = 1,0 + 0,149 \times 0,26 = 1,039$$

$$F_{RT} \text{ Selatan} = 1,0 + 0,241 \times 0,26 = 1,063$$

$$F_{RT} \text{ Utara} = 1,0 + 0,155 \times 0,26 = 1,040$$

g. Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Faktor Penyesuaian belok (F_{LT}) ini didapatkan dari rumus :

$$F_{LT} = 1,0 + P_{LT} \times 0,16$$

$$F_{LT} \text{ Utara} = 1,0 + 0,120 \times 0,16 = 0,981$$

$$F_{LT} \text{ Timur} = 1,0 + 0,172 \times 0,16 = 0,972$$

$$F_{LT} \text{ Selatan} = 1,0 + 0,162 \times 0,16 = 0,974$$

$$F_{LT} \text{ Barat} = 1,0 + 0,134 \times 0,16 = 0,979$$

h. Arus Jenuh Disesuaikan

Nilai arus jenuh disesuaikan dihitung menggunakan rumus :

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ smp/ jam}$$

Maka didapatkan seperti pada **Tabel 5.22**.

Tabel 5.24. Arus Jenuh Disesuaikan

Ruas Jalan	Arus Jenuh Disesuaikan
Utara	3531,55
Timur	1848,09
Selatan	3728,23
Barat	3786,49

(Sumber : Hasil Perhitungan)

i. Rasio Arus

Rasio arus masing – masing pendekatan dihitung dengan rumus :

$$FR = Q/S$$

dengan :

Q : rasio arus

S : arus jenuh disesuaikan

Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 5.25**.

Tabel 5.25. Rasio Arus (FR)

Ruas Jalan	Rasio Arus (FR)
Utara	0,236
Timur	0,333
Selatan	0,147
Barat	0,254

(Sumber : Hasil Perhitungan)

j. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Untuk menghitung waktu siklus sebelum penyesuaian dapat menggunakan rumus berikut :

$$C_{ua} : \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)}$$

dengan : C_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = waktu hilang total per siklus (det)

IFR = rasio arus simpang

$$C_{ua} : \frac{(1,5 \times 16 + 5)}{(1 - 0,898)} = 256,13$$

$$C : 256 \text{ detik}$$

k. Waktu Hijau

Menghitung waktu hijau dengan menggunakan rumus :

$$g_i : (C_{ua} - LTI) \times PR_i$$

dengan :

g_i : tampilan waktu hijau pada fase i

C_{ua} : waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI: waktu hilang total per siklus

PR_i : rasio fase FR_{crit}

Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 5.26.**

Tabel 5.26. Hasil Perhitungan Waktu Hijau Kondisi Eksisting

Ruas Jalan	Waktu Hijau (det)
Utara	63
Timur	80
Selatan	35
Barat	62

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Setelah didapatkan hasil perhitungan waktu lampu hijau dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, maka dimasukkan hasil tersebut ke permodelan *Vissim* dengan mengubah pada *signal controllers*. Kemudian permodelan siap untuk dianalisis. Klik pada *menu bar simulation continus*, hasil akan keluar pada detik ke 4200. Hasil analisis panjang antrean dan volume kendaraan setiap pergerakan yang digunakan untuk menghitung kapasitas jalan dapat dilihat pada *nodes result*, sedangkan tundaan simpang dapat dilihat pada *Network Performance Evaluation Result*. Hasil yang didapatkan dari alternatif I dapat dilihat pada **Tabel 5.27 dan Tabel 5.28.**

Tabel 5.27. Hasil Analisis *Vissim* Panjang Antrean dan Tundaan Alternatif I

Ruas Jalan	Lebar Jalan Pada Garis Henti (m)	Waktu Hijau (s)	Antrean Kendaraan (m)	Tundaan Simpang (s)
Utara	5,6	63	98,65	166,19
Timur	3,1	80	152,60	
Selatan	6,1	35	103,47	
Barat	6,3	62	138,65	

(Sumber : Dokumen Pribadi)

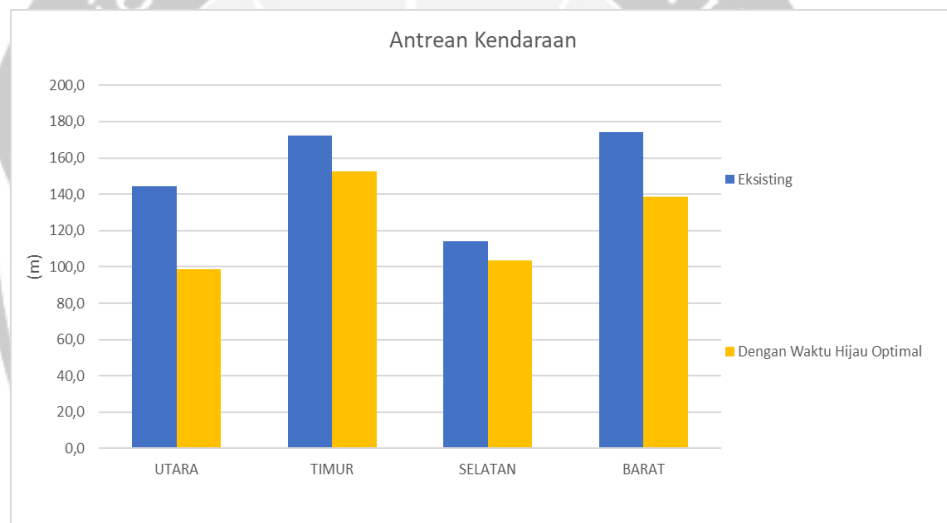
Tabel 5.28. Hasil Perhitungan Arus Jenuh Alternatif I

Ruas Jalan	Waktu Hijau (s)	Kapasitas Jalan (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (Ds)
Utara	64	822,783	1,154
Timur	80	575,784	0,873
Selatan	35	497,497	0,932
Barat	62	864,464	0,921

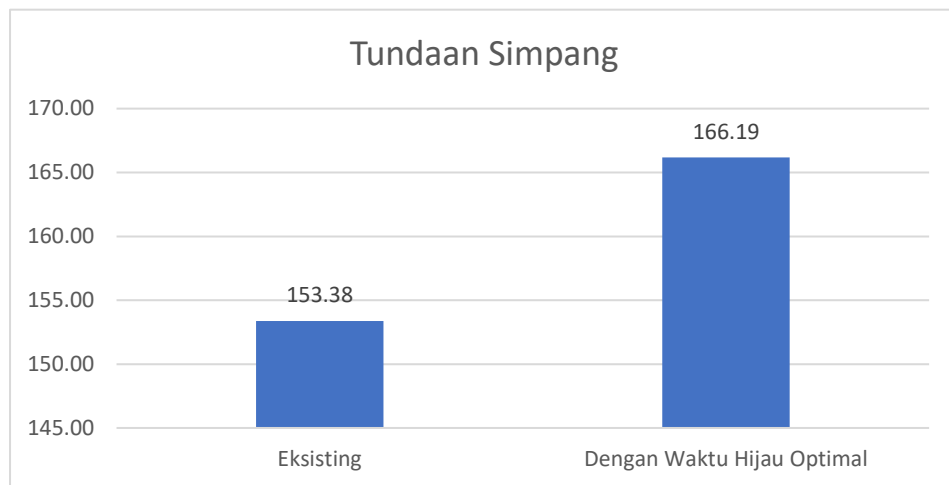
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil alternatif I Panjang antrean mengalami penurunan di setiap ruas jalan, namun tundaan simpang bertambah.

Perubahan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 5.26** dan **Gambar 5.27**.



Gambar 5.26. Diagram Grafik Perbandingan Panjang Antrean Eksisting dan Alternatif I



Gambar 5.27. Diagram Grafik Perbandingan Tundaan Simpang Eksisting dan Alternatif I

5.4.2. Alternatif II

Alternatif kedua adalah dengan melakukan pelebaran geometri jalan setiap ruas, dan waktu lampu hijau menggunakan waktu hijau yang sama dengan alternatif I. Dalam alternatif II ini hanya berbeda pada geometrik jalan saja. Kondisi geometrik jalan dapat dilihat pada **Tabel 5.29.** berikut ini :

Tabel 5.29. Geometrik Jalan Setelah Dilakukan Pelebaran

SIMPANG APILL		Tanggal : 5-03-2020								
		Kota : Yogyakarta								
DATA		Simpang : Ngabean Yogyakarta								
		Ukuran Kota : 3.8 juta jiwa								
		Perihal : Empat fase								
		Periode : Jam puncak tertinggi Kamis 13.00 - 14.00 (WIB)								
Sketsa Fase APILL										
								waktu siklus, C		
H = 24		H = 22		H = 15		H = 22		c = 99 detik		
A _H = 4		A _H = 5		A _H = 4		A _H = 5		waktu hijau hilang total, H _H		
								H _H ∑ A _H = 18 detik		
								H = Waktu hijau		
								A _H = Waktu antar hijau		
Sketsa Simpang										
KONDISI LAPANGAN										
Kode Pendekat U, S, B, T	Tipe Lingkungan Jalan KIM, KOM, AT	Kelas Hambatan Samping T (tinggi), R (rendah)	Median A (ada) atau T (tidak)	Kelandaian pendek (nanjak) atau (turun)	BKIJT, Y (ada) atau T (tidak)	Jarak Kendaraan Parkir pertama (m)	Lebar pendekat			
							L (m)	Pada garis henti L _m (m)	Pada lajur belok kiri jalan terus LB _{kijT} (m)	Pada lajur keluar LK (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U	COM	Sedang	Tidak	0	Tidak	0	5,6	6,6	0	7
T	COM	Sedang	Tidak	0	Tidak	0	5,1	5,1	2,35	7
S	COM	Sedang	Tidak	0	Tidak	0	4,5	6,3	0	3
B	COM	Sedang	Tidak	0,95	Tidak	0	6,8	8,3	0	1,5

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perbandingan lebar ruas jalan kondisi eksisting dan saat pelebaran dapat dilihat pada **Tabel 5.30**. Gambar Geometrik jalan lebih jelasnya dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

Tabel 5.30. Perbandingan Lebar Pendekatan Eksisting dan Pelebaran

Ruas Jalan	Eksisting (m)	Pelebaran (m)
Utara	5,6	6,6
Timur	3,1	5,1
Selatan	6,1	6,3
Barat	6,3	8,3

(Sumber : Data Pribadi)

Setelah melakukan pelebaran jalan, dilanjutkan mendesain pada permodelan *Vissim* dengan ukuran jalan yang baru seperti langkah – langkah yang sudah dijelaskan pada point 5.2. Kemudian hasil dari permodelan dianalisis dengan cara klik pada *menu bar simulation continuous*. Hasil analisis panjang antrean dan volume kendaraan setiap pergerakan dapat dilihat pada tabel *nodes result*, sedangkan tundaan simpang dapat dilihat pada tabel *Network Performance Evaluation*. Hasil tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.31**.

Tabel 5.31. Hasil Analisis *Vissim* Panjang Antrean dan Tundaan Alternatif II

Ruas Jalan	Lebar Jalan Pada Garis Henti (m)	Waktu Hijau (s)	Antrean Kendaraan (m)	Tundaan Simpang (s)
Utara	6,6	63	94,13	84,22
Timur	5,1	80	132,19	
Selatan	6,3	35	104,81	
Barat	8,3	62	116,18	

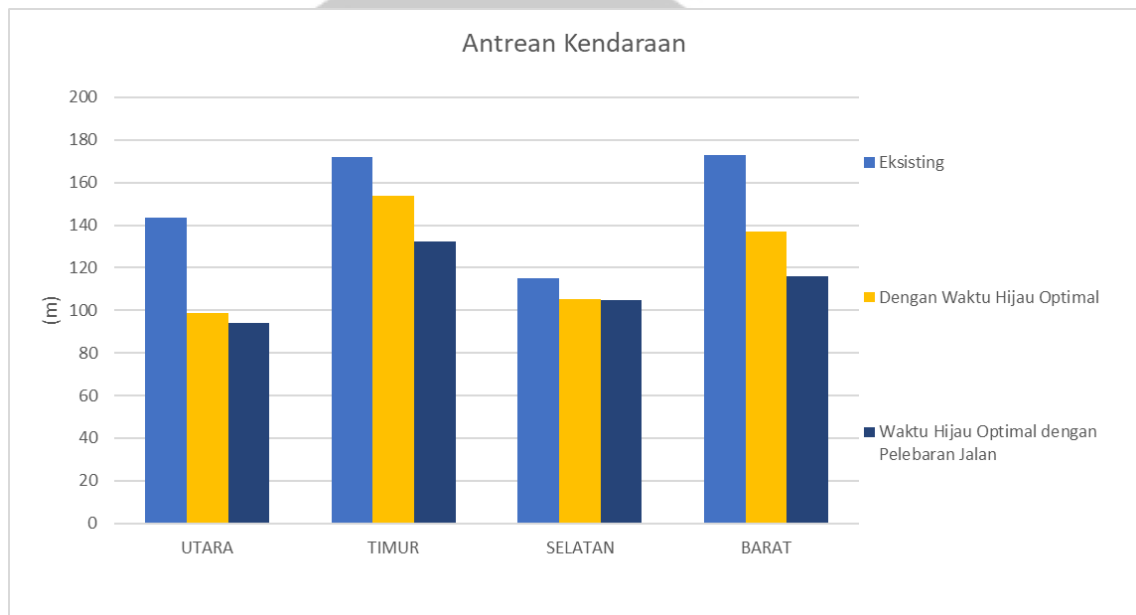
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Tabel 5.32. Hasil Perhitungan Arus Jenuh Alternatif II

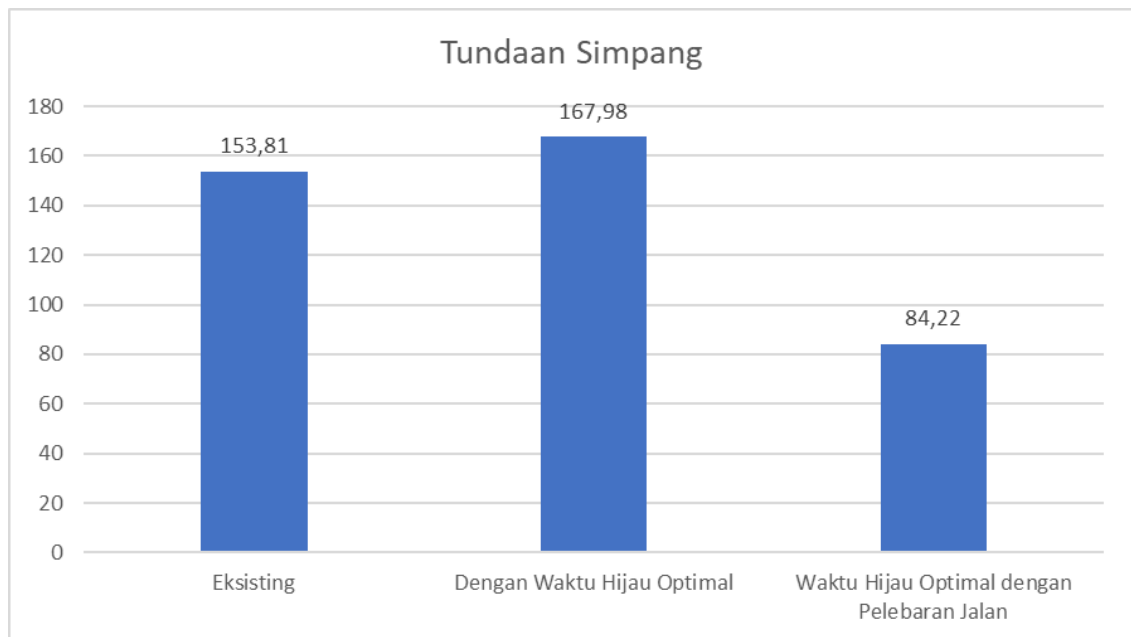
Ruas Jalan	Waktu Hijau (s)	Kapasitas Jalan (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (Ds)
Utara	64	822,783	1,154
Timur	80	575,784	0,873
Selatan	35	497,497	0,932
Barat	62	864,464	0,921

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil alternatif II Panjang antrean di setiap ruas jalan dan tundaan simpang mengalami penurunan di setiap ruas jalan. Perubahan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 5.28** dan **Gambar 5.29**.



Gambar 5.28. Diagram Pebandingan Antrean Kendaraan Eksisting, Alternatif I dan Alternatif II



Gambar 5.29. Diagram Pebandingan Tundaan Simpang Eksisting, Alternatif I dan Alternatif II

5.4.3. Alternatif III

Alternatif III merupakan perubahan total, yaitu dengan melakukan pelebaran jalan dan juga perhitungan waktu hijau sesuai dengan perhitungan lebar jalan yang baru. Alternatif ini diharapkan menjadi alternatif yang paling baik, karena alternatif I dan alternatif II tundaan simpang semakin bertambah dari kondisi eksisting, walaupun Panjang antrean kendaraan mengalami penurunan yang cukup berarti. Langkah – langkah dalam alternatif III adalah sebagai berikut :

1. Data Geometrik Jalan

Dalam alternatif III ini menggunakan kondisi geometrik jalan seperti alternatif II yang bisa dilihat pada **Tabel 5.28**.

2. Data Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas pada alternatif III ini masih sama dengan kondisi di lapangan, dapat dilihat pada **Tabel 5.1**.

3. Jarak Berangkat – Datang dan Waktu Berangkat – Datang

Untuk mengetahui besarnya jarak dari garis henti menuju titik konflik masing - masing untuk kendaraan yang berangkat (L_{EV}), kendaraan datang (L_{AV}), dan Panjang kendaraan yang berangkat (I_{EV}) kondisi pelebaran jalan dapat dilihat pada **Tabel 5.27**.

Tabel 5.33. Waktu Antar Hijau yang Hilang Pelebaran Jalan

SIMPANG APILL		Tanggal 4-03-2020							
		Kota : Yogyakarta							
Waktu Antar Hijau Waktu Hilang		Simpang Ngabean Yogyakarta							
		Ukuran Kota : 3.8 juta							
		Perihal Simpang Empat fase hijau							
		Periode : Jam puncak tertinggi Kamis 13.00 - 14.00 (WIB)							
LALU LINTAS BERANGKAT									
Kode Pendekat	Kecepatan Berangkat VB, m/det	Kode Pendekat	U	T	S	B	U	M Semua	
		Kecepatan datang, V _d , m/det	10	10	10	10		(Detik)	
U	10	jarak berangkat L _{KB} + L _{KB} , m		(9,74+5)-(7,6)				0,644	
		Jarak datang, L _{KD} , m		(0,9+0,5)-(0,7)					
T	10	jarak berangkat L _{KB} + L _{KB} , m			(20,4+5)-(11,4)			1,156	
		Jarak datang, L _{KD} , m			(2,04+0,5)-(0,1)				
S	10	jarak berangkat L _{KB} + L _{KB} , m				(9,4+5)-(8,1)		0,57	
		Jarak datang, L _{KD} , m				(0,9+0,5)-(0,8)			
B	10	jarak berangkat L _{KB} + L _{KB} , m					(20,8+5)-(11,8)	1,161	
		Jarak datang, L _{KD} , m					(2,01+0,5)-(0,12)		
		jarak berangkat L _{KB} + L _{KB} , m							
		Jarak datang, L _{KD} , m							
		jarak berangkat L _{KB} + L _{KB} , m							
		Jarak datang, L _{KD} , m							
		Catatan: setiap angka di bulatkan ke atas. Misal 0.4 menjadi 1,1.1 menjadi 2.	Penentuan M _{semua}						
			fase 1 → fase 2					1	
			fase 2 → fase 3					2	
			fase 3 → fase 4					1	
			fase 3 → fase 1					2	
			K Total (3 detik per fase)					12	
								18	

(Sumber : Data Perhitungan)

4. Perhitungan Waktu Hijau

a. Arus Jenuh Dasar (S_o)

Tabel 5.34. Arus Jenuh Dasar Pelebaran Jalan

Ruas Jalan	Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh S _o (smp/jam)
		(Lebar Efektif x 600)
Utara	6,6	3960
Timur	5,1	3060
Selatan	6,3	3780
Batat	8,3	4980

(Sumber : Data Perhitungan)

b. Arus Jenuh Disesuaikan

Nilai arus jenuh disesuaikan dihitung menggunakan rumus :

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ smp/ jam}$$

Maka didapatkan seperti pada **Tabel 5.35**.

Tabel 5.35. Arus Jenuh Disesuaikan Pelebaran Jalan

Ruas Jalan	Arus Jenuh Disesuaikan
Utara	4162,18
Timur	3040,41
Selatan	3850,46
Barat	4988,55

(Sumber : Hasil Perhitungan)

c. Rasio Arus

Rasio arus masing – masing pendekatan dihitung dengan rumus :

$$FR = Q/S$$

dengan :

Q : rasio arus

S : arus jenuh disesuaikan

Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 5.36**.

Tabel 5.36. Rasio Arus (FR) Pelebaran Jalan

Ruas Jalan	Rasio Arus (FR)
Utara	0,200
Timur	0,179
Selatan	0,126
Barat	0,171

(Sumber : Hasil Perhitungan)

d. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Untuk menghitung waktu siklus sebelum penyesuaian dapat menggunakan rumus berikut :

$$C_{ua} : \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)}$$

dengan : C_{ua} = waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = waktu hilang total per siklus (det)

IFR = rasio arus simpang

$$C_{ua} : \frac{(1,5 \times 18 + 5)}{(1 - 0,676)} = 98,765$$

C : 99 detik

e. Waktu Hijau

Menghitung waktu hijau dengan menggunakan rumus :

$$g_i : (C_{ua} - LTI) \times PR_i$$

dengan :

g_i : tampilan waktu hijau pada fase i

C_{ua} : waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI: waktu hilang total per siklus

PR_i : rasio fase FR_{crit}

Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 5.37**.

Tabel 5.37. Hasil Perhitungan Waktu Hijau Pelebaran Jalan

Ruas Jalan	Waktu Hijau (det)
Utara	24
Timur	22
Selatan	15
Barat	22

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Setelah mendapatkan hasil waktu hijau dengan kondisi pelebaran jalan, kemudian hasil dari permodelan dianalisis dengan cara klik pada *menu bar simulation continuous*. Hasil analisis panjang antrean dan volume kendaraan disetiap pergerakan dapat dilihat pada tabel *nodes result*, sedangkan tundaan simpang dapat dilihat pada tabel *Network Performance Evaluation*. Hasil tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.38**.

Tabel 5.38. Hasil Analisis *Vissim* Panjang Antrean dan Tundaan Alternatif III

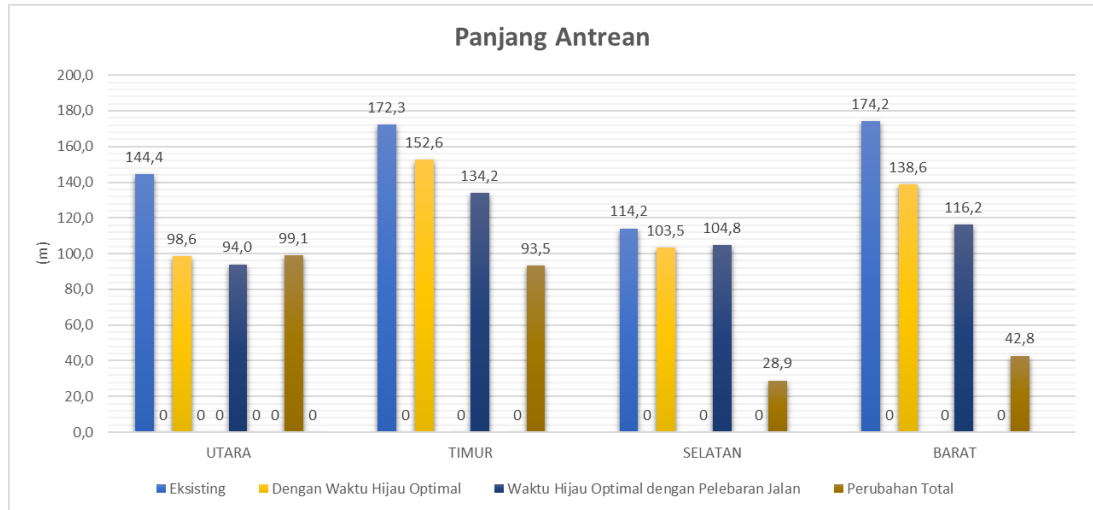
Ruas Jalan	Lebar Jalan Pada Garis Henti (m)	Waktu Hijau (s)	Antrean Kendaraan (m)	Tundaan Simpang (s)
Utara	6,6	24	99,13	53,79
Timur	5,1	22	93,46	
Selatan	6,3	15	28,89	
Barat	8,3	22	42,82	

(Sumber : Dokumen Pribadi)

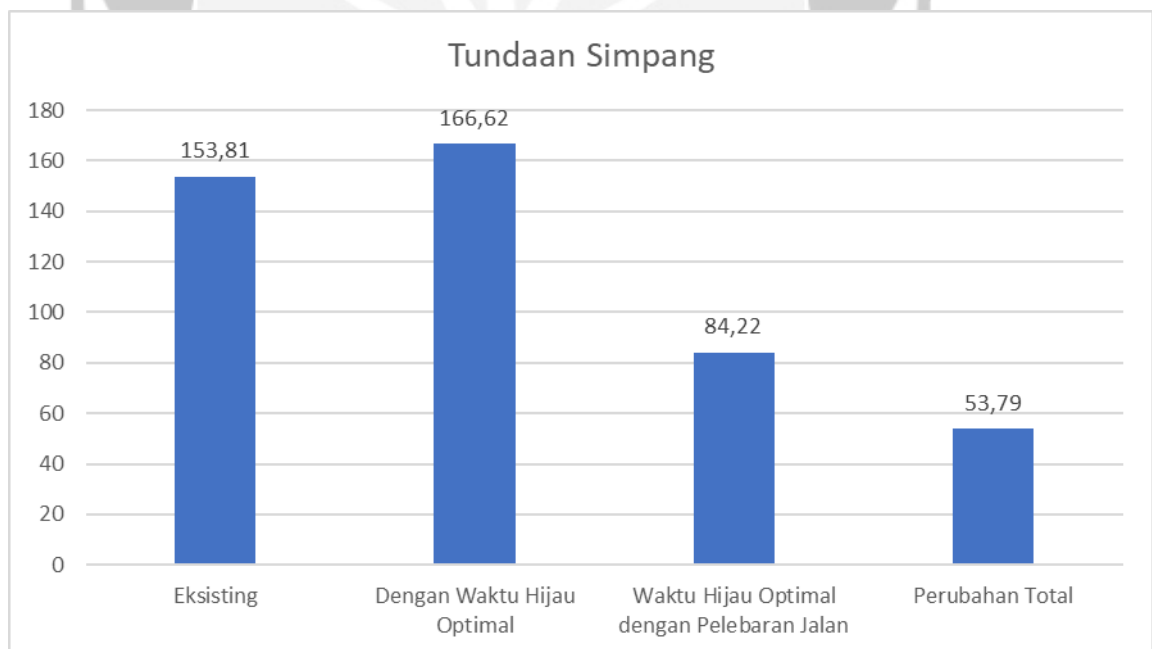
Tabel 5.39. Hasil Perhitungan Arus Jenuh Alternatif III

Ruas	Waktu Hijau (s)	Kapasitas Jalan (smp/jam)	Derajat Kejenuhan
Utara	24	944,112	0,81
Timur	22	667,267	0,73
Selatan	15	570,239	0,69
Barat	22	1027,204	0,68

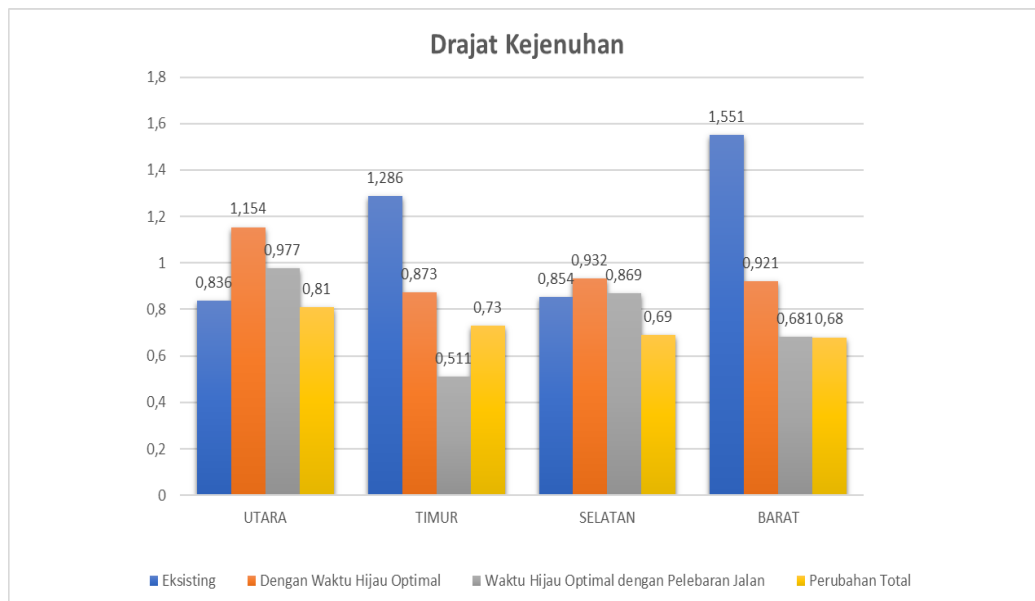
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 5.30. Diagram Perbandingan Panjang Antrean



Gambar 5.31. Diagram Perbandingan Panjang Antrean Hari Kamis



Gambar 5.32. Diagram Perbandingan Derajat Kejenuhan

Kesimpulan dari penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 5.40**.

Tabel 3.40. Hasil Penelitian Simpang Ngabean

Tinjauan	Lebar Jalan Pada Garis Henti (Ln)	Waktu Hijau (s)	Panjang Antrean (m)	Arus Jenuh (Ds)	Tundaan Vissim (s)	Tingkat Pelayanan Simpang	Tundaan MKJI 1997	Tingkat Pelayanan Simpang
Eksisting	U	5,6	144,38	0,836	153,81	F	168,41	F
	T	3,1	172,27	1,286				
	S	6,1	114,16	0,854				
	B	6,3	174,23	1,551				
Alt 1	U	5,6	98,65	1,154	166,19	F	173,78	F
	T	3,1	152,6	0,873				
	S	6,1	103,47	0,932				
	B	6,3	138,65	0,921				
Alt 2	U	6,6	94,13	0,977	84,22	F	77,6	F
	T	5,1	132,19	0,511				
	S	6,3	104,81	0,869				
	B	8,3	116,18	0,681				
Alt 3	U	6,6	99,13	0,81	53,79	E	38,38	D
	T	5,1	93,46	0,73				
	S	6,3	28,89	0,69				
	B	8,3	42,82	0,68				

(Sumber : Dokumen Pribadi)

Menurut **Tabel 3.40.** dapat ditarik kesimpulan hasil penelitian di Simpang Ngabean pada Hari Kamis, 5 Maret 2020 alternatif III atau ketika dilakukan perubahan geometrik jalan dan waktu hijau mendapatkan hasil yang terbaik, karena dapat merubah tingkat pelayanan simpang dari F menjadi E menurut analisis vissim. Namun menurut perhitungan MKJI 1997, alternatif III dapat meningkatkan pelayanan dari F menjadi D. Dilihat dari derajat kejenuhannya juga memenuhi syarat MKJI 1997, yaitu kurang dari 0,85.

5.5 Kelebihan dan Kekurangan PTV Vissim

a. Kelebihan

- Dapat menghasilkan simulasi 3D yang menarik dan dapat memberikan pandangan mengenai manajemen lalu lintas yang telah direncanakan.
- Data yang dibutuhkan untuk permodelan tidak banyak, hanya membutuhkan data geometrik jalan, volume kendaraan dan kecepatan kendaraan.
- Menurut beberapa jurnal penelitian hasil analisis vissim mengenai panjang antrean, kecepatan kendaraan, volume lalu lintas lebih mendekati kondisi di lapangan dibandingkan dengan MKJI 1997.
- Satu kali analisis dapat menganalisis berbagai macam elemen.

b. Kekurangan

- Menurut Tantra (2020), apabila analisis mengenai emisi gas di Indonesia perlu validasi dengan memasang alat di tempat yang sedang di analisis untuk menyesuaikan dengan standar di Indonesia.
- Vissim tidak dapat memberikan solusi lama waktu hijau yang ideal menurut standar di Indonesia.

