

ANALISIS PANJANG ANTRIAN DENGAN TUNDAAN PERSIMPANGAN BERSINYAL (STUDI KASUS JALAN S. PARMAN)

Fadhilah Zahrah¹, Faisal Ashar²

¹Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Email: fadhilahzahrah1412@gmail.com

Abstrak: Pesatnya perkembangan kota, dan semakin meningkatnya arus lalu lintas di sebuah kota tersebut memerlukan perhatian khusus untuk menghindari sesuatu yang tidak diinginkan. Penggunaan kendaraan pribadi menjadi salah satu dampak dalam meningkatnya kemacetan jalan dan persimpangan di Indonesia. Kota Padang merupakan salah satu kota yang banyak memiliki persimpangan dan memiliki masalah kemacetan yang cukup panjang di jam-jam sibuk, diantaranya adalah simpang bersinyal jalan S. Parman. Survey volume kendaraan ditinjau berdasarkan tiga jenis yaitu MC, LV, dan HV, dan kemudian dilakukan perhitungan dengan berdasarkan ketentuan yang terdapat dalam MKJI 1997. Simulasi menggunakan *Software PTV Vissim Student Version 2023* dimana nanti akan terlihat pergerakan arus lalu lintas di persimpangan tersebut. Penelitian yang dilakukan selama sepekan dengan penetapan hari sibuk dan *weekend* yaitu hari Senin, Kamis, dan Sabtu. Analisa data berupa perhitungan nilai panjang antrian, tundaan dan derajat kejenuhan pada persimpangan. Hasil survey volume kendaraan menyatakan jam puncak atau paling sibuk terdapat pada hari senin jam 06.30 – 07.30 WIB dengan total kendaraan 6676 kend/ jam melewati Fase 1 Jalan S. Parman arah Utara. Hasil perhitungan berdasarkan MKJI 1997 menunjukkan panjang antrian di Jalan S. Parman adalah 5863.77 m, tundaan sebesar 1884.69 det/ smp dan derajat kejenuhan 2.04. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan bahwa persimpangan mendekati lewat jenuh yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak (MKJI, 1997). Serta hasil dari simulasi dengan *PTV Vissim Student Version 2023* menunjukkan panjang antrian sebesar 79.75 m dan tundaan sebesar 102.83 det/smp dengan nilai LOS (*Level Of Service*) adalah F.

Kata Kunci : Panjang antrian dan Tundaan, Simpang bersinyal, MKJI 1997, *PTV Vissim*

Abstract : *The rapid development of the City, the increasing traffic flow in a city requires special attention to avoid anything untoward. The use of private vehicles is one of the impacts in increasing road congestion and intersections in Indonesia. The city of Padang is one of the cities that has many intersections and has a fairly long congestion problem during peak hours, among them is the intersection of the S. Parman road. Vehicle volume surveys are reviewed based on three types, namely MC, LV, and HV, and then calculations are carried out based on the tenure contained in the 1997 MKJI. Simulation using PTV Vissim Student Version 2023 Software where later you will see the movement of traffic flow at the intersection. Research conducted during the week with the determination of busy days and weekends, namely Monday, Thursday, and Saturday. Analysis data in the form of calculating the value of queue length, delay and degree of saturation at the intersection. The calculation results based on the 1997 MKJI showed that the length of the queue on Jalan S. Parman was 5863.77 m, the delay was 1884.69 sec / smp and the degree of saturation was 2.04. The value of the degree of saturation indicates that the intersection is approaching saturated passes which will cause long queues at peak traffic conditions (MKJI, 1997). And the results of the simulation with PTV Vissim Student Version 2023 showed a queue length of 79.75 m and a delay of 102.83 sec / smp with a LOS (Level Of Service) value of F.*

Keywords : *Queue length and delay, Interchange, MKJI 1997, PTV Vissim*

PENDAHULUAN

Permasalahan transportasi di Indonesia yang sering terjadi diantaranya kemacetan lalu lintas dan

tertundanya waktu perjalanan. Waktu tempuh kendaraan sebagai salah satu kriteria kinerja pelayanan jalan dan persimpangan. Peningkatan penggunaan kendaraan pribadi juga membawa dampak negatif bagi lancarnya kegiatan lalu lintas yang berakibat volume lalu lintas pada jam-jam sibuk menjadi sangat padat. Simpang bersinyal Jalan S. Parman, Simpang DPRD Sumatera Barat merupakan simpang di Kota Padang yang termasuk jalur jalan perkotaan yang memiliki masalah dengan antrian (*delay*) cukup panjang.

Beberapa faktor penyebab masalah yang terjadi di Jalan S. Parman ini adalah terjadinya kemacetan di beberapa titik yang berada di jalan Dr. Prof. Hamka diantaranya adalah Stasiun Air Tawar, halte bus trans padang, Grand Basko Hotel, serta minibus – minibus, angkutan umum, ojek, dan kendaraan transportasi online yang menaikkan dan menurunkan penumpang di bahu jalan di posisi dekat halte bus. angkutan umum tersebut yang berada dilajur kiri yang menyebabkan kendaraan lain seharusnya jalan terus pada lajur kiri menjadi terganggu atau mengalami antrian (*delay*). Selain itu adanya SPBU di tepi jalur kanan dan rumah makan dekat SPBU yang dekat juga dengan rumah makan, termasuk minibus-minibus yang juga menaikkan dan menurunkan penumpang di bahu jalan tersebut, mengganggu lancarnya lalu lintas kendaraan dibelakangnya. Ditambah kendaraan yang berbalik arah tersebut bergabung dengan kendaraan lain yang berasal dari jalan Khatib Sulaiman.



Gambar 1. Kondisi Lalu lintas Jalan S. Parman, Simpang DPRD Sumatera Barat
(Sumber : Observasi ke Lapangan, 02/06/2022)

Tujuan penelitian Penelitian ini adalah Menganalisis panjang antrian dan tundaan kendaraan yang terjadi pada Jalan S. Parman, Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian Penelitian ini adalah :

1. Menjadi salah satu bahan untuk mendukung pengelolaan simpang bersinyal pada Jalan S. Parman Simpang DPRD Sumatera Barat
2. Memberi pengetahuan dan evaluasi bagi para pembaca mengenai faktor penyebab antrian panjang dan kemacetan yang terjadi di persimpangan bersinyal pada Jalan S. Parman, Simpang DPRD Sumatera Barat
3. Menjadi bahan pertimbangan bagi Instansi untuk mengelola jalan lalu lintas lebih lancar dan nyaman bagi pengguna jalan pada Jalan S. Parman, Simpang DPRD Sumatera Barat

Persimpangan adalah titik pertemuan dua ruas jalan atau lebih dan lintasan arus kendaraan berpotongan. Persimpangan adalah suatu daerah umum dimana dua ruas jalan atau lebih saling bergabung atau berpotongan termasuk fasilitas-fasilitas yang ada dipinggir jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah tersebut (Morlok, 1988). Persimpangan dapat diklasifikasikan menjadi dua Jenis yaitu :

1. Simpang bersinyal (*Signalized Intersection*)
Yaitu lampu sinyal digunakan untuk mengatur pergerakan kendaraan yang melewati simpang pada tiap pendekatan. Pada Simpang bersinyal fasilitas-fasilitas yang ada berupa lampu lalu lintas (*Traffic Light*), dan Bundaran (*Rotary Intersection*).
2. Simpang tidak bersinyal (*Unsignalized Intersection*).
Yaitu simpang yang tidak memiliki lampu sinyal. Pada jalan dengan simpang tidak bersinyal, fasilitas-fasilitas yang ada berupa prioritas atau kanalisasi.

Berbagai perilaku pengendara yang menyebabkan variasi pada pergerakan lalu lintas. Setiap persimpangan memiliki titik konflik yang berbeda-beda bergantung kepada geometrik simpang dan ruas jalannya. Menurut Oglesby & Hicks, 1988, jenis pertemuan simpang terdiri atas:

1. Memisah (*Diverging*), yaitu perilaku pengendara yang berada di suatu arus yang memisah ke jalur yang lain.
2. Menggabung (*Merging*), yaitu perilaku pengendara yang bergabung dari suatu jalur ke jalur yang lainnya.
3. Memotong (*Crossing*), yaitu perilaku pengendara yang memotong arus lalu lintas dari suatu jalur ke jalur yang lainnya
4. Menyilang (*Weaving*), yaitu perilaku pengendara yang masuk menuju suatu jalan dari jalan yang berbeda dan bergerak menyilang ke jalur lain lain.

Berdasarkan MKJI, 1997 tipe kendaraan, factor penyesuaian kota, dan nilai konversi satuan penumpang pada simpang dapat dilihat pada Tabel-Tabel berikut :

Tabel 1. Tipe Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Definisi
1	Kendaraan tak Bermotor (UM)	Sepeda, Becak
2	Sepeda Motor (MC)	Sepeda Motor, Sekuter
3	Kendaraan Ringan (LV)	Colt, Pick up, Taksi
4	Kendaraan Berat (HV)	Minibus Kecil, Minibus Besar, Truck

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 2. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)
>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 : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Tabel 1. Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang Pada Simpang

Jenis kendaraan	Jalan Perkotaan	
	Pada Ruas	Pada Persimpang
MC	0,25	0,2
LV	1,0	1,0
HV	1,2	1,3

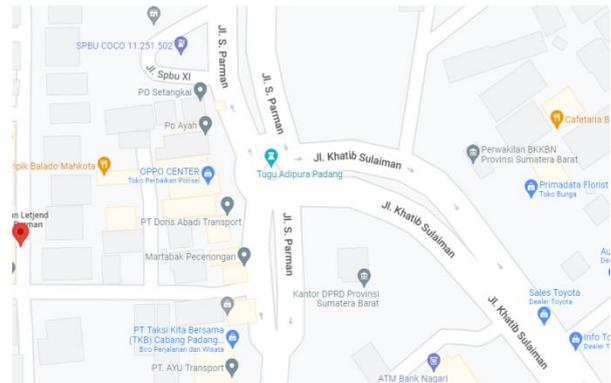
(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

METODE PENELITIAN

Adapun jenis penelitian ini adalah termasuk kedalam Penelitian Kuantitatif. Penelitian Kuantitatif merupakan sebuah metode berbentuk survei yang digunakan untuk mendapatkan data alamiah dari tempat tertentu, dimana peneliti melakukan perlakuan tertentu dalam mengumpulkan data (Sugiyono, 2019). Penelitian ini dilaksanakan di Jalan S. Parman, Simpang DPRD Sumatera Barat.

A. Lokasi dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jalan S. Parman, Simpang DPRD Sumatera Barat. Waktu Penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) hari yaitu hari Sabtu, Senin, dan Kamis tanggal 13, 15, 18 Agustus 2022. Pada jam-jam puncak atau sibuk yaitu pagi hari jam 6.30-08.30 WIB, pengendara pergi berangkat sekolah atau berangkat kerja, siang hari jam 11.30-13.30 WIB, pengendara istirahat kerja dan pulang sekolah, dan sore hari jam 16.30-18.30 WIB, pengendara pulang kerja dan mengakhiri aktivitas.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

(Sumber : Google Maps)

B. Pengambilan Data

1. Alat yang digunakan

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat yang dapat membantu dalam penelitian dilapangan, yaitu :

- Kamera untuk merekam siklus *traffic light* pada 3 fase simpang dan volume lalu lintas
- Traffic Counter* untuk menghitung kendaraan
- Stopwatch GPS untuk menghitung kecepatan kendaraan dan detik *traffic light*
- Laser Distance Meter* untuk mengukur Geometrik Jalan
- Software Microsoft excel* dan *Software Vissim Student* untuk mengolah data

2. Data Volume Lalu Lintas

Data mengenai jenis kendaraan yang lewat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu :

- Sepeda Motor MC (*Motor Cycle*), yaitu sepeda motor roda dua
- Kendaraan Ringan LV (*Light Vehicle*), yaitu mobil, minibus, Pick up
- Kendaraan Berat HV (*Heavy Vehicle*), yaitu mikro bus, bus besar, truk 2 as

3. Data Geometrik Persimpangan

Data hasil pengukuran langsung dilapangan didapatkan data-data Geometrik yaitu :

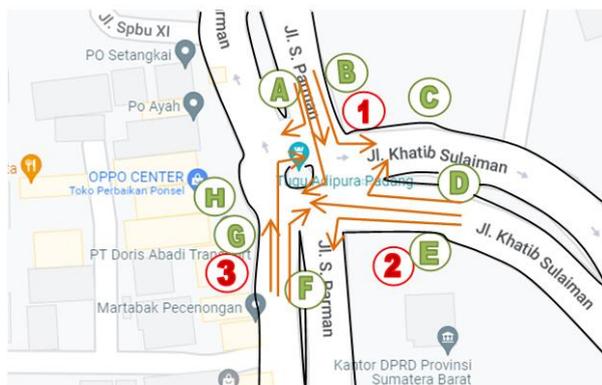
- Lebar Jalan
- Jumlah Lajur

4. Data Sinyal Lalu Lintas

Data hasil pengamatan di lapangan didapat data mengenai lama waktu *Traffic Light*, dengan merekam ketiga fase lalu lintas dalam waktu yang sama dan untuk melihat sinyal settingnya melalui diagram yang didapatkan.

C. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini membutuhkan data analisis lalu lintas berupa data primer dan sekunder. Data primer adalah data-data yang berupa Geometrik jalan di persimpangan, volume lalu lintas, dan kondisi sinyal lalu lintas berupa lama detik *Traffic Light*. Sedangkan data sekunder adalah data yang didapatkan dari literatur yang ada berupa MKJI, 1997 dan literatur lainnya. Pengumpulan data-data dimulai dengan menghitung *signal time Traffic Light* yang akan dilakukan oleh 3 (tiga) Surveyor yaitu masing-masing 1 (satu) Surveyor berada pada ketiga Fase yang terdapat pada simpang DPRD Sumatera Barat. Setelah itu untuk pengukuran Geometrik jalan akan dilakukan oleh 3 (tiga) Surveyor, serta Pengumpulan data untuk volume lalu lintas akan dilakukan oleh 8 (delapan) Surveyor.



Gambar 3. Posisi Surveyor di Lapangan
(Sumber : Google Maps)

Pembagian tugas yang telah ditentukan seperti berikut :

1. Surveyor A dan B berada pada jalan S. Parman pada fase 1 dengan pembagian tugas Surveyor A akan menghitung volume kendaraan yang balik arah kembali ke jalan S. Parman arah utara dan tugas Surveyor B akan menghitung volume kendaraan yang belok kiri ke arah jalan Khatib Sulaiman
2. Surveyor C berada diantara fase 1 dan fase 3 dengan tugas menghandel kamera untuk merekam kendaraan lalu lintas yang melintasi jalan dari arah Jl. S. Parman arah Utara menuju ke Jl. S. Parman arah selatan melewati fase 1 dan juga kendaraan yang melintasi Jl. Khatib

Sulaiman menuju ke Jl. S. Parman arah Utara melewati fase 3.

3. Surveyor D dan E berada pada jalan Khatib Sulaiman, dengan pembagian tugas Surveyor D akan menghitung volume kendaraan yang berbalik arah setelah melewati simpang dan tugas Surveyor E akan menghitung volume kendaraan yang belok kiri ke arah jalan S. Parman arah Selatan
4. Surveyor F, G dan H berada pada jalan S. Parman arah Selatan dengan pembagian tugas Surveyor F akan menghitung volume kendaraan yang belok kanan menuju jalan Khatib Sulaiman, dan tugas Surveyor G dan H akan menghitung volume kendaraan yang lurus menuju jalan S. Parman arah Utara dengan Surveyor G menghitung volume kendaraan MC dan Surveyor H menghitung volume kendaraan LV dan HV.
5. Setelah selesai survey, untuk kendaraan lalu lintas yang melintasi jalan dari arah Jl. S. Parman arah Utara menuju ke Jl. S. Parman arah selatan melewati fase 1 dan kendaraan yang melintasi Jl. Khatib Sulaiman menuju ke Jl. S. Parman arah Utara melewati fase 3 dilakukan perhitungan volume kendaraan dengan melihat video arus lalu lintas yang sudah direkam tersebut.

D. Teknik Analisis Data

Berdasarkan data-data yang telah diperoleh pada penelitian ini, maka akan dilakukan analisis data yang tujuannya adalah untuk menganalisis permasalahan di jalan S. Parman, simpang DPRD Sumatera Barat. Analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Survei data geometrik jalan dan *Signal Setting* pada simpang DPRD Sumatera Barat dilokasi untuk kebutuhan pengolahan data pada perhitungan MKJI, 1997.
2. Menghitung volume kendaraan lalu lintas yang melewati ruas jalan di Simpang DPRD Sumatera Barat yang dilakukan selama 2 (dua) jam pada Pagi, Siang, dan Sore hari, untuk mengetahui besarnya arus (*flow*) kendaraan selama 3 (tiga) hari.
3. Menghitung panjang antrian dan tundaan kendaraan yang terjadi di simpang DPRD Sumatera Barat dengan menggunakan metode MKJI, 1997.

Data-data yang telah dikumpulkan akan diolah sesuai dengan keperluan analisis data pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997). Pengolahan analisis data-data tersebut Menggunakan *software Microsoft Excel* dan

disimulasikan pada PTV software *Vissim Student Version 2023*.

Analisi data dengan menggunakan Perhitungan Manual Kapasitas Jalan (MKJI, 1997) adalah dengan rumus berikut :

a. Lebar Pendekat efektif (W_e) ditentukan berdasarkan data dari lebar pendekat (W_a), lebar masuk (W_{masuk}) dan lebar keluar (W_{keluar}).

b. Kapasitas, merupakan tampungan maksimum suatu jalan terhadap kendaraan yang melewati arus jalan tersebut. Kondisi lalu lintas dapat berupa kendaraan yang keluar masuk melewati jalan di simpang, pergerakan belok kiri dan belok kanan, serta setiap kendaraan yang parkir disekitar lengan jalan yang ditinjau. Kapasitas Pendekat simpang bersinyal dapat menggunakan rumus berikut :

$$C = S \times \frac{g}{c} \dots\dots\dots(1)$$

c. Waktu hijau yang telah disesuaikan (c) berdasarkan waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dihitung dengan rumus berikut :

$$c = \sum g + LTI \dots\dots\dots(2)$$

d. Kapasitas dan Derajat kejenuhan dimana Kapasitas pendekat didapatkan dari perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat.

$$C = S \times \frac{g}{c} \dots\dots\dots(3)$$

Derajat kejenuhan diperoleh sebagai :

$$DS = \frac{Q}{c} \dots\dots\dots(4)$$

e. Tundaan yang disebabkan oleh adanya gangguan pada kinerja arus lalu lintas kendaraan yang melewati jalan. Tundaan lalu lintas terdiri dari :

1) Tundaan lalu lintas rata-rata :

$$DT = \frac{c \times 0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \dots\dots(5)$$

2) Tundaan Geometrik rata-rata :

$$DG = (1-psv) \times pT \times 6 + (psv \times 4) \dots\dots(6)$$

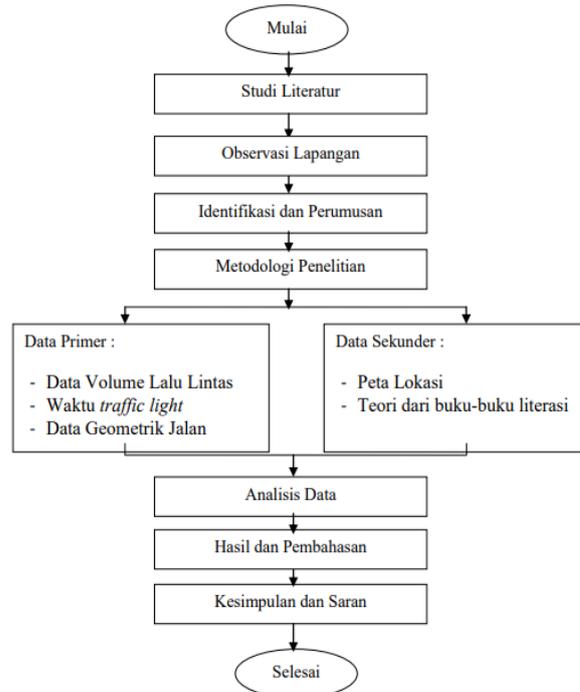
3) Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat dihitung sebagai :

$$D = DT + DG \dots\dots\dots(7)$$

f. panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter. Panjang antrian (QL) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$QL = NQ_{max} \times 20 / W_{masuk} \dots\dots\dots(8)$$

g. Diagram Alir Penelitian

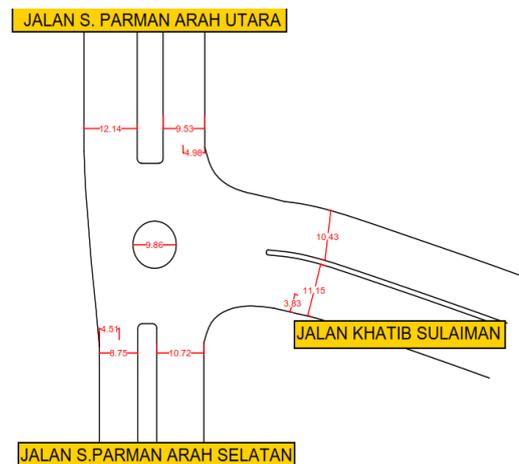


HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Lalu Lintas

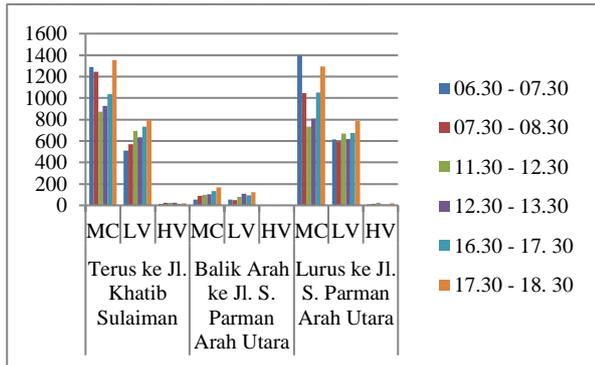
Kondisi lalu lintas saat ini yang perlu diperhatikan adalah terjadinya kemacetan yang terjadi sangat tinggi di beberapa titik. Hal disebabkan oleh berbagai hal yaitu akibat hambatan samping, matinya lampu lalu lintas pada siang hingga sore hari menyebabkan terjadinya konflik antar pengendara jalan dan tidak efektifnya penggunaan lebar jalan akibat penggunaan fungsi jalan.

B. Data Geometrik Persimpangan

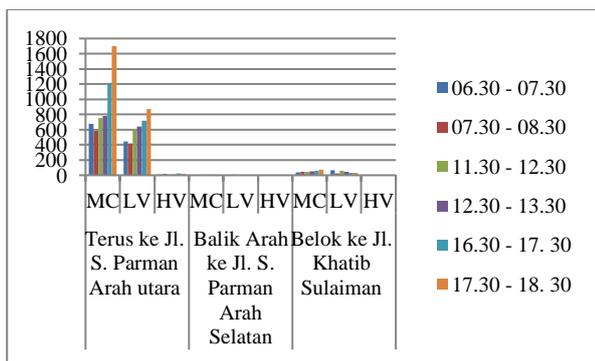


Gambar 1. Pengukuran Lebar Jalan

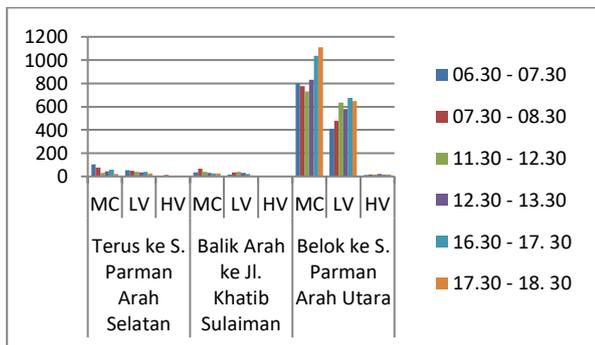
C. Data Volume Lalu Lintas



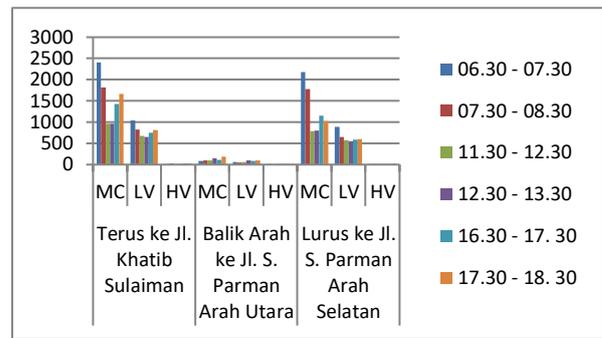
Gambar 5. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 1 Jl. S. Parman Arah Utara Sabtu, 13/08/2022



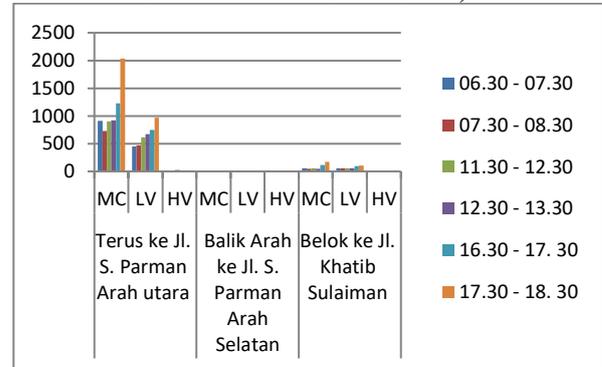
Gambar 6. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 2 Jl. S. Parman Arah Selatan Sabtu, 13/08/2022



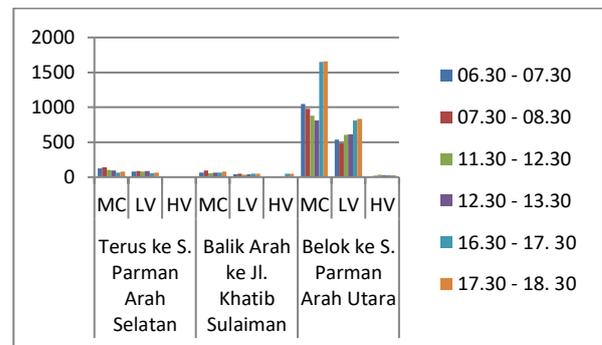
Gambar 7. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 3 Jl. Khatib Sulaiman Sabtu, 13/08/2022



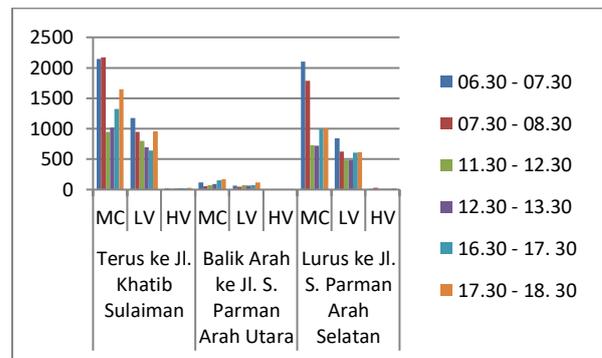
Gambar 8. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 1 Jl. S. Parman arah Utara Senin, 15/08/2022



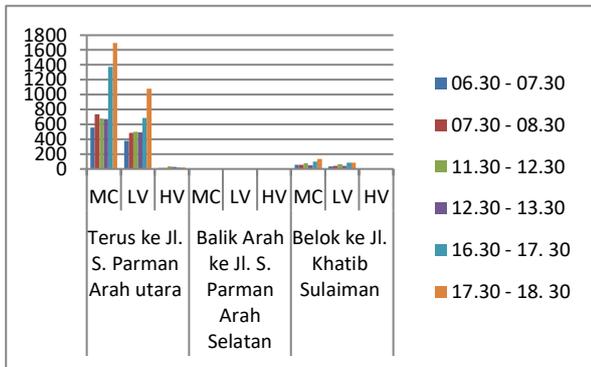
Gambar 9. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 2 Jl. S. Parman arah Selatan Senin, 15/08/2022



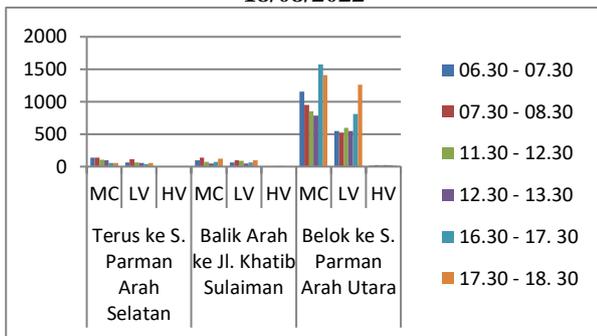
Gambar 10. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 3 Jl. Khatib Sulaiman Senin, 15/08/2022



Gambar 11. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 1 Jl. S. Parman Arah Utara Kamis, 18/08/2022



Gambar 12. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 2 Jl. S. Parman Arah Selatan Kamis, 18/08/2022

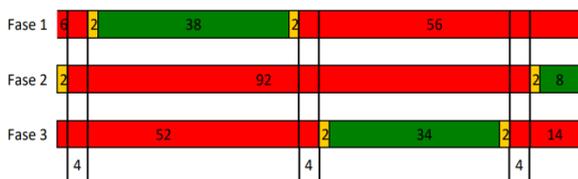


Gambar 13. Grafik Volume Total Kendaraan Fase 3 Jl. Khatib Sulaiman Kamis, 18/08/2022

Tabel 4. Volume Total Kendaraan Jalan S. Parman arah Utara

D. Data Sinyal Lalu Lintas

Data sinyal lalu lintas di lakukan dengan merekam ketiga fase *traffic light* dalam jam yang sama, kemudian dengan rekaman tersebut dihitung waktu masing-masing warna *Traffic Light* dengan menggunakan *Stopwatch*. Diagram *Traffic Light* ketiga fase simpang DPRD Sumatera Barat dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 14. Diagram Traffic Light Simpang DPRD Sumatera Barat (Sumber : Survey Lapangan, 2022)

Keterangan :
Detik All red : 4 detik

E. Perhitungan Panjang Antrian dan Tundaan

Parameter-parameter persimpangan yang dihitung adalah sesuai data-data penyesuaian kondisi persimpangan yang dengan metode MKJI 1997. Untuk perhitungan yang dilakukan pada simpang DPRD Sumatera Barat dengan volume kendaraan paling tinggi (maksimum) adalah pada hari Senin,

tanggal 18 Agustus 2022 pada Fase 1 dengan jam sibuk pagi jam 06.30 s/d 07.30 WIB sebagai berikut :

1. Total arus lalu lintas

MC	=	4666	Kend/ Jam
LV	=	1988	Kend/ Jam
HV	=	22	Kend/ Jam
TOTAL	=	6676	Kend/ Jam

selanjutnya perlu diketahui jumlah kendaraan dalam satuan smp/jam dengan mengekivalenkan mobil penumpang berdasarkan Tabel 3 yaitu sebagai berikut :

MC	=	4666 x 0,2	=	933,2	smp/ Jam
LV	=	1988 x 1,0	=	1988	smp/ Jam
HV	=	22 x 1,3	=	28,6	smp/ Jam
TOTAL	=		=	2949,8	smp/ Jam

sehingga Total Jumlah Kendaraan adalah 2949,8 smp/ jam

2. Lebar Efektif

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat yang ditentukan (smp/jam hijau). Jalan S.Parman merupakan jalan yang dimana Kendaraan dapat belok kiri langsung selama sinyal merah, maka :

$$\begin{aligned}
 We &= W_A - W_{L\text{TOR}} = W_{\text{masuk}} \\
 &= (9,53 - 4,98) \text{ m} \\
 &= 4,55 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3. Rasio Kendaraan Berbelok

Hitung Rasio Kendaraan belok kiri dengan data parameter data volume kendaraan belok kiri (LT)

$$\text{PLT} = \frac{\text{LT}}{\text{Total}} = \frac{1541,7}{2949,8} = 0,523$$

Hitung Rasio Kendaraan belok kanan dengan data parameter data volume kendaraan belok kanan (RT)

$$\text{PRT} = \frac{\text{RT}}{\text{Total}} = \frac{76,90}{2949,8} = 0,026$$

4. Arus Jenuh (S)

$$\begin{aligned}
 S &= S_0 \times \text{FCS} \times \text{FSF} \times \text{FG} \times \text{FP} \times \text{FRT} \times \text{FLT} \\
 &= 1770,62 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 S_0 &= \text{ arus jenuh dasar untuk setiap pendekat} \\
 &= 600 \times We = 2730
 \end{aligned}$$

Fsf = Faktor penyesuaian hambatan samping, berdasarkan kelas hambatan samping dari

lingkungan jalan tersebut, maka dinyatakan lingkungan jalan termasuk kawasan pendidikan, perumahan, perdagangan dan jasa jalan yang ditinjau merupakan jalan arah tipe fase adalah terlindung $F_{sf} = 0,93$

FG = Faktor penyesuaian terhadap kelandaian (G), berdasarkan naik (+) atau turun (-) permukaan jalan, $FG = 1,00$

FP = Faktor penyesuaian parkir (P), berdasarkan jarak kendaraan henti Kendaraan parkir =
 $FP = [L_p/3 - (W_A - 2) \times (L_p/3 - g) / W_A] / g$
 $= 0.80$

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri
 $= 1,0 - PLT \times 0,16$

Fcs = Faktor penyesuaian ukuran kota, jumlah penduduk kota padang tahun terakhir 2020 sebagai berikut :

Tabel 7. Jumlah Penduduk Kota Padang

Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa) Kota Padang tahun 2020	
	Laki-laki	Perempuan
Bungus Teluk Kabung	14079	13329
Lubuk Kilangan	28934	28555
Lubuk Begalung	61565	61028
Padang Selatan	30562	30434
Padang Timur	38732	39023
Padang Barat	21326	21631
Padang Utara	27565	27606
Nanggalo	29029	29506
Kuranji	73645	72466
Pauh	31484	30744
Koto Tengah	99408	98389
TOTAL	909.040	

(Sumber : BPS Kota Padang, 2022)

Berdasarkan BPS Kota Padang jumlah penduduk sebanyak 909.040 jiwa

Berdasarkan Tabel 3 $F_{cs} = 0,94$

5. Rasio Arus (FR)

Rasio arus terhadap arus jenuh (Q/S) dari suatu pendekat :

$$Q = 2949,8 \text{ smp/ jam}$$

$$S = 1770,62 \text{ smp/ jam}$$

Maka

$$FR = \frac{Q}{S} = \frac{2949,8}{1770,60} = 1,67$$

6. Waktu Hilang (LTI)

Waktu hilang total per siklus (detik) dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

LT

$$I = \text{waktu merah semua} + \text{kuning}$$

$$= 12 \text{ dtk} + 6 \text{ dtk}$$

$$= 18 \text{ dtk}$$

7. Waktu Siklus

$$c = \text{Waktu hijau arah semua (g)} + LTI$$

$$= (38 + 8 + 34) \text{ dtk} + (18) \text{ dtk}$$

$$= 98 \text{ dtk}$$

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyebrang jalan (MKJI, 1997)

8. Kapasitas (C) Dan Derajat Kejenuhan (DS)

Kapasitas (C) arus lalu lintas yang dipertahankan

$$C = \text{nilai dasar} \times \text{waktu hijau} / \text{waktu siklus}$$

$$= S \times g/c$$

$$= 1445,41 \text{ smp/jam}$$

Derajat kejenuhan (DS) rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$= 2,04$$

Jika waktu siklus yang dihitung lebih besar dari batas atas yang disarankan pada Tabel 6, Derajat Kejenuhan (DS) umumnya juga lebih tinggi dari 0,85 ini berarti simpang tersebut mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak (MKJI, 1997)

9. Antrian

Jumlah rata-rata antrian (smp) pada awal sinyal hijau yaitu NQ dihitung sebagai jumlah kendaraan (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah kendaraan (smp) yang akan datang selama fase merah (NQ2)

$$NQ \text{ Total} = NQ1 + NQ2$$

$$= (753,67 + 580,33) \text{ smp}$$

$$= 1334,01 \text{ smp}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 NQ1 &= 0.25 \times C \times \left[(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0.5)}{c}} \right] &&= (1881,55 + 3,14) \text{ det/ smp} \\
 &= 0.25 \times 1445.41 \times \left[(2.04-1) + \sqrt{(2.04-1)^2 + \frac{8 \times (2.04-0.5)}{1445.41}} \right] &&= 1884,69 \text{ det/ smp} \\
 &= 753.67 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NQ2 &= c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\
 &= 1445.41 \times \frac{1-0.91}{1-0.91 \times 2.04} \times \frac{2949.8}{3600} \\
 &= 580.33 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

10. Panjang antrian (QL)

$$\begin{aligned}
 QL &= \frac{NQ \text{ total} \times 20}{W_{\text{masuk}}} \\
 &= \frac{1334,01 \times 20}{4,55} \\
 &= 5863,77 \text{ m}
 \end{aligned}$$

11. Tundaan (Delay)

Tundaan lalu lintas rata-rata (detik/smp)

$$\begin{aligned}
 DT &= c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{1-GR \times DS} + \frac{3600 \times NQ1}{C} \\
 &= 98 \times \frac{0,5 \times (1-0.82)^2}{1-0.82 \times 2.04} + \frac{3600 \times 753.67}{1445.41} \\
 &= 1881.55 \text{ Det/ smp}
 \end{aligned}$$

12. Tundaan Geometrik (DG)

$$\begin{aligned}
 DG &= (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4) \\
 &= 3,14 \text{ Det/ smp}
 \end{aligned}$$

Dimana :

Psv : rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang

$$(NS) = 0$$

PT : rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang = 0,523

13. Tundaan rata-rata (D)

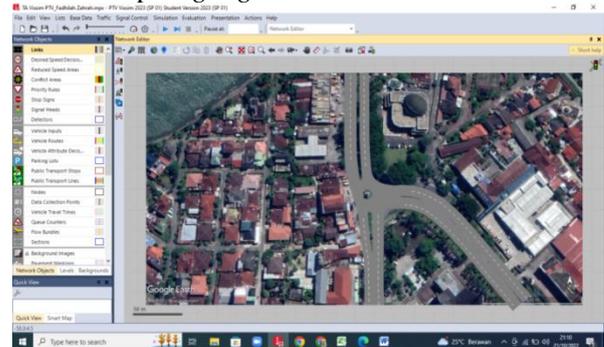
$$D = DT + DG$$

Dari hasil analisis perhitungan yang dilakukan dengan volume kendaraan tertinggi yang melewati simpang yaitu 6676 kend/ jam didapatkan panjang antrian sebesar 5863,77 m dan tundaan sebesar 1884,69 det/ smp.

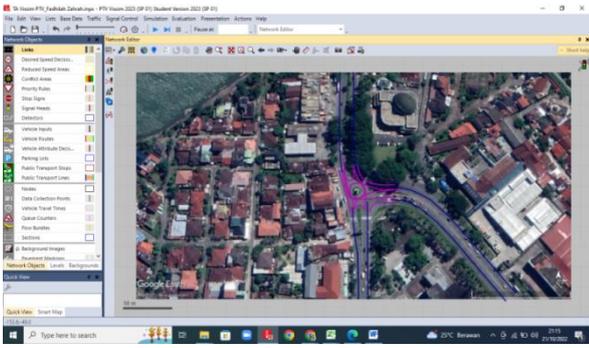
F. Simulasi Panjang Antrian dan Tundaan dengan Software PTV Vissim

Vissim adalah *Software* yang digunakan untuk simulasi lalu lintas yang dikembangkan oleh PTV (Planung Transport Verkehr AG) di Karlsruhe, Jerman. Menurut PTV-AG (2011), VISSIM adalah perangkat lunak multimoda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfi gurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lainlain, sehingga VISSIM menjadi perangkat yang berguna untuk evaluasi berbagai langkah alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas. VISSIM merupakan singkatan dari “Verkehr Staden – SIMulationsmodell” yang artinya “Lalu Lintas di Kota – Model Simulasi”.

Data-data yang ingin dimasukkan untuk dianalisis dilakukan sesuai keinginan pengguna. Perhitungan keefektifan yang beragam bisa dimasukkan pada software Vissim, pada umumnya antara lain tundaan, kecepatan, antrian, waktu tempuh dan berhenti. Berdasarkan data yang sudah didapatkan dari survey langsung dilapangan, kemudian dilakukan penginputan data ke *software Vissim*. Simulasi awal dilakukan dengan membuat jaringan jalan simpang DPRD Sumatera Barat sesuai dengan kondisi asli melalui gambar peta yang di ambil dari peta *google earth*.

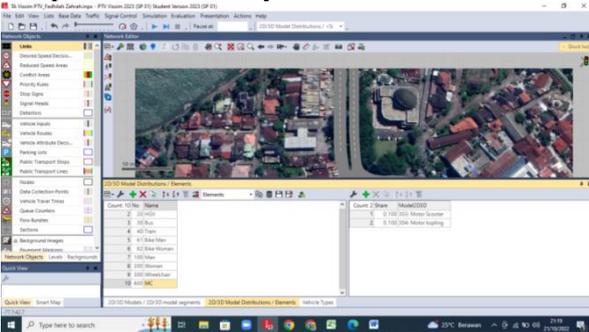


Gambar 15. Pembuatan jaringan berdasarkan data Geometrik simpang



Gambar 16. Penampakan jaringan jalan

Setelah pemodelan jaringan jalan selesai kemudian input base data berupa tipe, kelas dan kategori kendaraan, dan perilaku berkendara. Kemudian input jumlah arus lalu lintas beserta komposisi kendaraannya.



Gambar 18. Penginputan arus kendaraan lalu lintas

Kemudian dilanjutkan dengan menginput Kecepatan yang telah di survey untuk masing-masing jenis kendaraan MC, LV, dan HV, serta input *signal control* sesuai dengan fase-fase yang ada dipersimpangan, baik itu waktu *traffic light* warna merah, hijau, kuning, dan merah semua (*all red*). Berikut hasil kecepatan dengan menggunakan GPS Garmin 64s :

Tabel 8. Kecepatan Kendaraan MC

kelas	kecepatan		frekuensi	frekuensi relatif	frekuensi relatif Kumulatif	kecepatan (nilai tengah)
	min	max				
1	27	30	4	0,17	0,17	28,5
2	30	33	7	0,30	0,48	31,5
3	33	36	8	0,35	0,83	34,5
4	36	39	4	0,17	1,00	37,5
jumlah			23	1,00		

(Sumber : Survey Lapangan, 2022)

Tabel 92. Kecepatan Kendaraan LV

Kelas	Kecepatan		Frekuensi	Frekuensi Relatif	Frekuensi Relatif Kumulatif	Kecepatan (Nilai Tengah)
	Min	Max				
1	26	29	8	0,35	0,35	27,5
2	29	32	8	0,35	0,70	30,5
3	32	35	7	0,30	1,00	33,5
jumlah			23	1,00		

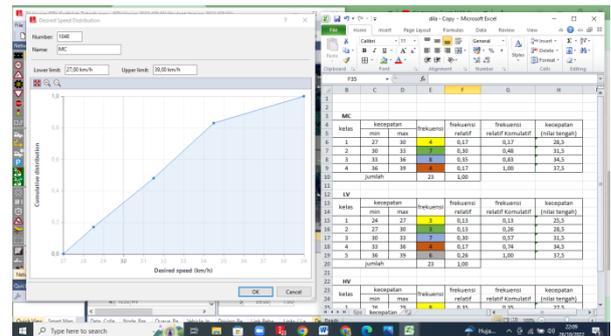
1	24	27	3	0,13	0,13	25,5
2	27	30	3	0,13	0,26	28,5
3	30	33	7	0,30	0,57	31,5
4	33	36	4	0,17	0,74	34,5
5	36	39	6	0,26	1,00	37,5
jumlah			23	1,00		

(Sumber : Survey Lapangan, 2022)

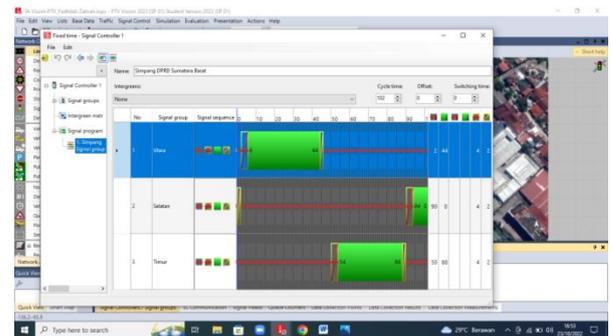
Tabel 10. Kecepatan Kendaraan HV

Kelas	Kecepatan		Frekuensi	Frekuensi Relatif	Frekuensi Relatif Kumulatif	Kecepatan (Nilai Tengah)
	Min	Max				
1	26	29	8	0,35	0,35	27,5
2	29	32	8	0,35	0,70	30,5
3	32	35	7	0,30	1,00	33,5
jumlah			23	1,00		

(Sumber : Survey Lapangan, 2022)

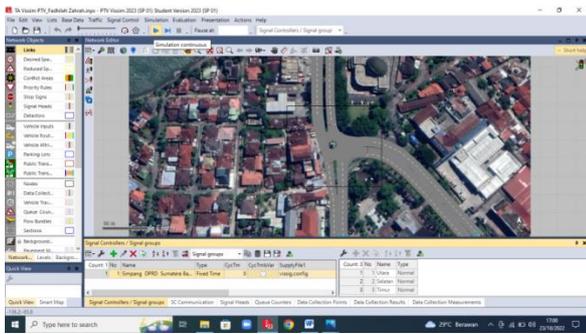


Gambar 19. Penginputan kecepatan kendaraan arus lalu lintas

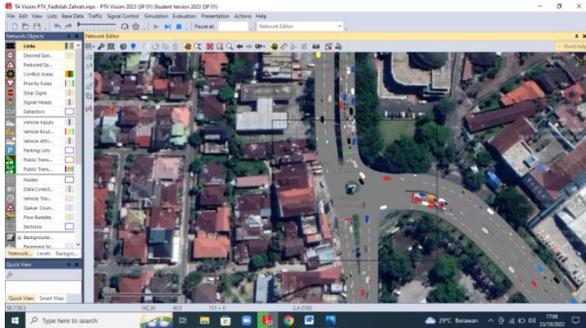


Gambar 20. Penginputan waktu signal control traffic light

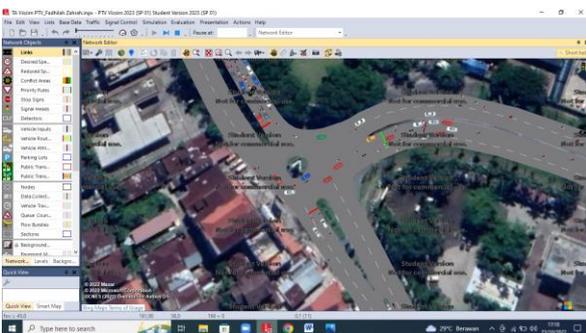
Langkah selanjutnya adalah menetapkan titik perhitungan *queen counter* dan *vehicle travel time* dan beri *nodes* di simpang untuk melihat pembacaan yang dibutuhkan. Setelah semua data yang diperlukan sudah di input kedalam *Software Vissim Student*, selanjutnya untuk melihat pergerakan atau simulasi, lakukan *running* atau dengan mengklik *Simulation Continuous*.



Gambar 21. Penginputan nodes di persimpangan dan running



Gambar 22. Tampilan Simulasi kendaraan arus lalu lintas di simpang DPRD Sumatera Barat



Gambar 23. Tampilan Simulasi kendaraan arus lalu lintas di simpang DPRD Sumatera Barat

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan di simpang bersinyal, Simpang DPRD Sumatera barat yang telah dianalisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyebab permasalahan antrian dan tundaan yang terjadi di Jalan S. Parman adalah banyak perilaku pengendara jalan yang tidak sesuai aturan lalu lintas diantaranya minibus – minibus, angkutan umum, ojek, dan kendaraan transportasi online yang menaikkan dan menurunkan penumpang sembarangan tempat dibahu jalan sebelum menuju *Traffic light* Jalan S.Parman. Serta banyak kendaraan yang memenuhi lajur kiri saat lampu *traffic light* berwarna merah.
2. Volume kendaraan yang paling tinggi berasal dari jalan S. Parman arah Utara yang melewati

Fase 1 yaitu pada jam puncak pagi pukul 06.30 s/d 07.30 WIB

3. Diperoleh panjang antrian dan tundaan yang didapat dari volume kendaraan dengan Perhitungan berdasarkan MKJI 1997 yaitu panjang antrian 5863.77 m dan tundaan 1884.69 det/smp dan berdasarkan *Software Vissim Student* yaitu panjang antrian 79.75 m dan tundaan 102.83det/smp dengan nilai LOS (*Level Of Service*) adalah F.
4. Nilai LOS yang didapatkan dari simulasi Vissim adalah F, sehingga dapat dinyatakan arus tertahan, dengan kecepatan rendah dan sering terjadi kemacetan pada Jalan S. Parman, Simpang DPRD Sumatera Barat tersebut.
5. Tingginya volume kendaraan yang melewati persimpangan sudah melewati derajat kejenuhan yaitu $DS = 2.04$. Karena tinggi lebih dari 0,85 ini berarti simpang tersebut mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak (MKJI, 1997). Hal ini disebabkan oleh perilaku pengendara yang tidak tertib berlalu lintas.

Saran-saran yang ingin disampaikan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya perbaikan terhadap sistem rekayasa lalu lintas pada simpang DPRD Sumatera Barat, guna memperkecil kemacetan atau tundaan dan antrian yang terjadi
2. Mengatur kembali *signal setting* arus lalu lintas agar mendapatkan derajat kejenuhan serendah mungkin, sehingga mendapatkan fase yang ideal untuk persimpangan tersebut
3. Perlu adanya tindakan yang tegas dari aparat yang bertugas dipersimpangan kepada pengguna jalan agar tidak melakukan pelanggaran lalu lintas

DAFTAR PUSTAKA

- A Munawar. (2004). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Anonymous. (1997). Highway Capacity Manual Project (HCM). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*
- Area, U. M. (2021). *Diajukan Untuk Syarat Dalam Sidang Sarjana Universitas Medan Area Disusun Oleh : Dirjon Parulian Nababan Fakultas Teknik*.
- Babba, E. T. (2017). *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Metode Ctm (Celltransmission Model) Pada Ruas Jalan Basuki Rachmat*.
- Bien, A., P, R. A., & Arifianto, A. K. (2019). *Analisa Panjang Antrian Kendaraan Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersinyal Di*

- Kota Batu (Studi Kasus : Jalan Imam Bonjol.
EUREKA (Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil Dan Teknik Kimia))
- Dharmayanto, H., & Ismail, I. (2019). Analisa Panjang Antrian Dengan Tundaan Persimpangan Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Patal-Pusri). *Jurnal Teknik Sipil*
- Khisty, C.J dan Lall, B.K., B.K. (2005), Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi, Erlangga, Jakarta
- Kusuma, Y., & Bahlawan, T. (2012). Studi Evaluasi Simpang Tiga, Roundabout dan Bundaran Cibereum, Kota Bandung. *Industrial Research Workshop and National Seminar*
- Morlok, Edward K. 1988. *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga
- Munawar, A. (2004). *Manajemen lalu lintas perkotaan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Persimpangan, P., Di, B., Prof, J. L., Kasus, S., Untuk, D., & Memperoleh, M. S. (2017). *Analisa Panjang Antrian Dengan Tundaan Yamin Sh – Jl. Gaharu – Jl. Jawa Medan*.
- Rahadiyan, A. P. (2018). Analisis Antrian Dan Tundaan Kendaraan Pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. Raya Pekayon. *Tugas Akhir Departemen Teknik Bangunan Fakultas Teknik*
- Rahayu, G., Rosyidi, S. A. P., & Munawar, A. (2009). Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr . Sutomo - Suryopranoto, Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*
- Romadhona, P.J, Ikhsan T.N, & Prasetyo (2019). *Aplikasi Permodelan Lalu Lintas:PTV Vissim 9.0 (Modelling Basic Using Microscopic Traffic Flow Simulation)*. Yogyakarta : UII Press Yogyakarta
- Selatan, S., Sitanggang, B. M., Selatan, S., Arliansyah, J., & Selatan, S. (2014). *Simpang Bersinyal Pada Persimpangan Angkatan 66 Kota Palembang*.
- Soedirdjo, T.L (2002) *Rekayasa Lalu Lintas*. Bandung: ITB
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&B*. Bandung : Alfabeta
- Sipil, J. T., Teknik, F., Sriwijaya, U., Selatan, S., Sitanggang, B. M., Sipil, J. T., Teknik, F., Sriwijaya, U., Selatan, S., Arliansyah, J., Sipil, J. T., Teknik, F., Sriwijaya, U., & Selatan, S. (n.d.). *Arus Jenuh Dan Panjang Antrian Pada Simpang Bersinyal Angkatan 66 Kota Palembang Sebagai Ibukota Provinsi Sumatera Selatan , Kota Palembang Merupakan Pusat*
- Tamin Z. Ofyar, 2008. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit : ITB, Bandung.
- Yusuf, M. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan (1st ed)*. Jakarta : Kencana