

## **Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan *Software PTV Vissim*** (Studi Kasus Simpang Tiga Asrama Polisi Batusangkar)

Ghazi Ahmad Abista<sup>1)\*</sup>, Ishak<sup>2)</sup>, <sup>3)</sup>Ana Susanti Gusman, <sup>4)</sup>, Febrimen Herista<sup>5)</sup>, Gusmulyani<sup>6)</sup>  
<sup>1),2),3),4),5)\*</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

### **Abstrak**

Batusangkar sebagai daerah kujungan wisata yang sangat potensial hingga mempengaruhi kenaikan jumlah volume lalu lintas yang berada di jalan menyebabkan volume lalu lintas mendekati/melebihi kapasitas suatu jalan dikarenakan ketidak seimbangan antara penyedia jaringan jalan dengan volume lalu lintas sehingga menyebabkan terjadinya kemacetan pada suatu ruas jalan dan persimpangan. Simpang yang memiliki permasalahan yaitu Simpang Tiga Asrama Polisi Kota Batusangkar. Pada simpang ini sering terjadi antrian kendaraan yang lumayan panjang pada saat jam-jam tertentu dikarenakan simpang ini menjadi jalur penghubung kota Batusangkar dan Bukittinggi, simpang ini juga menjadi akses menuju pusat kota batusangkar. Untuk mengetahui tingkat pelayanan simpang pada Simpang Tiga Asrama Polisi Batusangkar dilakukan analisis kinerja simpang, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kualitas pelayanan simpang pada kondisi eksisting dan memberikan alternatif solusi untuk meningkatkan kualitas pelayanan pada simpang tersebut. Berdasarkan analisis menggunakan *Software PTV Vissim 23* dapat diketahui bahwa nilai tundaan rata-rata sebesar 61,08 detik dan Los berupa E (Buruk) pada kondisi eksisting. Pada scenario 2 nilai tundaan rata-rata sebesar 35,44 Detik dan Los berupa C (Cukup) sebagai hasil merubah fase pada waktu siklus. Berdasarkan hasil analisis permodelan tersebut maka dapat disimpulkan skenario 2 sebagai alternatif solusi terbaik untuk meningkatkan kualitas pelayanan pada Simpang Tiga Asrama Polisi Kota Batusangkar.

**Kata Kunci:** *Simpang Bersinya, PTV Vissim, Tundaan, Panjang Antrain, Tingkat Pelayanan.*

### **Abstract**

*Batusangkar, as a potential tourist destination, has experienced a significant increase in traffic volume, which has led to congestion on the roads due to an imbalance between road network capacity and traffic volume. This congestion particularly affects certain road segments and intersections. One of the problematic intersections is the Three-Way Intersection at Batusangkar Police Barracks. This intersection frequently experiences substantial vehicle queues during certain hours, as it serves as a connecting route between Batusangkar and Bukittinggi cities, and also provides access to the city center of Batusangkar. To assess the level of service at the Three-Way Intersection at Batusangkar Police Barracks, a performance analysis was conducted. The aim was to determine the quality of service at the existing condition of the intersection and propose alternative solutions to enhance its service quality. Using PTV Vissim 23 software for analysis, the average delay value was found to be 61.08 seconds, resulting in Level of Service E (Poor) in the existing condition. Under scenario 2, the average delay was reduced to 35.44 seconds, resulting in Level of Service C (Fair) by adjusting the signal phase timing. Based on the results of the modeling analysis, it can be concluded that scenario 2 is the preferred alternative solution for improving the service quality at the Three-Way Intersection at Batusangkar Police Barracks.*

**Keywords:** *Signalized Intersection, Vissim, Delay, Queue Length, Level of Service.*

## PENDAHULUAN

Batusangkar sebagai salah satu daerah kujungan wisata yang sangat potensial dan perannya sebagai kota budaya menjadi daya tarik bagi masyarakat di luar daerah Batusangkar untuk datang dan melihat situs cagar budaya yang ada di kota Batusangkar. Semakin banyaknya kujungan tersebut dapat mempengaruhi kenaikan jumlah volume lalu lintas yang berada di jalan menyebabkan volume lalu lintas mendekati/melebihi kapasitas suatu jalan dikarenakan ketidakseimbangan antara penyedia jaringan jalan dengan volume lalu lintas sehingga menyebabkan terjadinya kemacetan pada suatu ruas jalan dan persimpangan. Sistem transportasi didalam sebuah persimpangan baik simpang bersinyal maupun simpang tak bersinyal tak bersinyal, tidak akan luput dari sebuah permasalahan konflik pergerakan arus lalu lintas yang meliputi volume kendaraan, derajat kejenuhan, efektifitas kinerja simpang, dan kondisi geometric dari simpang itu sendiri. Tingkat pergerakan dari berbagai jenis kendaraan yang beragam dapat menimbulkan masalah di persimpangan seperti mengalami tundaan kendaraan perjalanan yang cukup panjang, banyaknya kendaraan yang parkir sembarangan di sekitar simpang juga akan menambah permasalahan yang terjadi di simpang tersebut.

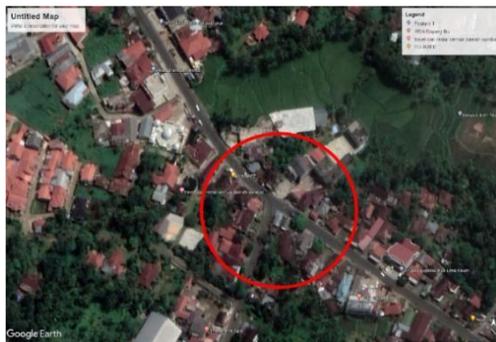
Pada penelitian ini maka dipilih simpang bersinyal tiga lengan tidak simetris yaitu Simpang Tiga Asrama Polisi, Kota Batusangkar. Pada simpang ini sering terjadi antrian kendaraan yang lumayan panjang pada saat jam-jam tertentu dikarenakan simpang ini menjadi jalur penghubung antara kota Batusangkar dan bukittinggi, simpang ini juga menjadi akses menuju pusat kota Batusangkar. Peningkatan pelayanan pada simpang tersebut sangat diperlukan, dengan tujuan untuk mengembalikan kembali kenyamanan pengguna jalan. Untuk meningkatkan pelayanan pada simpang bersinyal tersebut perlu dilakukan analisis evaluasi, dan juga permodelan pada simpang bersinyal tersebut. Permodelan Simpang Asrama Polisi Kota Batusangkar menggunakan Software PTV Vissim 23 (Student), Permodelan tersebut dilakukan untuk menyajikan hasil analisis keseluruhan system kinerja lalu lintas pada Simpang Tiga Asrama Polisi Kota Batusangkar dalam bentuk simulasi 2D dan 3D sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kondisi eksisting di lapangan.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah survey dan deskriptif kuantitatif. Pada penelitian ini, peneliti melakukan survey di lokasi kemudian data yang didapat diolah dengan menggunakan rumus dan kemudian dilakukan pemodelan menggunakan software PT VISSIM 23.

Lokasi penelitian

Penelitian dari pemodelan simpang menggunakan *software PTV Vissim* berlokasi pada pertigaan simpang bersinya Asrama Polisi Batusangkar



Gambar 3 Lokasi penelitian

### Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini adalah survei secara langsung di lapangan. Pengambilan data dilakukan pada hari Sabtu tanggal 8 Juni 2023, Senin tanggal 7 Agustus 2023, dan Kamis tanggal 10 Juli 2023, survei tersebut dilaksanakan pada jam puncak yakni pada 06.00-08.00 WIB, pukul 12.00- 14.00 WIB dan pukul 16.00-18.00 WIB.

Proses kebutuhan data terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah berupa pengumpulan data hasil observasi atau survei secara langsung di lapangan dengan menggunakan tenagasurveyor, data primer ini berupa kondisi volume lalu lintas, geometrik jalan, waktu siklus dan kecepatan kendaraan. Data sekunder adalah berupa data sebuah peta jaringan jalan sesuai dengan lokasi studi kasus pada penelitian ini.

### Pemodelan PTV Vissim

Memodelkan simpang bersinyal menggunakan Software PTV Vissim 9 (Student Version) berdasarkan data-data yang sudah diperoleh dari hasil survei perhitungan seperti volume lalu lintas, geometrik jalan, waktu siklus dan kecepatan kendaraan. Hasil yang diperoleh dari pemodelan tersebut berupa nilai Panjang Antrian (Qlen), Tingkat Pelayanan (LOS) dan Tundaan (VehDelay).

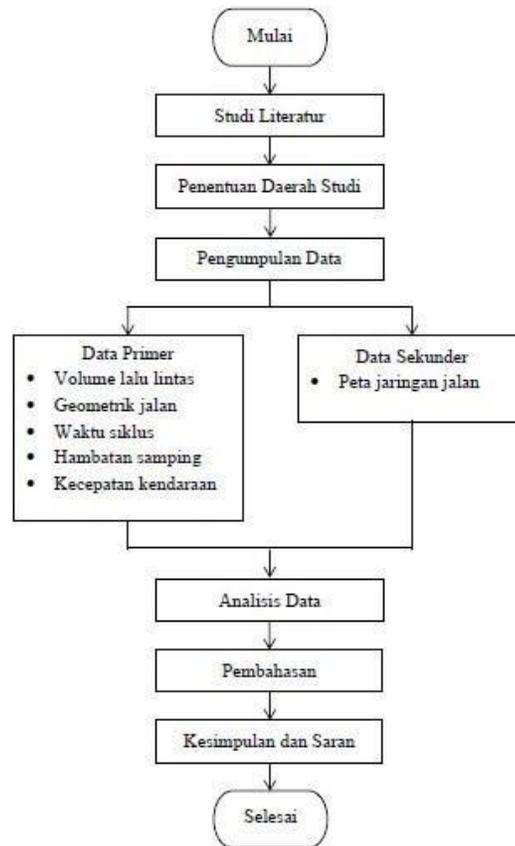
### Perencanaan Alternatif

Berdasarkan hasil pemodelan peneliti akan melihat kondisi eksisting sebelumnya apakah sudah memenuhi tingkat kinerja simpang tersebut. Kemudian peneliti merencanakan beberapa pemecahan masalah atau alternatif solusi pada simpang tersebut untuk dapat meningkatkan tingkat kinerja simpang dan sesuai dengan syarat-syarat di dalam peraturan.

### Pembahasan dan Kesimpulan

Setelah dilakukan beberapa pemodelan analisis dengan menggunakan *software PTV Vissim*, maka dapat disimpulkan skenario terbaik yang dapat diterapkan untuk dapat meningkatkan kualitas pelayanan simpang.

Berikut alur penelitian dijelaskan secara ringkas dalam bentuk bagan alir (*Flowchart*).

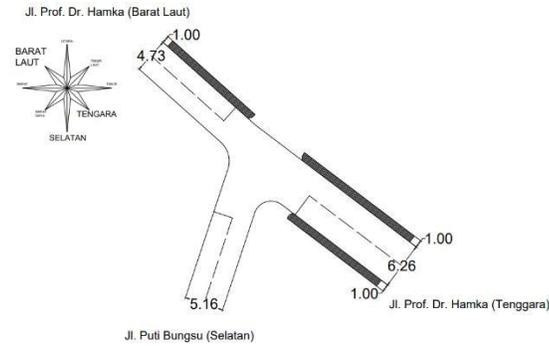


Gambar 4. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Geometrik

Geometrik pada Simpang Asrama Polisi terdapat tiga lengan yaitu lengan Barat Laut adalah Jl. Prof. Dr. Hamka, lengan Tenggara adalah Jl. Prof. Dr. Hamka, lengan Selatan adalah Jl. Puti Bungsu..

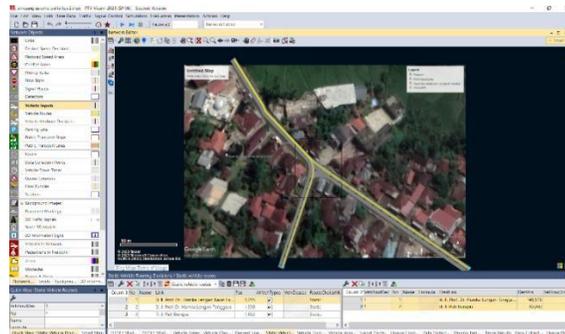


Gambar 5 Geometrik simpang

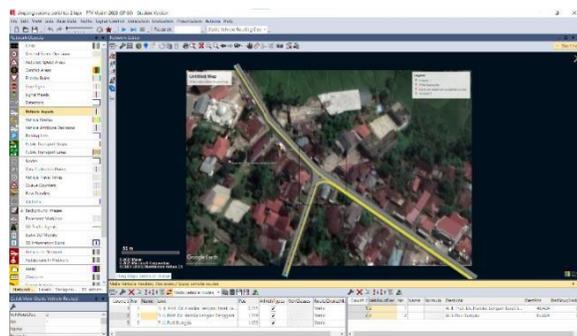
Tabel 2 Data geometrik

Nama Ruas Jalan	Median	Trottoar	
		Kanan	Kiri
Jl. Prof. Dr. Hamka (Barat Laut)	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada
Jl. Prof. Dr. Hamka (Tenggara)	Tidak Ada	Ada	Ada
Jl. Puti Bungsu (Selatan)	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

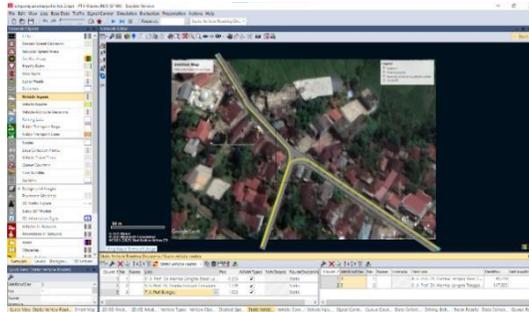
Gambar 7 Jaringan jalanRoute perjalanan



Gambar 8 Rute perjalanan lengan Barat Laut

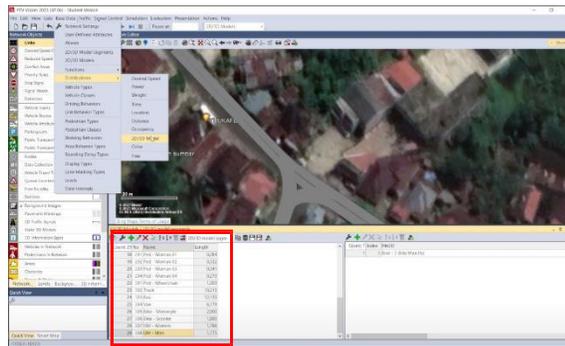


Gambar 9 Rute perjalanan lengan Tenggara



Gambar 10 Rute perjalanan lengan Selatan

### Jenis kendaraan



Gambar 12 Kelompok jenis kendaraan

### Kecepatan kendaraan

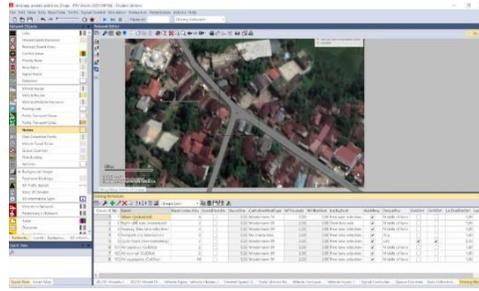
Berikut adalah salah satu contoh kecepatan kendaraan yang telah di input kedalam Software PTV Vissim 9 (StudentVersion).



Gambar 13 Input kecepatan kendaraan

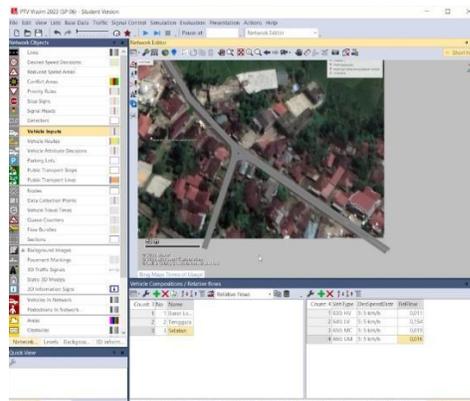
### Perilaku pengemudi

Perilaku pengemudi diatur dengan pedoman perilaku pengemudi asli yang terjadi di lapangan.



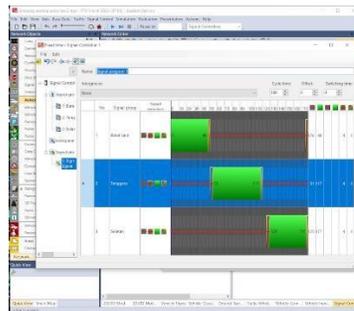
Gambar 14 Input perilaku pengemudi

Volume kendaraan



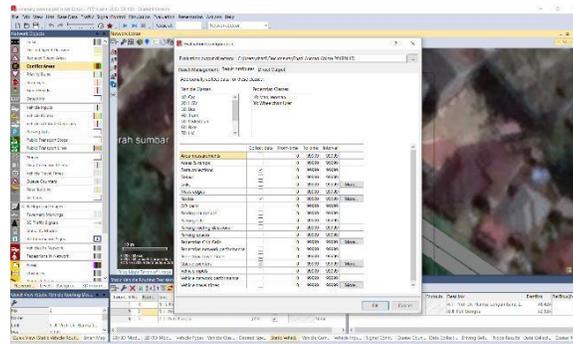
Gambar 15 Input volume kendaraan

Waktu siklus



Gambar 16 Input waktu siklus

### Konfigurasi pemrosesan



Gambar 17 Input konfigurasi pemrosesan

### Hasil Pemodelan Eksisting

Pemodelan pada kondisi eksisting inidilakukan dengan menggunakan data-data sesuai dengan keadaan sebenarnya di lapangan yang didapatkan setelah proses survei secara langsung.

Tabel 5 Hasil Running eksisting

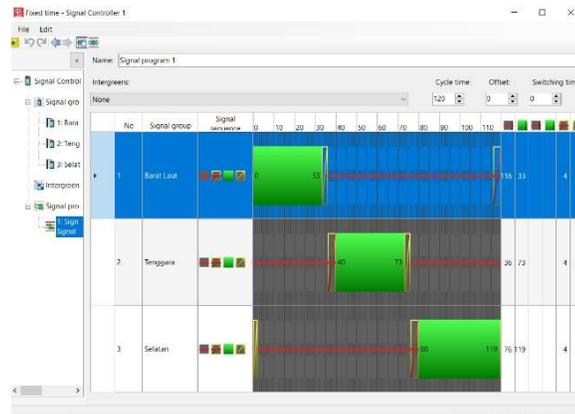
Movement	Qlen (m)	Vehs (All)	LOS (All)	VehDelay (det/skr)
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara	63.91	24.00	LOS_E	69.65
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut - Jl. Puti Bungsu	63.91	25.00	LOS_E	58.16
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut	34.99	16.00	LOS_C	21.70
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara - Jl. Puti Bungsu	34.99	13.00	LOS_D	40.27
Jl. Puti Bungsu - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut	68.30	35.00	LOS_E	68.86
Jl. Puti Bungsu - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara	68.30	14.00	LOS_F	107.84
Rata-Rata	55.73	127.00	LOS_E	61.08

### Hasil Pemodelan Skenario 1

Pada skenario 1 dilakukan dengan cara merubah urutan Waktu siklus menjadi 120 detik dari waktu siklus pada kondisi eksisting sebesar 150 detik. Perubahan tersebut disebabkan oleh kondisi kepadata volume kendaraan pada lengan Selatan.

Dari hasil yang didapatkan dari percobaan pada skenario 1 dengan merubah urutan waktu siklus dapat disimpulkan bahwa dengan skenario tersebut tundaan (VehDelay) rata-rata pada simpang menurun menjadi 43,97 det/skr dari kondisi eksisting sebesar 61,08 det/skr dan tingkat pelayanan (Level of Service) pada simpang meningkat dari kondisi eksisting E (buruk) menjadi D (Kurang) .

Berdasarkan hasil dari pemodelan skenario 1 dapat diketahui bahwa arus lalu lintas pada simpang mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan, kecepatan kendaraan rendah, kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan lalu lintas tinggi dan kendaraan mulai merasakan adanya kemacetan.



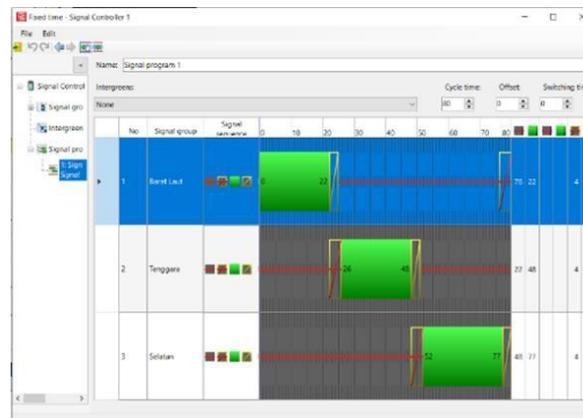
Gambar 18 waktu siklus skenario 1

Tabel 6 Hasil Running Skenario 1

Movement	Qlen (m)	Vehs (All)	LOS (All)	VehDelay (det/skr)
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara	66.19	24.00	LOS_D	39.32
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut - Jl. Puti Bungsu	66.19	23.00	LOS_D	43.16
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut	40.75	23.00	LOS_C	31.07
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara - Jl. Puti Bungsu	40.75	20.00	LOS_C	27.86
Jl. Puti Bungsu - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut	70.80	39.00	LOS_D	47.79
Jl. Puti Bungsu - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara	70.80	17.00	LOS_E	74.62
Rata-Rata	59.25	146.00	LOS_D	43.97

### Hasil Pemodelan Skenario 2

Pada skenario 1 dilakukan dengan cara merubah urutan Waktu siklus menjadi 80 detik dari waktu siklus pada kondisi eksisting sebesar 150 detik. Perubahan tersebut disebabkan oleh kondisi kepadatan volume kendaraan pada lengan Selatan.



Gambar 21 waktu siklus skenario 2

Tabel 6 Hasil *Running* Skenario

Movement	Qlen (m)	Vehs (All)	LOS (All)	VehDelay (det/skr)
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara	67.30	26.00	LOS_C	32.01
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut - Jl. Puti Bungsu	67.30	27.00	LOS_C	24.66
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut	40.94	21.00	LOS_C	26.89
Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara - Jl. Puti Bungsu	40.94	17.00	LOS_B	19.30
Jl. Puti Bungsu - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Barat Laut	65.06	44.00	LOS_D	46.47
Jl. Puti Bungsu - Jl. Prof. Dr. Hamka Lengan Tenggara	65.06	19.00	LOS_E	63.33
Rata-Rata	57.76	154.00	LOS_C	35.44

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan *software PTV Vissim 23 (Student Version)* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

- a. *Level of Service* yang diukur pada *software PTV Vissim* adalah kondisi arus lalu lintas yang dipengaruhi oleh volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, tundaan kendaraan dan panjang antrian kendaraan yang ada di simpang.
- b. Hasil dari pemodelan Simpang Asrama Polisi Batusangkar pada kondisi eksisting dengan menggunakan *software PTV Vissim 23 (Student Version)* didapatkan nilai tundaan (*VehDelay*) rata-rata sebesar 61,08 det/skr dan tingkat pelayanan simpang (*Level of Service*) rata-rata berupa E (buruk).
- c. Pada simpang ini tidak bisa dilakukan skenario lalu lintas menggunakan skenario Belok kiri langsung (LTOR) dikarenakan kondisi geometrik simpang yang tidak memungkinkannya dilakukan skenario ini
- d. Hasil dari pemodelan Simpang Tiga Asrama Polisi Batusangkar pada kondisi skenario 1 dengan cara merubah urutan waktu siklus traffic light didapatkan nilai tundaan (*VehDelay*) rata-rata sebesar 43,97 det/skr dan tingkat pelayanan simpang (*Level of Service*) rata-rata berupa D (Kurang).
- e. Hasil dari pemodelan Simpang Tiga Asrama Polisi Batusangkar pada kondisi skenario 2 dengan cara merubah urutan waktu siklus traffic light didapatkan nilai tundaan (*VehDelay*) rata-rata sebesar 35,44 det/skr dan tingkat pelayanan simpang (*Level of Service*) rata-rata berupa C (Cukup).
- f. Setelah kedua skenario dilakukan maka skenario terbaik yang dapat diterapkan pada Simpang Asrama Polisi Batusangkar untuk dapat meningkatkan kualitas pelayanan simpang adalah skenario 2.
- g. Penggunaan *software PTV Vissim 23 (Student Version)* pada penelitian ini memiliki beberapa batasan dibandingkan dengan *software PTV Vissim (Full Version)*, dikarenakan *software PTV Vissim 23 (Student Version)* hanya bisa menghasilkan durasi pemodelan dengan waktu maksimal 10 menit (600 detik) dan luasan daerah yang bisa dianalisis hanya 1 km<sup>2</sup>.

### Saran

Berikut adalah beberapa saran dari hasil penelitian dengan menggunakan *software PTV Vissim*

*23 (Student Version)* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

- a. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan *software PTV Vissim Full Version* agar hasil yang dikeluarkan lebih baik dari pada menggunakan *Student Version*.
- b. Perlu dilakukan survei dengan ketelitian yang jauh lebih tinggi lagi sehingga mendapatkan hasil yang jauh lebih akurat, seperti melakukan survei lebih dari satu hari jam kerja dalam seminggu atau survei selama satu minggu penuh sehingga data yang didapatkan lebih merepresentasikan kondisi lalu lintas yang sebenarnya.
- c. Untuk meningkatkan kualitas kinerja simpang perlu dilakukan sebuah skenario yang sudah disarankan pada simpang tersebut, sehingga tingkat kualitas pelayanan simpang tersebut dapat berubah menjadi lebih optimal.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Akbar, S. J., 2011, Analisis Transportasi Kota Lhokseumawe, *TERAS JURNAL-Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 11-18.
- Arif, W. M., 2019, *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Software PTV Vissim 10.0 Pada Simpang Empat Bersinyal Batikan Yogyakarta*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Budiman, A., Intari, D. E. dan Mulyawati, D., 2016, Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Boru Kota Serang. *Jurnal Fondasi*, 5(2), 1-11.
- Gayo, M. N. D., Wesli. dan Zulfazli., 2017, Proyeksi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Terminal Lama Kota Takengon Sampai Tahun 2027, *TERAS JURNAL-Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 253-262.
- Haryadi, D., Tajudin, I. dan Muchlisin, 2017, Modul Pembelajaran Traffic Micro-Simulation Program PTV. VISSIM 9, Laboratorium Transportasi dan Jalan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta
- Irawan, M. Z. dan Putri, N. H., 2015, Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta), *Jurnal Transportasi Multimoda*, 13(3), 97-106.
- Mahmudah, N., Akbar, R. dan Muchlisin., 2018, Analysis of Congestion Cost at Signalized Intersection Using Vissim 9(Case Study at Demak Ijo Intersection, Sleman), *MATEC WEB of Conferences*, EDP Sciences, 1-8.
- Morlok, E. K., 1998, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta. Muchlisin., 2016, Analisis Tarikan dan Bangkitan Perjalanan Akibat Pembangunan Mix-Used Plan (Mix-used JogjaOne Park) dengan Metode Pembandingan, *Semesta Teknika*, 19(2), 98-105.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas
- Pradana, F., Budiman, A. dan Robheka, N., 2016, Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Ciruas Serang, *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(2), 375-386.
- Pradana, M. F., Bethary, R. T. dan Maulana, D., 2017, Studi Efektivitas Contra Flow Dan Pengaruhnya Terhadap Kinerja Simpang (Studi Kasus Jalan Kawasan Industri Krakatau Kota Cilegon), *Jurnal Fondasi*, 6(1), 33-43.
- Rahman, A., 2016, Perencanaan Simpang Empat Bersinyal Pasar Lemabang Kota Palembang Dengan Program Simulasi Vissim, *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 5(2), 7-12.
- Refiyani, M. dan Opirina, L., 2019, Tinjauan Ulang Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Kisaran Meulaboh, *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, 5(2), 112-120.

- Romadhona, P. J. dan Yuliansyah, A., 2018, Perbandingan Kinerja Simpang dengan Pengaturan Petugas Tidak Resmi, Tanpa Pengaturan, dan Pengaturan Sinyal (Studi Kasus Simpang Kronggahan Sleman), *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 20(2), 103-110.
- Sari, R. R., 2015, Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Secara Teoritis dan Praktis, *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 20(2), 103-110.
- Saputro, T. L., Putri, A. P., Suryaningsih, A., Putri, Z. S. dan Salahuddin, M., 2018, Kajian Simpang Tiga Tak Bersinyal Kariangau Km. 5, 5 Kelurahan Karang Joang Balikpapan Utara Menggunakan Permodelan Vissim Menjadi Simpang Bersinyal, *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(1), 36-43.
- Sriharyani, L. dan Hadijah, I., 2017, Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Diponegoro Sudut Polres Kota Metro, *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 7(1), 7-17.
- Sumanjaya, A. A. G., Eryani, I. G. A. P. dan Dwijayantara, I. M. A., 2015, Perencanaan Simpang Bersinyal Pada Simpang Ciung Wanara Di Kabupaten Gianyar, *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 4(2), 49-54.
- Windarto, P. C., 2016, *Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.