

**MIKROSIMULASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL
DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE SURROGATE
SAFETY ASSESSMENT MODEL (SSAM)*
DI KOTA MALANG
(Studi Kasus: Simpang Terusan Sulfat)**

Pipit Rusmandani^{1*}, Enrico Pria Anggana², Agus Sasmito³

¹Dosen / Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan / Politeknik Keselamatan
Transportasi Jalan

²Mahasiswa / Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan / Politeknik
Keselamatan Transportasi Jalan

³Dosen / Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan / Politeknik Keselamatan
Transportasi Jalan

*Korespondensi: pipit@pktj.ac.id

ABSTRACT

Safety, speed, and capacity should be taken into account for designing intersection (AASHTO, 2001). Therefore, it is necessary to know the conflicts at the intersection. This experimental research aims (1) to find out the performance of Malang Sulfate Canal intersection, (2) to know the conflicts in it, and (3) to find the best recommendation. MKJI, PTV Vissim 10, and Surrogate Safety Assessment (SSAM) were used for data analysis. The result shows that the delay value at the peak hour was 54.4 seconds with an E service level category. The conflicts at the highest peak hours were 2782 conflicts (2035 crossing conflicts and 747 lane-change conflicts). At the end, widening the road reduced the number of traffic conflict by 26% and the delay value by 2%.

Keywords: *Intersection, conflict, safety*

1. PENDAHULUAN

Pada persimpangan, tiap-tiap pendekat memiliki karakteristik kecepatan yang berbeda sebab terdapat perbedaan geometri jalan dan jumlah pergerakan yang ada. Kecepatan didefinisikan dengan jarak dibagi waktu tempuh, Kecepatan menjadi ukuran utama kinerja ruas jalan selain VCR (*Volume Capacity Ratio*) atau DS (*Degree of Saturation*). Pengaturan waktu pada simpang bersinyal sering kita jumpai kurang sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada, pengaturan fase dan waktu siklus yang kurang tepat menambah permasalahan yang ada pada simpang seperti waktu tundaan yang semakin lama serta terjadinya konflik lalu lintas sebagai indikator keselamatan. Keberhasilan dari pengaturan ini dengan Alat Pemberi Isyarat

Lalu Lintas (APILL) ditentukan dengan berkurangnya penundaan waktu untuk melalui persimpangan (waktu antre minimal) dan berkurangnya angka kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan. Konflik lalu lintas bisa terjadi karena pengaturan fase yang kurang sesuai dengan kondisi simpang yang ada sehingga antara kendaraan bisa saling bersinggungan, bisa seperti jenis konflik *crossing, merging, diverging* maupun *rear end* [1][2].

Simpang Terusan Sulfat merupakan simpang berukuran kecil dengan pengaturan waktu bersinyal 2 fase yang pada jam keberangkatan atau kepulangan kantor memiliki volume lalu lintas yang tinggi sehingga banyak kendaraan mengalami tundaan perjalanan. Seperti pada penelitian yang di

lakukan oleh Pipit Candra Windarto [3], pada penelitiannya melakukan analisis kondisi eksisting dengan menggunakan pedoman MKJI selanjutnya pada usulan penanganan di lakukan simulasi menggunakan VISSIM. Pemodelan simpang bersinyal Terusan Sulfat menggunakan software VISSIM 10. VISSIM 10 adalah perangkat lunak aliran mikroskopis untuk pemodelan lalu lintas, simulasi dalam bentuk 2D dan 3D. Dalam upaya peningkatan keselamatan, simpang ini menggunakan pengaturan 2 fase dengan volume lalu lintas yang cenderung tinggi konflik lalu lintas pada simpang ini akan banyak terjadi karena kendaraan berjalan dengan berlawanan arah. Seperti pada penelitian Haitham AlRajie [4] membahas tentang model mikrosimulasi dengan SSAM dapat digunakan karena memiliki potensi untuk memprediksi konflik antara kendaraan dengan pesepeda di persimpangan bersinyal dengan cara membandingkan konflik antara model simulasi lalu lintas dengan konflik lalu lintas yang diamati secara langsung.

Penelitian ini merupakan bentuk upaya peningkatan keselamatan pada simpang Terusan Sulfat di Kota Malang dengan cara penanganan konflik lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan penanganan simpang yang dapat menurunkan jumlah konflik lalu lintas dan diharapkan peningkatan pelayanan pada simpang bersinyal tersebut dapat memberikan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan di simpang bersinyal Terusan Sulfat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Mikrosimulasi merupakan salah satu kategori dari model simulasi. Menurut Hormansyah, Sugiarto, dan Amalia (2017) mikrosimulasi adalah “simulasi pergerakan kendaraan secara individu dalam pergerakan arus lalu lintas”. Pendekatan secara mikrosimulasi mengkaji beberapa parameter penting yang sangat mempengaruhi terhadap respons terhadap kendaraan itu sendiri dalam berlalu lintas di jalan raya. Adapun parameter yang dapat mempengaruhi adalah *spacing*, *headway*, *lane occupancy* ,dan *gap (clearance)* [5].

2.1 Konflik Lalu Lintas

Konflik lalu lintas menurut Al-Rajie didefinisikan sebagai situasi yang dapat diamati di mana dua pengguna jalan atau lebih

mendekati satu sama lain pada ruang dan waktu yang sama yang memiliki risiko terjadinya tabrakan jika gerakan mereka tetap tidak berubah. Konflik lalu lintas juga merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengevaluasi aspek keselamatan dalam sistem transportasi [4].

Sesuai dengan kondisi lalu lintasnya, di mana terdapat pertemuan jalan dengan arah pergerakan yang berbeda, simpang sebidang merupakan lokasi yang potensial untuk menjadi titik pusat konflik lalu lintas yang bertemu, penyebab kemacetan, akibat perubahan kapasitas, tempat terjadinya kecelakaan, konsentrasi para penyeberang jalan atau pedestrian. Masalah utama yang saling mengkait di persimpangan adalah :

- a. Volume dan kapasitas, yang secara langsung mempengaruhi hambatan
- b. Desain geometrik, kebebasan pandangan dan jarak antar persimpangan
- c. Kecelakaan dan keselamatan jalan, kecepatan, lampu jalan, pejalan kaki, parkir, akses dan pembangunan yang sifatnya umum.

Pada umumnya pengaturan lalu lintas dengan menggunakan sinyal digunakan untuk beberapa tujuan, yang antara lain adalah :

- a. Menghindari terjadinya kemacetan pada simpang yang disebabkan oleh adanya konflik arus lalu lintas yang dapat dilakukan menjaga kapasitas yang tertentu selama kondisi lalu lintas puncak.
- b. Memberi kesempatan kepada kendaraan lain dan atau pejalan kaki dari jalan simpang yang lebih kecil untuk memotong jalan utama.
- c. Mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat pertemuan kendaraan yang berlawanan arah atau konflik.

2.2 Vissim

Menurut PTV-AG [6], VISSIM adalah perangkat lunak multimoda simulasi lalu lintas aliran mikroskopis. VISSIM dikembangkan oleh PTV (*Planung Transportation Verkehr AG*) di Karlsruhe, Jerman. VISSIM berasal dari Jerman yang mempunyai nama "*Verkehr Städten - Simulationsmodell*" yang berarti model simulasi lalu lintas perkotaan. VISSIM diluncurkan pada tahun 1992 dan berkembang sangat baik hingga saat ini.

VISSIM menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan besar dalam 3D.

Simulasi jenis kendaraan (yaitu dari motor, mobil penumpang, truk, kereta api ringan dan kereta api berat). Selain itu, klip video dapat direkam dalam program, dengan kemampuan untuk secara dinamis mengubah pandangan dan perspektif. Elemen visual lainnya, seperti pohon, bangunan, fasilitas transit dan rambu lalu lintas, dapat dimasukkan ke dalam animasi 3D [6].

2.3 Surrogate Safety Assessment Model (SSAM)

Menurut AIRaji, *Surrogate Safety Assessment Model (SSAM)* merupakan suatu metode yang dikembangkan oleh Federal Highway Administration Research and Technology yang dilakukan dengan cara menggabungkan antara mikrosimulasi dan analisis konflik secara otomatis serta menganalisis frekuensi dan karakter dari tipe konflik antar kendaraan pada suatu arus lalu lintas yang digunakan untuk menilai keselamatan lalu lintas tanpa menunggu jumlah kecelakaan dan cedera benar-benar terjadi [4].

Software SSAM menurut FHWA (2008) dikembangkan untuk mengotomatiskan analisis konflik dengan langsung memproses data simulasi pergerakan kendaraan. Para peneliti menetapkan format data pergerakan kendaraan dengan standar terbuka yang dirancang untuk menyediakan lokasi dan dimensi setiap kendaraan kira-kira setiap sepersepuluh detik. Namun, format file pergerakan lalu lintas yang dapat dibaca oleh *software SSAM* saat ini baru didukung oleh empat model mikrosimulasi lalu lintas, yaitu *VISSIM*, *AIMSUN*, *Paramics*, dan *TEXAS* [7]. Pada program *SSAM* dapat mengetahui beberapa hasil dari output data *VISSIM* yaitu dengan format *trj*. Yang menunjukkan hasil sebagai berikut :

- a. Jumlah total konflik
- b. Jenis konflik yang terjadi yaitu : crossing, lane change dan rear end
- c. Nilai *TTC* dan *PET* konflik lalu lintas

3. METODOLOGI

Penelitian ini terletak pada persimpangan bersinyal Terusan Sulfat, persimpangan ini memiliki fungsi jalan arteri sekunder II dan status jalan perkotaan, oleh sebab itu persimpangan ini banyak di lalui kendaraan karena merupakan akses dari daerah asal ke tujuan terutama pada perkantoran, pertokoan

dan sekolah-sekolah. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer diperoleh dari survei pada lokasi yang terdiri dari data:

- a. Data kondisi geometrik
- b. Arus lalu lintas (survei pencacahan arus lalu lintas)
- c. Kecepatan Kendaraan
- d. Waktu pengaturan APILL
- e. Konflik lalu lintas

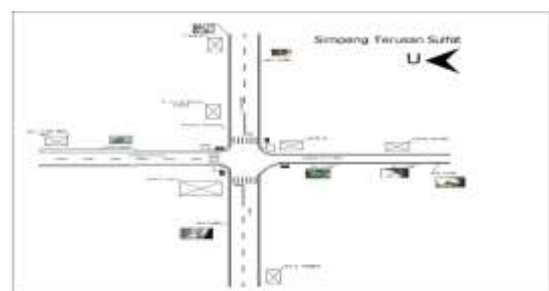
sedangkan data sekunder diperoleh dari data BPS (2018) yaitu Kota Malang memiliki jumlah penduduk 895.387 jiwa serta luas wilayah 145.28 km².

Pada tahap analisis ini, hasil data pengamatan dikumpulkan dan selanjutnya akan dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan dibantu dengan aplikasi yang mendukung. Analisis data juga bisa diartikan sebagai kegiatan yang dilakukan untuk merubah data hasil dari sebuah penelitian menjadi informasi yang nantinya bisa dipergunakan untuk mengambil sebuah kesimpulan. Inventarisasi simpang di gambarkan pada tampak atas 2D dengan menggunakan *software autocad 2017* yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi geometri simpang dan perlengkapan jalan. Analisis simpang menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) untuk mengetahui tingkat pelayanan dan selanjutnya menggunakan *VISSIM* untuk simulasinya yang bertujuan mendapatkan *ouput* data untuk di *input* pada *software SSAM* guna mengetahui jumlah konflik yang terjadi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN





4.1 Kinerja Simpang Terusan Sulfat

- a. Kondisi Geometrik simpang
Kondisi eksisting Simpang Terusan Sulfat dapat diperjelas dalam **Gambar 1** berikut :



Gambar 1. Kondisi Eksisting Simpang TerusanSulfat

Data hasil inventarisasi pada simpang terusan sulfat dilihat pada **Tabel 1** berikut :

No	Pendekat	Lebar Jalan (m)	Lebar bahu		Visualisasi
			Kanan	Kiri	
1	Utara	6	0,5	1	
2	Selatan	3,9	0,2	0,2	
3	Barat	8	0,5	0,4	
4	Timur	8	0,75	0,4	

c. Kapasitas

Kaki Simpang	Kapasitas (smp/jam)
JL. Simpang Sulfat Utara (utara)	750
JL. Simpang Sulfat Selatan (selatan)	499
JL. Terusan Sulfat (timur)	2613
JL. Sulfat (barat)	2011

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

d. Derajat Kejenuhan

Pendekat	Q	C	DS
JL. Simpang Sulfat Utara (utara)	478	750	0.64
JL. Simpang Sulfat Selatan (selatan)	329	499	0.66
JL. Terusan Sulfat (timur)	1289	2613	0.49
JL. Sulfat (barat)	1031	2011	0.51

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

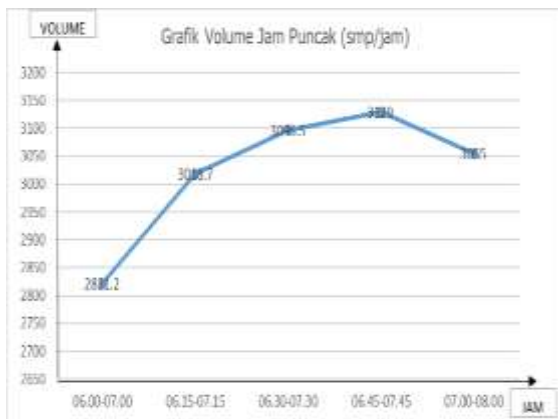
e. Panjang Antrian (m)

Pendekat	NQ_{max}	W_{masuk}	QL (m)
JL. Simpang Sulfat Utara (utara)	13,51	6	45
JL. Simpang Sulfat Selatan (selatan)	9,27	3.9	48
JL. Terusan Sulfat (timur)	36,43	8	91
JL. Sulfat (barat)	29,12	8	73

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

b. Volume lalu lintas

Pada **Gambar 2** berikut terlihat volume jam puncak pada simpang terusan sulfat yaitu pada pukul 06.45-07.45 dengan jumlah 3.129 smp/jam.



Gambar 2. Volume Lalu Lintas

f. Tundaan (det/smp)

Pendekat	DT (det/smp)	DG (det/smp)	D (det/smp)
JL. Simpang Sulfat (utara)	51.1	4	55.1
JL. Simpang Sulfat Selatan (selatan)	51.6	3.9	55.5
JL. Terusan Sulfat (timur)	49.7	3.8	53.5
JL. Sulfat (barat)	49.6	3.8	53.4

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan perhitungan nilai tundaan rata-rata tiap pendekat, maka didapat nilai tingkat pelayanan simpang Terusan Sulfat berdasarkan PM 96 tahun 2015 adalah E [8].

Di mana jalan pada simpang ini merupakan jalan arteri sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya adalah C. Dengan kondisi ini simpang dalam keadaan yang kurang baik dan diperlukan penanganan pada simpang Terusan Sulfat tersebut.

Setelah di ketahui hasil perhitungan berdasarkan MKJI, selanjutnya di mikrosimulasikan menggunakan VISSIM. Sebelum di simulasikan perlu dilakukan validasi terhadap kondisi eksisting pada VISSIM sehingga hasil simulasi dapat menggambarkan kondisi eksisting. Validasi pada simulasi menggunakan beberapa parameter yaitu:

a. Volume lalu lintas

Uji validasi terhadap volume lalu lintas menggunakan rumus *chi-square GEH* seperti di bawah.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q \text{ simulasi} - q \text{ observasi})^2}{0.5 \times (q \text{ simulasi} + q \text{ observasi})}}$$

Dengan menggunakan rumus di atas maka diketahui hasil validasi GEH seperti pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Uji GEH

Lengan Simpang	Arah	Volume Kendaraan (kend/iam)		GEH	Hasil keterangan
		observasi	Vissim		
JL. Simpang Sulfat Utara (utara)	Kiri	333	307	1.5	DITERIMA
	Lurus	286	289	0.2	DITERIMA
	Kanan	282	288	0.4	DITERIMA
JL. Simpang Sulfat Selatan (selatan)	Kiri	155	123	2.7	DITERIMA
	Lurus	398	344	2.8	DITERIMA
	Kanan	203	164	2.9	DITERIMA
JL. Terusan Sulfat (timur)	Kiri	268	254	0.9	DITERIMA
	Lurus	1,672	1680	0.2	DITERIMA
	Kanan	698	672	1	DITERIMA
JL. Sulfat (barat)	Kiri	596	600	0.2	DITERIMA
	Lurus	1,256	1272	0.5	DITERIMA
	Kanan	145	136	0.8	DITERIMA
Rata-rata				1.2	DITERIMA

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan **Tabel 6**, hasil dari uji GEH rata-rata di bawah dari 5 sehingga bisa simulasi dapat diterima.

b. Kecepatan kendaraan

Uji validasi terhadap kecepatan menggunakan rumus *MAPE* yang membandingkan hasil observasi dengan output data dari *VISSIM*.

Tabel 7. Uji MAPE

Lengan Simpang	Kecepatan (km/jam)		Uji MAPE
	Vissim	Observasi	Hasil
JL. Simpang Sulfat Utara	29.82	28.5	5%
JL. Simpang Sulfat Selatan	29.18	28.4	3%
JL. Terusan Sulfat	27.81	29.5	6%
JL. Sulfat	27.9	28.7	3%

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan **Tabel 7**, hasil dari uji *MAPE* tertinggi adalah 6% yang berarti 94% simulasi dapat menggambarkan kondisi eksisting.

c. Panjang antrian

Uji validasi terhadap panjang antrian menggunakan uji *paired sample t-test* karena menggunakan nilai rata-rata pada panjang antrian, uji ini dilakukan menggunakan *SPSS* dan diketahui hasilnya seperti pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Uji Paired Sample t-test

Lengan Simpang	Panjang Antrian		Paired Sample T-test
	Vissim	Observasi	
JL. Simpang Sulfat Utara	30.7	35	0.002
JL. Simpang Sulfat Selatan	99.3	88	
JL. Terusan Sulfat	25.1	32	
JL. Sulfat	27.3	30	

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan **Tabel 8** hasil uji kurang dari 0,05 yang berarti panjang antrian pada simulasi dapat merepresentasikan panjang antrian pada kondisi eksisting. Setelah dilakukan validasi terhadap *VISSIM* diketahui hasil dari nilai tundaan seperti pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Output Data VISSIM

Pendekat	Tundaan (detik/smp)	Tundaan simpang (detik/smp)	Tingkat Pelayanan
JL. Simpang Sulfat Utara (utara)	48.1		
JL. Simpang Sulfat Selatan (selatan)	158.8	63.1	F
JL. Terusan Sulfat (timur)	19.9		
JL. Sulfat (barat)	25.8		

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan nilai tundaan rata-rata tiap pendekat, maka didapat nilai tingkat pelayanan simpang Terusan Sulfat berdasarkan PM 96 tahun 2015 adalah F [8].

4.2 Konflik Lalu Lintas

Setelah dilakukan survei menggunakan video, selanjutnya dilakukan pengamatan video oleh dua orang untuk menghasilkan data yang reliabel. Untuk menguatkan bahwa rekapitulasi data konflik yang terjadi memang dapat digunakan dalam penelitian maka sebelum konflik yang terjadi dianalisa dengan menggunakan SSAM, perlu dilakukan uji reliabilitas. Uji reliabilitas dilakukan dengan *Chi-Square Tests* menggunakan *software SPSS*. Uji *Chi-Square* digunakan untuk menguji perbedaan apakah dua sampel (dengan data nominal) tidak ada hubungan (independen) atau saling berhubungan. Hasil dari pengamatan ditunjukkan pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Konflik Pengamat

Jenis konflik	Pengamat 1	Pengamat 2	Total
Crossing	1687	1797	3484
Lane change	703	589	1292
Total	2390	2386	4776

(Sumber: Hasil Survey, 2019)

H₀: Tidak ada persamaan pengamatan konflik lalu lintas

H_a: Terdapat persamaan pengamatan konflik lalu lintas

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software SPSS* diperoleh hasil nilai *Pearson Chi-Square* signifikan dengan probabilitas sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Dengan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat persamaan pengamatan konflik antara pengamat 1 dan pengamat 2.

Setelah diketahui hasil dari uji *chi-square* antara pengamat 1 dan 2, maka dipilih salah satu untuk di uji dengan *output* data konflik dari *software SSAM* seperti pada **Tabel 11**.

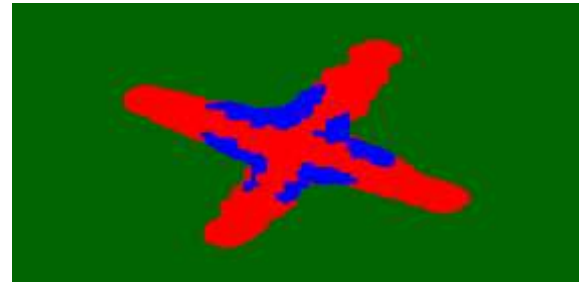
Tabel 11. Konflik Pengamat dan SSAM

Jenis konflik	Pengamat	SSAM	Total
Crossing	1687	2035	3722
Lane change	703	747	1450
Total	2390	2782	5172

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software SPSS* diperoleh hasil nilai *Pearson Chi-Square* signifikan dengan probabilitas sebesar 0,041 ($p < 0,05$). Dengan hasil tersebut,

maka dapat disimpulkan bahwa terdapat persamaan pengamatan konflik antara pengamat dan SSAM. Hal ini bisa terjadi karena pengamat mengamati konflik lalu lintas pada mulut simpang saja dan SSAM dapat di *filter* berdasarkan kebutuhan data yaitu pada mulut simpang saja. Berikut merupakan gambar persebaran dari konflik *crossing* (merah) dan *lane change* (kuning).



(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Gambar 3. Persebaran Jenis Konflik

4.3 Alternatif Solusi Penanganan

Berdasarkan hasil pada kondisi eksisting simpang Terusan Sulfat, di ketahui nilai tundaan dan jumlah konflik yang terjadi, maka dari itu perlunya penurunan jumlah konflik dalam upaya peningkatan keselamatan di simpang Terusan Sulfat perlu dilakukan dengan beberapa usulan sebagai berikut:

a. Pengaturan simpang 2 fase dengan start awal belok kanan

Diagram fase untuk pengaturan simpang dengan 2 fase.

Tabel 12. Diagram 2 Fase

2 fase dengan start awal belok kanan	48					
Hus	13	3	5	4	18	5
Htb	16	5	4	15	3	5
Hknanan	16	5	4	15	3	5

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Dengan menggunakan pengaturan fase di atas, maka hasil simulasi dapat di ketahui menggunakan VISSIM dengan hasil nilai tundaan dan jumlah konflik yang terjadi menggunakan *output* data dari SSAM.

b. Pengaturan simpang 3 fase

Diagram fase untuk pengaturan simpang dengan 3 fase.

Tabel 13. Diagram 3 Fase

3 Fase	87		
Hus	19	3	5
Ht	22	23	3
Hb	22	26	3

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Dengan menggunakan pengaturan fase di atas, maka hasil simulasi dapat di ketahui menggunakan VISSIM dengan hasil nilai tundaan dan jumlah konflik yang terjadi menggunakan output data dari SSAM.

Hasil yang diperoleh dari kedua alternatif solusi penanganan seperti pada **Tabel 14**.

Tabel 14. Hasil Alternatif Solusi Penanganan

Usulan Alternatif	Eksistins g (2 Fase)	2 fase dengan start awal belok kanan	3 Fase
Vissim (tundaan)	63.1	112.5	132.8
Crossing	2035	1580	1082
SSAM Lane Change	747	817	471
Total	2782	2397	1553

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan hasil alternatif solusi penanganan di atas nilai keselamatan dan kelancaran saling bertolak belakang, maka perlu adanya pelebaran geometri simpang untuk menurunkan nilai tundaan. Berdasarkan kondisi eksisting yang ada, usulan pelebaran mulut simpang seperti **Tabel 15**.

Tabel 15. Pelebaran Mulut Simpang

Pendekat	Lebar Awal (m)	Lebar Usulan (m)
Jl. Simpang Sulfat Utara	6	6
Jl. Simpang Sulfat Selatan	3,9	6
Jl. Terusan Sulfat	8	12
Jl. Sulfat	8	12

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan hasil dari perhitungan dengan menggunakan alternatif solusi penanganan terbaik pada peningkatan keselamatan dengan menggunakan pengaturan simpang yaitu dengan menggunakan 3 fase, serta untuk menurunkan nilai tundaan pada simpang dengan pelebaran geometri jalan

mengalami penurunan baik dari nilai tundaan dan jumlah konflik yang masing-masing sebesar 26% dan 2% dari kondisi eksisting. Dengan mengetahui prediksi peningkatan jumlah kendaraan pada tahun selanjutnya menggunakan metode perhitungan *growth factor* dengan rumus :

$$P_n = P_o + (1 + i)^N$$

Dengan :

P_n = Jumlah volume lalu lintas pada akhir tahun ke-n

P_o = Jumlah volume lalu lintas mula-mula

I = Tingkat pertumbuhan (*rate of interest*)

N = Banyak waktu(dalam tahun)

Didapatkan hasil seperti pada **Tabel 18**.

Tabel 16. Nilai Tundaan

Pendekat	Tundaan (detik/smp)	Tundaan simpang (detik/smp)	Tingkat Pelayanan
Jl. Simpang Sulfat Utara (utara)	32		
Jl. Simpang Sulfat Selatan (selatan)	30	47	E
Jl. Terusan Sulfat (timur)	65		
Jl. Sulfat (barat)	59		

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Tabel 17. Jumlah Konflik

Jenis konflik	Jumlah Konflik
Crossing	1827
Lane change	887
Total	2714

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Tabel 18. Growth Factor Jumlah Kendaraan di Kota Malang

Data Jumlah Kendaraan		
No	Tahun	Jumlah Kendaraan
1	2015	547615
2	2016	567719
3	2017	592772
4	2018	620085
5	2019	649973
6	2020	682811
7	2021	719052
8	2022	759241
9	2023	804049
10	2024	854302
11	2025	911032

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Tabel 19. Peningkatan Jumlah Kendaraan di Kota Malang

Tahun	Persentase
2020	105%
2025	140%

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan hasil perhitungan *growth factor* jumlah kendaraan di Kota Malang dapat di ketahui pada tahun 2020 dan 2025 di perkirakan sebesar 5% dan 40%, selanjutnya untuk mengetahui jumlah konflik dan nilai tundaan yang terjadi pada simpang Terusan Sulfat dikalikan pada kondisi volume eksisting sehingga di dapat hasil pada perhitungan menggunakan VISSIM dan SSAM seperti pada **Tabel 20**.

Tabel 20. Perbandingan Grown Factor

Growth Factor	Eksisting (2 Fase)		
	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2025
Vissim (tundaan)	63	97	108
Crossing	2035	2477	2564
SSAM Lane Change	747	1691	1620
Total	2782	4168	4184

(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan hasil perhitungan dari *growth factor* pada kondisi eksisting tahun 2020 dan tahun 2025 selalu mengalami peningkatan karena volume kendaraan meningkat sehingga diperlukan adanya peningkatan kapasitas simpang berupa pelebaran mulut simpang dan pengaturan fase yang sesuai untuk mengurangi adanya jumlah konflik dan nilai tundaan yang meningkat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kinerja simpang Terusan Sulfat pada jam puncak tertinggi yaitu pada pukul 06.45-07.45 memiliki nilai tundaan sebesar 54,4 detik dan memiliki tingkat pelayanan kategori E berdasarkan PM 96 tahun 2015 yang artinya di bawah dari ketentuan yaitu sekurang-kurangnya C karena pada lokasi

termasuk fungsi jalan arteri sekunder.

2. Konflik yang terjadi di simpang Terusan Sulfat selama jam puncak tertinggi menurut SSAM berjumlah 2782 konflik yang terdiri dari 2035 berupa konflik *crossing* dan 747 berupa konflik *lane change*.
3. Alternatif solusi yang di gunakan ialah perubahan waktu siklus dan fase pada simpang Terusan Sulfat yang terdiri dari 2 fase dengan start awal belok kanan dan 3 fase dengan masing-masing mengalami penurunan konflik sebesar 14% dan 44%, akan tetapi memiliki nilai tundaan yang meningkat sebesar 78% dan 110% sehingga perlu adanya manajemen kapasitas simpang berupa pelebaran mulut simpang, hal ini di dukung dengan adanya prediksi pertumbuhan jumlah kendaraan di kota Malang pada tahun 2020 dan 2025 meningkat sebesar 5% dan 40% yang mengakibatkan nilai tundaan meningkat sebesar 54% dan 71% dan jumlah konflik meningkat 50%. Berdasarkan kondisi eksisting yang tersedia pelebaran mulut simpang di lakukan pada pendekat Jalan Sulfat, Jalan Terusan Sulfat dan Jalan Simpang Sulfat Selatan dengan pelebaran sebesar 4 meter, 4 meter dan 2,1 meter dengan hasil kinerja menunjukkan nilai tundaan dengan pelebaran mulut simpang serta penurunan jumlah konflik terbesar yaitu 3 fase memiliki nilai tundaan 47 detik dan jumlah konflik berdasarkan SSAM 2714 konflik ini menunjukkan adanya penurunan sebesar 26% dan 2% dari kondisi eksisting simpang Terusan Sulfat.

Berdasarkan hasil kesimpulan tersebut maka untuk mengatasi permasalahan pada simpang Terusan Sulfat, penulis menyarankan sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan keselamatan pada simpang Terusan Sulfat di perlukan adanya perubahan fase pengaturan simpang kondisi 2 fase menjadi 3 fase untuk menurunkan jumlah konflik yang terjadi pada simpang Terusan Sulfat.
2. Untuk meningkatkan nilai tundaan pada simpang Terusan Sulfat di perlukan adanya manajemen kapasitas simpang berupa pelebaran mulut simpang sehingga pada kondisi jam puncak tertinggi tundaan rata-rata yang terjadi tidak tinggi.

3. Untuk menyeimbangkan antara kelancaran dan keselamatan di perlukan penanganan secara bersamaan antara pengaturan simpang dan perubahan geometri jalan sehingga dapat meningkatkan kinerja serta keselamatan pada simpang.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dinas perhubungan kota malang yang telah membantu dalam pengambilan data serta instansi terkait lainnya dalam memudahkan penulis melakukan penelitian dengan sebaik-baiknya.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Bina Marga., *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)1997*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, 1997
- [2] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Panduan Teknis 1 Rekayasa Keselamatan Jalan, Serial Rekayasa Keselamatan Jalan*, Jakarta, 2012
- [3] Candra Winarto, Pipit., *Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software VISSIM*. Skripsi , tidak diterbitkan Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, 2016
- [4] Al-Rajie, Haitham. *Investigation of using*

microscopic traffic simulation tools to predict traffic conflicts between right turning vehicles and through cyclists at signalized intersections. Tesis. Tidak Diterbitkan. Ottawa: Carleton Institute of Civil and Environmental Engineering, 2015

- [5] Christy, C. Jothin dan B. Kent Lall. *Dasar-Dasar Rekayasa Lalu Transportasi Jakarta*, 2005
- [6] Planung Transport Verkehr AG., *VISSIM 10.0 User Manual*. Planung Transport Verkehr AG PTV, Karlsruhe German, 2016
- [7] Federal Highway Administration (FHWA). *Surrogate Safety Assessment Model and Validation : Final report*. US: Departemen of Transportation Washington D.C. ,2008
- [8] Menteri Perhubungan, *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Menteri Perhubungan. Jakarta, 2015
- [9] Planung Transport Verkehr AG., *VISSIM 10.0 User Manual*. Planung Transport Verkehr AG PTV, Karlsruhe German, 2016