

ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN DENGAN PENGATURAN ULANG WAKTU SIKLUS APILL DI SIMPANG EMPAT MAYA KOTA TEGAL**Roma Andika**

Universitas Maritim AMNI Semarang

Korespondensi Penulis : romaandika04@gmail.com,

Abstract. *An intersection is a node in a transportation network where two or more roads meet, and at this intersection there is a potential traffic conflict that may occur. Especially at the Maya signaled intersection in Tegal City, where one effort to reduce traffic conflicts is to reset the intersection's cycle time and phase. The intersection has been given an APILL arrangement in order to avoid traffic conflicts and maintain road capacity. The method used in the analysis of intersection performance is based on calculations on MKJI and using PTV VISSIM software. As for the analysis of traffic conflicts by direct observation and comparison with the SSAM software to determine the number of conflicts that occur, The next step is to provide recommendations for handling traffic conflict problems using PTV VISSIM software. Recommendations for handling are carried out by resetting the cycle time using 3 phase and 4 phase settings, which will then be compared with the initial conditions. From the recommendations that have been made using the PTV VISSIM software, the most appropriate recommendation is to use the 3-Phase setting. The results of the simulation of the 3-phase arrangement show that it is effective in reducing the number of traffic conflicts, and the level of service is still in good condition.*

Keywords: *Intersection, Safety, Traffic Conflict, Cycle Time, PTV VISSIM, SSAM*

Abstrak. *Persimpangan merupakan simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu dan pada simpang inilah terdapat potensi konflik lalu lintas yang mungkin akan terjadi. Terutama pada simpang empat bersinyal Maya kota Tegal, dimana salah satu upaya untuk mengurangi konflik lalu lintas dengan melakukan pengaturan ulang waktu siklus dan fase pada simpang. Simpang diberi pengaturan APILL bertujuan untuk menghindari terjadinya konflik lalu lintas dan sebagai upaya untuk mempertahankan kapasitas jalan. Metode yang digunakan dalam analisis kinerja simpang adalah menggunakan perhitungan pada MKJI dan menggunakan software PTV VISSIM. Sedangkan untuk analisis konflik lalu lintas dengan melakukan pengamatan langsung dan dibandingkan dengan software SSAM untuk mengetahui jumlah konflik yang terjadi. Langkah selanjutnya yaitu dengan memberikan rekomendasi penanganan dari permasalahan konflik lalu lintas dengan menggunakan software PTV VISSIM. Rekomendasi penanganan yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengaturan ulang waktu siklus menggunakan pengaturan 3 fase dan 4 Fase, yang selanjutnya akan dibandingkan dengan kondisi awal. Dari rekomendasi yang telah dilakukan menggunakan software PTV VISSIM, didapatkan rekomendasi yang paling tepat adalah menggunakan pengaturan 3 Fase. Hasil dari simulasi pengaturan 3 fase, ternyata efektif mengurangi jumlah konflik lalu lintas dan tingkat pelayanan masih dalam kondisi baik.*

Kata kunci : *Simpang, Keselamatan, Konflik Lalu Lintas, Waktu Siklus, PTV VISSIM, SSAM*

Received September 2022; Revised September 2022; Accepted Oktober 2022

**Corresponding author, romaandika04@gmail.com*

1. PENDAHULUAN

Kota Tegal merupakan salah satu wilayah di Propinsi Jawa Tengah yang berada di ujung barat dan terletak di pantai utara (Pantura) pulau Jawa. Dengan pertumbuhan penduduk yang sedang mengalami perkembangan yang pesat, dimana penduduknya kian waktu kian bertambah. Dilihat dari update terakhir BPS Kota Tegal pertumbuhan penduduk pada tahun 2021 sebesar 0,71 %. Dengan jumlah penduduk kota Tegal pada tahun 2020 sebesar 273.825 jiwa sedangkan pada tahun 2021 sebesar 275.781 jiwa (BPS Kota Tegal, 2022). Pertumbuhan penduduk dalam satu wilayah perkotaan selalu diikuti oleh peningkatan kebutuhan ruang. Menurut Author Rohman (2016), Perkembangan suatu kota adalah akibat dari pertumbuhan ekonomi, kemajuan-kemajuan ini dirasa sangat baik tapi dibalik itu sesuai dengan kemajuan meningkatnya kendaraan maka akan sering terjadi kenaikan di dalam penggunaan sarana transportasi baik itu kendaraan pribadi maupun umum dan bila tidak diikuti dengan keseimbangan jalan antara kapasitas jalan dengan banyaknya kendaraan, sehingga akan mengakibatkan salah satu kemacetan atau waktu tempuh tiap kendaraan akan semakin besar, maka perlu mengetahui karakteristik arus lalu lintas dari jalan.

Persimpangan merupakan simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu dan pada simpang inilah terdapat potensi konflik yang mungkin akan terjadi. Konflik inilah yang kemudian nantinya dapat menjadi faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Persimpangan merupakan faktor penting pada sistem jaringan jalan. Pengaturan lampu lalu lintas pada setiap persimpangan selalu menjadi faktor penting didalam menentukan kinerja dan kapasitas keseluruhan jaringan jalan. Untuk itu masalah pengaturan lampu lalu lintas di persimpangan menjadi sangat vital guna meningkatkan keselamatan dan kinerja simpang. Pengaturan lampu lalu lintas dalam hal ini juga dapat disebut sinyal pada persimpangan dalam manajemen lalu lintas sangat penting artinya dan besar dampaknya terhadap arus lalu lintas. Pengaturan lampu lalu lintas berupa pengaturan waktu hijau (green time), waktu antar hijau (intergreen), waktu kuning (amber time), dan waktu siklus (cycle time).

Simpang Empat Maya Kota Tegal merupakan pertemuan jalan nasional dan jalan perkotaan yang berjumlah empat arah yaitu: kaki simpang sebelah utara Jl. Dr. Soetomo,

sebelah timur Jl. Mayjend Sutoyo, sebelah selatan Jl. Sudibyo, sebelah barat adalah Jl. Kolonel Sugiono. Tipe pengaturan lampu lalu lintas pada kondisi awal simpang tersebut menggunakan dua fase, yaitu pengaturan lampu lalu lintas tanpa memisahkan arus terlawan, sehingga simpang tersebut banyak terjadi konflik atau kecelakaan lalu lintas. Pada pendekatan Simpang Maya juga terdapat pusat perbelanjaan, pertokoan dan angkutan umum yang berhenti di bahu jalan menyebabkan arus lalu lintas tidak teratur dan tundaan kendaraan yang mengganggu efektivitas dari persimpangan tersebut.

Sehubungan belum adanya penanganan dari Dinas Perhubungan Kota Tegal mengenai permasalahan diatas. Maka perlu dilakukan penelitian pada simpang tersebut dengan mengupayakan pengaturan ulang waktu siklus APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) dengan menggunakan software PTV VISSIM untuk melakukan simulasi kondisi awal ataupun kondisi setelah diberikan penanganan untuk mengurangi konflik pada persimpangan dan software SSAM (Surrogate Safety Assesment Model) untuk menentukan konflik yang terjadi pada kondisi awal maupun kondisi setelah diberikan penanganan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan. Di daerah perkotaan biasanya banyak memiliki simpang, dimana pengemudi harus memutuskan untuk berjalan lurus atau berbelok dan pindah jalan untuk mencapai satu tujuan. Simpang dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya, Fungsi operasional utama dari persimpangan adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan. Persimpangan adalah bagian terpenting dari sistem jaringan yang secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan

mengendalikan volume lalu lintas dalam sistem jaringan tersebut. Pada prinsipnya persimpangan adalah pertemuan dua atau lebih jaringan jalan (Alamsyah, 2008).

2.2 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah persimpangan jalan yang pergerakan arus lalu lintas dari setiap pendekatnya diatur oleh lampu sinyal untuk melewati persimpangan secara bergantian. Maksud dari penggunaan sinyal lalu lintas adalah untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari berbagai arah yang saling berpotongan. Menurut Suryaningsih,dkk (2020), Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas.

2.3 Konflik Lalu Lintas

Menurut Baguley (1984), mendefinisikan konflik sebagai situasi dimana seorang pengguna kendaraan atau lebih yang saling mendekati atau mendekati obyek lain pada ruang dan waktu dengan sedemikian rupa sehingga menyebabkan resiko tabrakan jika pergerakan tidak dapat dirubah.konflik lalu lintas adalah suatu kejadian lalu lintas yang melibatkan dua atau lebih pengguna jalan, di mana salah satu atau kedua pengemudi mengambil tindakan berubah haluan untuk menghindari terjadinya tabrakan.

2.4 Keselamatan

Keselamatan adalah terhindarnya dari bencana, aman sentosa, sejahtera, tidak kurang suatu apapun, sehat, tidak mendapat gangguan, kerusakan, beruntung, tercapai maksudnya, tidak gagal. Arti selamat dapat juga berarti suatu keadaan yang aman serta terhindar dan terlindungi secara fisik , sosial, pekerjaan atau berbagai konsekuensi lain dari kegagalan, kerusakan, kesalahan, kecelakaan, kerugian atau berbagai kejadian lain yang diinginkan.Keselamatan jalan raya merupakan suatu bagian yang tak terpisahkan dari konsep transportasi berkelanjutan yang menekankan pada prinsip transportasi aman, nyaman, cepat, bersih (mengurangi polusi / pencemaran udara) dan dapat diakses oleh semua orang dan semua kalangan, baik oleh para penyandang cacat, (Soejachmoen, 2004).

2.5 PTV VISSIM

Menurut PTV Planung Transport Verkehr AG (2016) adalah “VerkehrStadten–SIMulationsmodell” atau yang lebih dikenal dengan VISSIM adalah perangkat lunak

simulasi aliran Mikroskopis untuk model lalu lintas perkotaan. VISSIM model simulasi telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi jalan. VISSIM merupakan simulasi mikroskopik atau mikrosimulasi, yang berarti tiap karakteristik kendaraan maupun pejalan akan disimulasikan secara individual. Perhitungan-perhitungan keefektifan yang beragam dapat dimasukkan pada software VISSIM, ada umumnya yang dimasukkan kedalam pemodelan VISSIM antara lain tundaan, kecepatan antrian, waktu tempuh dan berhenti.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian membahas tentang Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Meningkatkan Keselamatan Dengan Pengaturan Ulang Waktu Siklus APILL. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif untuk menjelaskan hasil penelitian dan analisis menggunakan software PTV VISSIM untuk melakukan permodelan atau simulasi . Data yang digunakan merupakan data sekunder dan data primer yang diambil dengan pengamatan langsung dilapang. Sampel yang digunakan merupakan seluruh pengguna jalan yang melintas di simpang empat Maya Kota Tegal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Awal Simpang Empat Maya Kota Tegal

Simpang Empat Maya Kota Tegal merupakan pertemuan antara jalan provinsi dan jalan perkotaan. Tipe pengaturan lampu lalu lintas atau APILL pada simpang Maya kota Tegal menggunakan 2 Fase, tanpa memisahkan arus terlawan. Simpang tersebut terdiri dari empat kaki simpang yaitu sebagai berikut :

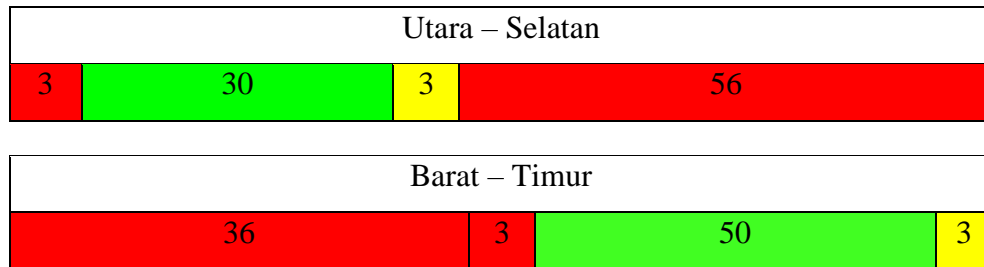
Kaki simpang utara : Jl. Dr. Soetomo

Kaki simpang selatan : Jl. Kapten Sudibyo

Kaki simpang barat : Jl. Kolonel Sugiono

Kaki simpang timur : Jl. Mayjend Sutoyo

Penghitungan fase pada simpang Maya Kota Tegal yaitu menggunakan pengaturan 2 Fase dimana waktu siklustotal adalah 92 detik. Berikut adalah diagram fase simpang Maya pada kondisi awal dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Diagram Fase Kondisi Awal Simpang Maya

Berikut adalah Hasil analisis kinerja simpang pada kondisi awal menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dan software PTV VISSIM:

Tabel 1. Kinerja Simpang pada Kondisi Awal (MKJI)

Pendekat	Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan	Tundaan Simpang (det/smp)	Tingkat Pelayanan Simpang
Utara - Selatan	30,95	C	23,18	C
Barat - Timur	17,16	B		

Tabel 2. Kinerja Simpang pada Kondisi Awal (PTV VISSIM)

No	Kaki Simpang	Antrian (m)	Tundaan (detik)	LOS	LOS (Simpang)
1.	Jl. Sudibyo	12,92	33,80	C	C
2.	Jl. Dr. Soetomo	6,25	20,55	C	
3.	Jl. Kolonel Sugiono	7,33	15,83	B	
4.	Jl. Mayjend Sutoyo	7,84	18,31	B	

Berdasarkan tabel hasil analisis diatas, kinerja simpang menggunakan VISSIM diatas, pada simpang Maya kota Tegal mempunyai tingkat pelayanan yaitu C, dengan tundaan simpang sebesar 20,17 detik . Dimana hasil perhitungan kinerja simpang menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia menunjukkan hasil yang sama yaitu C. dengan

ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN DENGAN PENGATURAN ULANG WAKTU SIKLUS APILL DI SIMPANG EMPAT MAYA KOTA TEGAL

demikian terdapat persamaan hasil untuk perhitungan menggunakan MKJI dan menggunakan software PTV Vissim. Sehingga software PTV Vissim dapat digunakan sebagai simulasi rekomendasi dalam penelitian ini.

Tabel 3. Konflik Lalu Lintas pada Kondisi Awal

Jenis Konflik	Jumlah Konflik	
	Observasi	SSAM
Crossing	65	70

Berdasarkan tabel diatas dari hasil pengamatan dilapangan simpang Maya mempunyai 65 konflik Jenis Crossing per jam dan hasil analisis dari software SSAM terdeteksi terdapat 70 Konflik Crossing yang terjadi. Perbedaan pengamatan konflik antara hasil observasi dengan hasil SSAM disebabkan karena pada software SSAM menganalisis jumlah konflik crossing yang terjadi, penulis hanya menganalisis konflik crossing pada simpang dikarenakan jumlah nya yang lebih banyak.

4.2 Rekomendasi Penanganan

a. Rekomendasi Pengaturan Waktu Siklus 3 Fase

Tabel 4. Kinerja Simpang pada Pengaturan Waktu Siklus 3 Fase

No	Kaki Simpang	Antrian (m)	Tundaan (detik)	LOS	LOS (Simpang)
1.	Jl. Sudibyo	13,88	35,33	D	C
2.	Jl. Dr. Soetomo	15,46	24,92	C	
3.	Jl. Kolonel Sugiono	17,58	30,82	C	
4.	Jl. Mayjend Sutoyo	8,22	31,96	C	

Tabel 5. Jumlah Konflik pada Pengaturan Waktu Siklus 3 Fase

Jenis Konflik	Jumlah Konflik		Tingkat Pengurangan
	Kondisi Awal	3 Fase	
Crossing	70	57	19%

Dari hasil analisis, Rekomendasi 1 yaitu pengaturan waktu siklus menjadi 3 fase, didapatkan hasil Level of Service (LOS) yaitu C . Pada penerapan rekomendasi 1, tingkat pelayanan atau LOS tidak ada perubahan dari kondisi awal. Namun waktu tundaan mengalami kenaikan menjadi 29 detik dan antrian terjadi penurunan menjadi 14 meter serta Konflik crossing pada pengaturan waktu siklus 3 fase mengalami penurunan sebesar 19 %.

b. Rekomendasi Pengaturan Waktu Siklus 4 Fase

Tabel 6. Kinerja Simpang pada Pengaturan Waktu Siklus 4 Fase

No	Kaki Simpang	Antrian (m)	Tundaan (detik)	LOS	LOS (Simpang)
1.	Jl. Sudibyo	17,03	47,24	D	D
2.	Jl. Dr. Soetomo	23,01	39,85	D	
3.	Jl. Kolonel Sugiono	27,34	41,63	D	
4.	Jl. Mayjend Sutoyo	11,00	57,64	E	

Tabel 7.

Jumlah Konflik pada Pengaturan Waktu Siklus 4 Fase

Jenis Konflik	Jumlah Konflik		Tingkat Pengurangan
	Kondisi Awal	4 Fase	
Crossing	70	19	73 %

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL UNTUK MENINGKATKAN
KESELAMATAN DENGAN PENGATURAN ULANG WAKTU
SIKLUS APILL DI SIMPANG EMPAT MAYA KOTA TEGAL**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, Rekomendasi 2 adalah pengaturan waktu siklus dengan 4 fase , berdasarkan analisis menggunakan VISSIM, menunjukkan bahwa tingkat pelayanan simpang Maya Kota Tegal mengalami penurunan yaitu D, artinya kondisi simpang kurang baik dan pengaruh dari kemacetan sudah bisa terlihat. Hal ini terjadi karena waktu tundaan mengalami kenaikan menjadi 43 detik dan panjang antrian mengalami kenaikan menjadi 20 meter. Walaupun tingkat pelayanan pada simpang kurang baik, serta hasil analisis SSAM Konflik crossing pada pengaturan waktu siklus 4 fase mengalami penurunan sebanyak 73% .

c. Perbandingan Kondisi Awal dengan Rekomendasi

Tabel 8. Perbandingan Kinerja Simpang dan Jumlah Konflik

Kondisi Simpang	Indikator Kinerja Simpang	Hasil
Kondisi Awal	Tingkat Pelayanan	LOS C
	Tundaan	20,17 detik
	Antrian	8,58 meter
	Konflik <i>Crossing</i>	70
Rekomendasi 1 (Waktu Siklus 3 Fase)	<i>Level of Service</i>	LOS C
	Tundaan	28,72 detik
	Antrian	13,78 meter
	Konflik Crossing	57
Rekomendasi 2 (Waktu Siklus 4 Fase)	<i>Level of Service</i>	LOS D
	Tundaan	42,83 detik
	Antrian	19,59 meter
	Konflik <i>Crossing</i>	19

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, Konflik crossing yang paling sedikit terjadi yaitu pada penerapan waktu siklus 4 Fase, akan tetapi jika dipertimbangkan dari faktor tingkat pelayanan simpang kurang baik yaitu memiliki LOS D, dikarenakan tundaan pada simpang meningkat. Maka rekomendasi penanganan yang dipilih yaitu menggunakan pengaturan waktu siklus 3 fase. Dari segi keselamatan dapat di lihat bahwa terdapat penurunan konflik yang terjadi dalam penerapan waktu siklus 3 fase serta masih memiliki tingkat pelayanan simpang yang sama dengan kondisi awal yaitu LOS C. Oleh karena itu penerapan pengaturan waktu siklus 3 fase lebih direkomendasikan untuk penanganan permasalahan pada simpang Maya Kota Tegal guna meningkatkan keselamatan dan kelancaran lalu lintas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada kondisi awal Kinerja simpang Maya Kota Tegal masih dapat dikategorikan baik dengan tundaan simpang yaitu 20,17 detik/smp dan antrian 9 meter dengan tingkat pelayanan yaitu C. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan dan analisis menggunakan software SSAM Pada kondisi awal simpang Maya kota Tegal, kendaraan yang terlibat konflik crossing yaitu 70 konflik. Rekomendasi pertama yaitu menerapkan waktu siklus 3 Fase. Berdasarkan hasil analisis menggunakan VISSIM diperoleh tingkat pelayanan pada simpang Maya yaitu C, dengan tundaan 26 detik dan peluang antrian 13 meter. Konflik crossing yang terjadi yaitu 57 konflik. Rekomendasi yang kedua yaitu penerapan waktu siklus 4 Fase, dengan tingkat pelayanan D. Mempunyai tundaan 45 detik/smp dan peluang antrian sepanjang 20 meter. Pada penerapan waktu siklus 4 Fase, konflik crossing yang terjadi yaitu sejumlah 19 konflik. Rekomendasi penanganan pada simpang Maya Kota Tegal yang paling efektif yaitu penerapan pengaturan waktu siklus 3 fase, dikarenakan dapat mengurangi konflik lalu lintas tanpa mempengaruhi tingkat pelayanan simpang. Rekomendasi menggunakan pengaturan waktu siklus 3 fase yang telah dianalisis dapat menurunkan jumlah terjadinya konflik tanpa adanya perubahan tingkat pelayanan, dimana pada kondisi awal terjadi 70 konflik crossing, jika diterapkan

pengaturan waktu siklus turun menjadi 57 konflik crossing, walaupun tundaan terjadi kenaikan sedikit.

5.2 Saran

Untuk Meningkatkan keselamatan pada simpang Maya, Perlu dilakukan pengaturan ulang fase pada kondisi awal simpang Maya yaitu dengan menerapkan pengaturan waktu siklus 3 Fase. Karena berdasarkan hasil analisis dapat mengurangi konflik lalu lintas tanpa mempengaruhi tingkat pelayanan simpang. Perlu dilakukan penambahan rambu lalu lintas pada setiap kaki simpang, seperti rambu petunjuk arah dan rambu pejalan kaki. Serta perlu dilakukan pengecatan ulang marka jalan yang sudah terlihat kurang jelas. Perlu dilakukan kajian atau penelitian lebih lanjut mengenai rekomendasi yang diusulkan agar lalu lintas pada simpang Maya kota Tegal minim terjadi konflik lalu lintas antara kendaraan yang satu dengan kendaraan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamsyah A.A. (2008). *Rekayasa Lalu Lintas*. Edisi Revisi. Universitas Muhammadiyah, Malang.
- [2] Badan Pusat Statistik Kota Tegal.2022. *Kota Tegal Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Kota Tegal
- [3] Departemen Jenderal Bina Marga (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Bina Jalan Kota. Jakarta.
- [4] Irawan, M. Z., & Putri, N. H. (2015). Mikrosimulasi Mixed Traffic pada Simpang Bersinyal dengan Perangkat Lunak VISSIM (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta). *Jurnal Transportasi Multimoda*, 13(3), 97-106.
- [5] Kementerian Perhubungan. 2009. *KM 62 Tahun 2003 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas*. Jakarta.
- [6] Mandasari, T., & Riani, D. (2019). Analisis Persimpangan Pada Simpang Tiga Tak Bersinyal Studi Kasus (Jalan Tambun Bungai–Jalan Ra Kartini). *Jurnal Teknik: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 2(2), 177-185.
- [7] Munawar, A. (2009). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Jogjakarta: Beta Offset.

- [8] Rusmandani, P., Anggana, E. P., & Sasmito, A. (2020). Mikrosimulasi Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Software Surrogate Safety Assessment Model (SSAM) di Kota Malang (Studi Kasus: Simpang Terusan Sulfat). *Jurnal Rekayasa Sipil*, 14(2), 120-128.
- [9] Rohman, M. A. U., & Kartikasari, D. (2016). Analisa Kemacetan Lalu Lintas pada Pasar Tradisional di Ruas Jalan Sekaran-Maduran. *Jurnal Civilla*, 1. Vol. 1, No. 2, 1–6
- [10] Sugiyono, 2016. Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D). Bandung : Alfabeta
- [11] Sujarweni, V., Wiratna. 2015. *Metodelogi Penelitian – Bisnis & Ekonomi*. Yogyakarta : Pustaka Baru Press
- [12] Suryaningsih, O. F., Hermansyah, H., & Kurniati, E. (2020). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Hasanuddin-Jalan Kamboja, Sumbawa Besar). *Informasi dan Ekspose hasil Riset teknik Sipil dan Arsitektur*, 16(1), 74-84.
- [13] Ulfah, M., Aly, S. H., & Ramli, M. I. (2017). Mikrosimulasi Lalu Lintas Pada Simpang Tiga Dengan Software Vissim: Studi Kasus Simpang Jl. AP Pettarani-Jl. Let. Jend. Hertasning-Jl. Rappocini Raya. *In Prosiding Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*.
- [14] Welendo, L., & Syamsu, A. S. (2017). Evaluasi Waktu Siklus Pada Simpang Bersinyal Jalan MT. Haryono-Laode Hadi-Brigjen M. Yoenes Kota Kendari. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1), 46-53.
- [15] Widyawan, S. (2019). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Meningkatkan Keselamatan Pada Simpang Depok Kota Depok. *AIRMAN: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 2(1), 30-38.