

REKAYASA PENGURAIAN KEMACETAN LALU LINTAS PADA SIMPANG EMPAT (STUDI KASUS: JALAN ANDI MAPPAODANG DAN JALAN ANDI MANGERANGI MAKASSAR)

Ivan Othinel Febrian (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, ivanothnielfebrian@gmail.com)

Stevy Thioritz (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, stevythio@gmail.com)

Mursalim (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, mursalimmuddin62@gmail.com)

Received: 25 Mei 2025, Revised: 11 Juni 2025, Accepted: 24 Juni 2025

ABSTRAK

Persimpangan ialah bagian yang sangat krusial dari jalan raya sebab sebagian besar efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional serta kapasitas lalu lintas tergantung di perencanaan persimpangan. Adanya perencanaan persimpangan yang baik menghasilkan lalu lintas yang lancar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui panjang antrian pada persimpangan Jalan Andi Mangerangi dan Jalan Andi Mappaodang Makassar dan untuk mengurai panjang antrian pada persimpangan Jalan Andi Mangerangi dan Jalan Andi Mappaodang Makassar. Penelitian ini memodelkan 2 rekayasa alternatif dengan mengubah kondisi jalan geometrik pada simpang empat dan menambahkan rambu lalu lintas. *Software* yang digunakan untuk membantu penelitian adalah *PTV Vissim 2024* dan *Measure Distance* untuk membantu mengukur panjang antrian yang terjadi. Hasil penelitian dari 2 pemodelan perencanaan tersebut, menunjukkan bahwa model awal perencanaan yang ada di lapangan dengan kondisi geometrik awal memiliki panjang antrian pada Jalan Andi Mangerangi (Barat) sepanjang 228m, Jalan Andi Mangerangi (Timur) sepanjang 119m, Jalan Andi Mappaodang (Utara) sepanjang 166m, dan jalan Andi Mappaodang (Selatan) sepanjang 196m. Setelah melakukan banyak percobaan maka disimpulkan alternatif yang diambil adalah alternatif 2 dengan mengubah kondisi geometrik jalan dan menambahkan rambu lalu lintas serta memiliki panjang antrian pada Jalan Andi Mangerangi (Barat) sepanjang 182m, Jalan Andi Mangerangi (Timur) sepanjang 98m, Jalan Andi Mappaodang (Utara) sepanjang 105m, dan Jalan Andi Mappaodang (Selatan) 163m.

Kata Kunci: Persimpangan, Rekayasa, *PTV Vissim*, Pengukuran Panjang Antrian.

ABSTRACT

Intersections are a very crucial part of the highway because most of the efficiency, safety, speed, operational costs and traffic capacity depend on the intersection planning. Good intersection planning results in smooth traffic. This study aims to determine the queue length at the intersection of Andi Mangerangi Street and Andi Mappaodang Street in Makassar, as well as to analyze the queue length at this intersection. The research models two alternative engineering solutions by altering the geometric conditions of the intersection and adding traffic signs. The software used to assist in the study is PTV Vissim 2024 and Measure Distance, which helps measure the queue length that occurs. The results of the study from the two planning models show that the initial planning model, with the existing geometric conditions, resulted in the following queue lengths: Andi Mangerangi Street (West) had a queue length of 228m, Andi Mangerangi Street (East) had 119m, Andi Mappaodang Street (North) had 166m, and Andi Mappaodang Street (South) had 196m. After conducting several trials, it was concluded that the chosen alternative is alternative 2, which involves changing the geometric conditions of the road and adding traffic signs. This alternative resulted in the following queue lengths: Andi Mangerangi Street (West) had 182m, Andi Mangerangi Street (East) had 98m, Andi Mappaodang Street (North) had 105m, and Andi Mappaodang Street (South) had 163m.

Keywords: Junction, Engineering, PTV Vissim, Measurement of the length of congestion.

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan suatu pergerakan orang dan barang. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-harinya sehingga transportasi merupakan kegiatan yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat. Melihat pentingnya transportasi, salah satu yang menjadi permasalahan utama di wilayah perkotaan adalah kemacetan. Pada era modern ini permasalahan yang sering dihadapi oleh kebanyakan kota salah satunya adalah kepadatan lalu lintas, hal itu dapat dilihat dari semakin banyaknya jumlah kendaraan di daerah tersebut khususnya pada persimpangan. Kepadatan lalu lintas di daerah perkotaan dikarenakan semua kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat selalu menggunakan kendaraan ditambah lagi dengan meningkatnya jumlah populasi dan pembangunan infrastruktur di daerah tersebut. Fungsi operasional utama dari persimpangan adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan. Persimpangan merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebagian besar efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas

tergantung pada perencanaan persimpangan. Pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan peningkatan volume jalan yang cenderung statis mengakibatkan terjadinya perlambatan hingga kemacetan diberbagai ruas jalan. Oleh karena itu, kinerja suatu simpang merupakan faktor utama dalam menentukan penanganan yang paling tepat untuk mengoptimalkan fungsi simpang. Kondisi lalu lintas diwarnai oleh kepadatan yang tinggi terutama pada simpang, dengan kata lain kapasitas simpang yang ada sudah tak sebanding dengan volume kendaraan, sehingga mengakibatkan kemacetan pada ruas-ruas jalan utama. Tingkat pergerakan yang beragam dari berbagai jenis kendaraan mengakibatkan masalah pada persimpangan kendaraan seperti mengalami tundaan perjalanan yang cukup besar, sehingga menimbulkan kemacetan. Tipe lingkungan komersial serta hambatan samping di sekitar lokasi simpang juga semakin menambah masalah yang terjadi di persimpangan tersebut.

Kemacetan Lalu Lintas

Menurut PKJI (2023), kondisi ruas jalan yang volume lalu lintasnya telah melebihi kapasitas jalan biasanya disebut juga sebagai kemacetan. Suatu jalan dapat dikatakan macet jika tingkat derajat kejenuhannya telah melebihi angka 0,85 sedangkan kapasitas jalan berada di angka 1. Kemacetan juga dapat mengakibatkan terjadinya panjang antrian kecepatan kendaraan mendekati 0 km/jam, serta masih banyak lagi.

a. Tipe Kemacetan Jalan

Tipe kemacetan juga dapat kita golongkan menjadi 3 yaitu kemacetan yang terjadi secara berulang ulang, kemacetan yang terjadi karena adanya insiden, serta kecepatan kendaraan yang sangat lambat. Itulah 3 tipe kemacetan yang bisa diilustrasikan, ketiga tipe ini juga dapat mengakibatkan kerugian besar seperti boros bahan bakar, waktu terbuang percuma, serta pencemaran lingkungan.

b. Parameter Kemacetan Lalu Lintas

Parameter kemacetan bisa kita ilustrasikan berdasarkan nilai tingkat pelayanan yang ada. PKJI (2023) telah mengatakan bahwa suatu jalan dilakukan macet jika nilai tingkat pelayanannya lebih besar dari 0,5 adapun cara untuk menghitung nilai tingkat pelayanan ialah volume kendaraan dibagikan dengan kapasitas jalan.

Volume Lalu Lintas

Menurut Silvia (1994), kendaraan yang berada dan melintasi suatu ruas jalan selama selang waktu tertentu biasanya juga disebut sebagai Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR), satuan yang digunakan umumnya (kend/jam) serta dapat dikonversikan ke (smp/jam). Menurut MKJI (1997), volume lalu lintas ialah banyaknya jumlah kendaraan yang melintas pada suatu segmen jalan, biasanya menggunakan satuan Satuan Mobil Penumpang (smp), tipe-tipe kendaraan dapat kita lihat pembagiannya sebagai berikut:

- Light Vehicle* (LV), kendaraan ini umumnya beroda 4 serta memiliki bobot ringan seperti mobil, *pick up*, angkot, *truck* kecil, dll.
- Heavy Vehicle* (HV), kendaraan ini umumnya beroda 4 atau lebih serta memiliki bobot yang cukup berat seperti mobil kontainer, bus, *truck*, dll.
- Motorcycle* (MC), kendaraan ini umumnya beroda 2 atau 3 seperti motor, bajai, dll.
- Un Motorized* (UM), kendaraan ini umumnya beroda 2 atau 3, tapi tak bermesin seperti sepeda, becak, delman, dll.

Untuk nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) jalan kota dan bukan jalan kota dapat kita lihat perbandingannya pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Ekivalen kendaraan ringan untuk tipe jalan 2/2TT

Tipe Jalan	Arus Lalu-Lintas Total Dua Arah (Kend/jam)	ekr		
		KB	SM	
			Lebar Jalur Lalu-Lintas	
		≤ 6m	> 6m	
2/2TT	< 3700	1,3	0,5	0,4
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25

Tabel 2. Ekivalen kendaraan ringan untuk jalan terbagi dan satu arah

Tipe Jalan	ekr
------------	-----

	arus lalu lintas per lajur (kend/jam)	KB	SM
2/1, dan 4/2 T	< 1050	1,3	0,5
	≥ 1050	1,2	0,35
3/1, dan 6/2 D	< 1100	1,1	0,2
	≥ 1100	1	0,05

Kinerja Ruas Jalan

Menurut MKJI (1997), pengukuran yang dilakukan untuk dapat melihat kondisi ruas jalan apakah lancar atau tidak biasanya disebut dengan kinerja ruas jalan. Ada banyak faktor penilaian yang mempengaruhi kinerja ruas jalan diantaranya sebagai berikut:

a. Hambatan Samping

Hambatan samping bisa kita definisikan sebagai faktor penghambat kelancaran arus kendaraan, biasanya disebabkan karena adanya aktivitas yang terjadi di simpang suatu jalan. Hambatan samping juga dibagi menjadi 4 bagian besar, yaitu: kendaraan yang berhenti secara tiba-tiba, melambatnya sebuah kendaraan secara tiba-tiba, pengendara yang memarkirkan kendaraannya di bahu jalan dan adanya pejalan kaki yang menyeberang. Adapun untuk nilai pembobotan hambatan samping dan kriteria hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Pembobotan hambatan samping

No	Jenis Hambatan Samping Utama	Bobot
1	Pejalan kaki di badan jalan yang menyeberang	0,5
2	Kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti	1
3	Kendaraan keluar/masuk sisi atau lahan samping jalan	0,7
4	Arus Kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor)	0,4

Tabel 4. Kriteria kelas hambatan samping

Kelas Hambatan Samping	Nilai Frekuensi Kejadian (di kedua sisi) dikali Bobot	Ciri-ciri Khusus
Sangat Rendah, SR	< 100	Daerah Pemukiman, tersedia jalan lingkungan (<i>frontage road</i>)
Rendah, R	100 - 299	Daerah Pemukiman, ada beberapa angkutan umum (angkot)
Sedang, S	300 - 499	Daerah industri ada beberapa toko di sepanjang sisi jalan
Tinggi, T	500 - 899	Daerah Komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi
Sangat Tinggi, ST	> 900	Daerah Komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan

b. Penetapan Kapasitas

Penentuan kapasitas jalan memang sangat mempengaruhi tingkat pelayanan suatu segmen jalan, maka dari itu penentuan kapasitas harus direncanakan sebaik mungkin seperti melakukan evaluasi pendahuluan, memperhatikan statistik pertumbuhan jumlah penduduk setiap tahunnya, dll. Adapun rumus menghitung kapasitas jalan dapat dilihat pada persamaan 1.

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (1)$$

Keterangan :

C adalah kapasitas (skr/jam).

C₀ adalah kapasitas dasar (skr/jam).

FC_{LJ} adalah Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas.

FC_{PA} adalah Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi.

FC_{HS} adalah faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb.

FC_{UK} adalah Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota.

Tabel 5. Kapasitas dasar C_0

Tipe Jalan	C_0 (skr/jam)	catatan
4/2 T atau Jalan Satu-arah	1650	Per Lajur (satu arah)
2/2 TT	2900	Per Jalur (dua arah)

Tabel 6. Faktor penyesuaian kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas FC_{LJ}

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (W_C) (m)	FC_{LJ}	
4/2 T atau jalan satu-arah	Lebar Per Lajur	3	0,92
		3,25	0,96
		3,5	1
		3,75	1,04
		4	1,08
2/2 TT	Lebar Jalur 2 Arah	5	0,56
		6	0,87
		7	1
		8	1,14
		9	1,25
		10	1,29
		11	1,34

Tabel 7. Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisah arah lalu lintas FC_{PA}

Pemisah Arah PA %-%	50-50	55-45	60-40	65-35	70-30	
FC_{PA}	2/2 TT	1	0,97	0,94	0,91	0,88

Tabel 8. Faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS pada jalan berbahu FC_{HS}

Tipe Jalan	KHS	FCHS			
		Lebar Bahu Efektif LBE (m)			
		$\leq 0,5$	1	1,5	≥ 2
4/2 T	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1	1,02
	SR	0,92	0,95	0,98	1
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2 TT atau jalan satu arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1
	SR	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,9	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Tabel 9. Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota (FC_{UK})

Ukuran Kota (Jutaan Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota (FC_{UK})
< 1	0,86
0,1 - 0,5	0,9
0,5 - 1	0,94
1 - 3	1
> 3	1,04

c. Derajat Kejenuhan

Parameter ini biasanya digunakan untuk mengamati tingkat kinerja suatu ruas jalan. Umumnya nilai parameter ini berkisar dari 0 sampai 1. Jika nilai semakin mendekati 0, maka dapat dinyatakan bahwa arus tidak jenuh, sedangkan jika nilai semakin mendekati nilai 1, maka dapat dikatakan sebagai arus jenuh. Arus jenuh mengakibatkan kemacetan, panjang antrian, volume melebihi kapasitas jalan, dll.

$$DJ = \frac{q}{c} \quad (2)$$

Keterangan:

DJ adalah derajat kejenuhan

Q adalah arus lalu lintas (skr/jam)

C adalah kapasitas (skr/jam)

Simpang Bersinyal dan Tak Bersinyal

Menurut Morlok (1988), ada dua jenis persimpangan berdasarkan pengelompokannya:

- Simpang tak bersinyal, jenis persimpangan ini sama dengan persimpangan pada umumnya, tetapi tidak menggunakan APILL.
- Simpang bersinyal, jenis persimpangan ini sama dengan persimpangan pada umumnya, tetapi menggunakan APILL.

PTV Vissim

Simulasi lalu lintas merupakan representasi matematis dari sistem transportasi—seperti persimpangan jalan tol, jalur arteri, bundaran, serta jaringan jalan di pusat kota—dengan memanfaatkan perangkat lunak komputer. Tujuannya adalah untuk mendukung proses perencanaan, perancangan, dan pengoperasian sistem transportasi. Penggunaan simulasi dalam sistem transportasi telah dimulai lebih dari empat dekade yang lalu dan kini menjadi bidang yang penting dalam rekayasa lalu lintas dan perencanaan transportasi. Berbagai institusi transportasi lokal, akademisi, dan perusahaan konsultan mengandalkan simulasi untuk membantu mengelola jaringan transportasi secara efektif (Romadhona *et al*, 2019). Perangkat lunak atau alat bantu untuk mensimulasikan rekayasa lalu lintas seperti perencanaan transportasi, angkutan umum, perencanaan kota dengan sifat mikroskopis serta waktu sinyal salah satunya ialah *PTV Vissim*. *Vissim* diadopsi dari Bahasa Jerman yang artinya model simulasi lalu lintas kota. Perangkat lunak ini juga biasanya digunakan membuat skenario lalu lintas dinamis sebelum melangkah ke perencanaan nyata oleh profesional. Adapun karakteristik dan jenis kendaraan yang biasa kita gunakan seperti mobil, bus, motor, sepeda, serta pejalan kaki dapat kita simulasikan dengan perangkat lunak. Keunggulan perangkat ini juga dapat kita lihat Bersama secara kasat mata seperti dapat menampilkan animasi visual 3D yang realistis, jenis geometrik jalan, memodelkan jenis perilaku kendaraan berdasarkan sifat pengendaranya, serta mengurangi biaya perencanaan yang dibuat secara nyata. Secara visual model simulasi lalu lintas berbasis *Vissim* dapat dilihat pada Gambar 1. Model simulasi lalu lintas adalah metode yang efisien untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas, karena mampu memberikan hasil yang cukup merepresentasikan kondisi sebenarnya (Yulianto dan Setiono, 2013). Salah satu penelitian telah menggunakan *PTV Vissim* untuk memberikan solusi-solusi alternatif terkait dengan kepadatan lalu lintas, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Fonso (2023), dimana *PTV Vissim* digunakan untuk memberikan alternatif terkait penguraian kemacetan pada simpang bersinyal Jalan Abdullah Daeng Sirua dan Jalan Adyaksa Baru Makassar yaitu pengaturan waktu siklus perencanaan 60 detik dari 11 alternatif dengan menghasilkan tundaan dan nilai derajat kejenuhan lebih rendah dari 11 alternatif lainnya maupun dari kondisi eksisting.



Gambar 1. Visualisasi pemodelan lalu lintas berbasis *PTV Vissim*

a. Jenis, kelas, dan kategori kendaraan

Berbagai jenis model kendaraan yang ada di lapangan dapat kita implementasikan ke dalamnya, sedangkan kategori kendaraan yang disediakan hanya 6 secara *default*, tapi dapat ditambahkan sesuai dengan jumlah yang kita inginkan. Namun di lapangan ada beberapa model dan dimensi kendaraan yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Jenis dan dimensi kendaraan

Jenis kendaraan	Dimensi Kendaraan	
	Panjang (m)	Lebar (m)
Small City Car	3.900	1.695
Big City Car	4.455	1.735
Sedan	4.410	1.700
MPV	4.190	1.660
SUV	4.405	1.695
Mini Bus	4.170	1.695
Pick Up	4.170	1.700
Small Bus	6.980	2.035
Big Bus	11.180	2.425
Small Truck	5.960	1.970
Big Truck	9.210	2.495
Motor Matic	1.859	0.676
Motor Bebek	1.919	0.709
Motor Sport	2.030	0.750

b. Parameter Kalibrasi *Vissim*

Menurut Saputra (2016), parameter kalibrasi pada perangkat ini ada banyak, Adapun parameter yang dipilih berdasarkan kondisi yang ada di Indonesia terdapat 10 parameter, parameter pemodelan yang dimaksud antara lain:

1. *Standstill Distance in Front of Obstacle* yaitu berhentinya kendaraan yang disebabkan oleh antrian dan hambatan samping dengan satuan meter (m).
2. *Observed Vehicle In Front* yaitu mengamati jumlah kendaraan yang berjalan. Nilai parameter observasi ini berkisar dari angka 1 sampai 3 dengan satuan Satuan Mobil Penumpang (SMP).
3. *Minimum Headway* yaitu waktu yang diperlukan dari bumper kendaraan satu ke bumper kendaraan yang ada di belakangnya. Nilai *headway* yang biasa digunakan berkisar 0,5 sampai 3 detik.
4. *Additive Factor Security* yaitu jarak aman untuk kendaraan yang akan berhenti. Nilai yang biasa digunakan berkisar 0,45 sampai 2.
5. *Multiplicative Factor Security* yaitu koefisien jarak aman untuk kendaraan saat berhenti. Nilai yang biasanya digunakan berkisar 1 sampai 3.
6. *Lane Change Rule* yaitu untuk mensimulasikan pergerakan kendaraan, berdasarkan sifat pengendaranya. Berdasarkan situasi yang ada di Indonesia pemodelan *Free Lane Change* sangat sesuai, karena pengendara mengisi semua ruas jalan yang kosong.
7. *Overtake at Same Line* yaitu pengemudi yang melambung kendaraan yang berada di depannya, baik dari kiri maupun kanan. Parameter ini juga sangat sesuai dengan kondisi yang ada di Indonesia.
8. *Desired Lateral Position* yaitu kendaraan yang posisinya tetap pada jalur, tetapi keberadaannya di sebelah kiri ataupun kanan kendaraan lain.
9. *Lateral Minimum Distance* yaitu parameter jarak aman samping kendaraan, dari satu kendaraan ke kendaraan lainnya. Umumnya parameter ini terbagi menjadi dua bagian yaitu jarak kendaraan pada saat kecepatan 0km/jam dan 50km/jam. Jarak yang biasanya digunakan berkisar 0,2m sampai 1m.
10. *Safety Distance Reduction* yaitu parameter jarak aman antara bumper depan kendaraan dengan bumper belakang kendaraan yang berada di depannya. Jarak aman ini sangat mempengaruhi panjang antrian kendaraan. Umumnya jarak yang digunakan berkisar 0,6m.

c. Konsepsi Kalibrasi dan validasi Model Simulasi

Menurut Putri (2015), proses kalibrasi *Vissim* ialah bagaimana kita membuat parameter-parameter semirip mungkin dengan kondisi aslinya. Adapun kalibrasi dan validasi yang perlu diperhatikan dalam memodelkan perencanaan seperti perilaku pengemudi berdasarkan sifatnya, jumlah kendaraan, panjang antrian, serta membandingkan Simulasi yang dibuat dengan kondisi yang ada di lapangan. pada *Vissim*, panjang antrian dapat ditentukan pada setiap titik dalam suatu jaringan jalan, serta dapat dievaluasi untuk setiap interval waktu. Antrian diukur dari posisi hulu antrian hingga kendaraan terakhir yang telah masuk dalam keadaan antrian. Hasil yang di dapatkan adalah berupa panjang antrian maksimum, panjang antrian rata-rata.

METODE PENELITIAN

a. Lokasi Penelitian

Area lokasi objek penelitian yang diteliti oleh penulis yaitu persimpangan Jalan Andi Mangerangi dan Jalan

Andi Mappaodang Makassar. Area persimpangan ini mempunyai fasilitas umum seperti Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Makassar (STIEM Bongaya), SMK NEGERI 1 Makassar, dan SMA Negeri 11 Makassar, juga dikelilingi dengan area pusat bisnis dan kuliner, serta menjadi jalan alternatif untuk menuju pusat perbelanjaan dan hiburan di Mall Ratu Indah yang menunjang ketertarikan masyarakat.

b. Deskripsi Persimpangan

Pada Jalan Andi Mangerangi dan Jalan Andi Mappaodang Makassar, merupakan suatu area jalan yang mempunyai jalur persimpangan jalan dengan tipe jalan yakni 1 jalur yang terbagi atas 2 lajur serta mempunyai 2 arah yang tidak dipisahkan oleh median jalan. Persimpangan ini merupakan jalan kota, jenis perkerasan aspal, tipe alinyemen datar, tidak memiliki trotoar, Jalan Andi Mappaodang memiliki lebar jalan 6 meter dengan lebar masing-masing jalur 3 meter sedangkan Jalan Andi Mangerangi memiliki lebar jalan 6 meter dengan lebar masing-masing jalur 3 meter. Kepadatan lalu lintas di persimpangan ini terpantau sangat padat antrian pada jam puncak pagi hari dan sore hari.

c. Data Perencanaan

Data perencanaan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh secara langsung dari kondisi eksisting persimpangan kemudian dilakukan rekayasa simpang untuk mengurai panjang antrian yang sangat padat. Jenis data dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

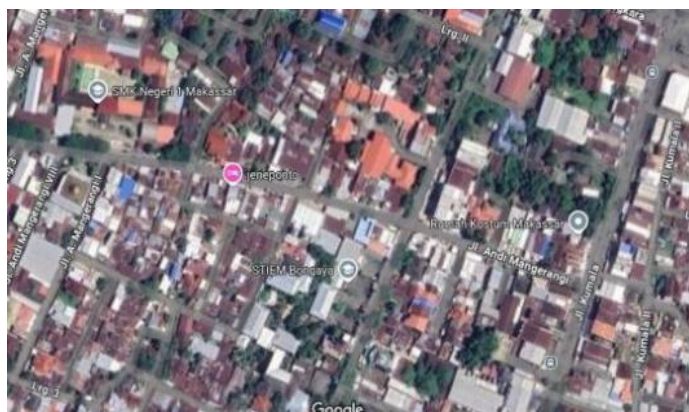
Penulis menggunakan data primer berupa data geometrik jalan, data volume lalu lintas, kecepatan lalu lintas serta waktu sinyal, data tersebut digunakan oleh penulis sebagai data pembantu dalam memperoleh data hasil survei di area objek lokasi penelitian yang berlangsung selama 1 Juli 2024 sampai dengan 14 Juli 2024.

2. Data Sekunder

Penulis juga menggunakan data sekunder berupa buku penunjang sementara atau buku referensi tentang persimpangan jalan, serta penulis juga menggunakan media sosial berupa *google earth* untuk memperoleh data gambar suatu objek lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan ini dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengumpulan data dari rekayasa penguraian kepadatan Lalu Lintas pada Persimpang Jalan Andi Mangerangi dan Jalan Andi Mappaodang, yang berlokasi di Kota Makassar, Kelurahan Bongaya, Kecamatan Tamalate, Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 2). Persimpangan tersebut sangat strategis maka dari itu membutuhkan perencanaan simpang yang optimal. Objek pengamatan menyasar pada lingkup persimpangan saja.



Gambar 2. Lokasi persimpangan jalan Andi Mangerangi dan jalan Andi Mappaodang Makassar

Perhitungan Kinerja Ruas Jalan

Tabel 11 menunjukkan kinerja ruas jalan pada kondisi puncak pagi, siang dan sore pada jalan yang ditinjau. Berdasarkan hasil yang didapatkan kinerja jalan puncak terjadi pada sore hari. Hal ini digambarkan dari nilai derajat kejenuhan yang didapatkan adalah sebesar 0,94. Oleh karena itu, pemodelan alternatif untuk penguraian kemacetan mengacu pada kinerja ruas jalan pada kondisi puncak yaitu sore hari.

Tabel 11. Kinerja ruas jalan untuk kondisi puncak pagi, siang dan sore

Waktu	Kinerja Ruas Jalan	Nama Jalan			
		Jl, Andi Mangerangi (Barat)	Jl, Andi Mangerangi (Timur)	Jl, Andi Mappaodang (Utara)	Jl, Andi Mappaodang (Selatan)

Pagi	Q	1815	953	1489	1924
	C	2447	2447	2447	2447
	DJ	0,74	0,39	0,61	0,79
Siang	Q	1229	684	1017	1504
	C	2447	2447	2447	2447
	DJ	0,50	0,28	0,42	0,61
Sore	Q	2103	1042	1696	2301
	C	2447	2447	2447	2447
	DJ	0,86	0,43	0,69	0,94

Rekayasa Persimpangan

Hasil dari simulasi persimpangan menggunakan *PTV Vissim* sebanyak 6 percobaan dengan kondisi eksisting pagi, siang, dan sore hari kemudian 4 percobaan dengan 2 pemodelan alternatif berbeda sebagai berikut:

a. Eksisting

Eksisting merupakan keadaan yang sesuai dengan kondisi di lapangan dan belum di ubah elemen-elemen yang meliputi letak posisi, data kendaraan dan sistemnya. Kondisi eksisting di ambil pada saat jam puncak pagi, siang, dan sore. Tabel 12 sampai Tabel 14 menunjukkan hasil simulasi pada kondisi eksisting untuk jam puncak pagi, siang dan sore.

Tabel 12. Hasil simulasi pada kondisi eksisting pada sore hari

Fase	Lebar Jalur				Total
	MC	LV	HV	UM	
1	1792	760	296	288	3136
2	824	248	184	160	1416
3	1560	536	176	168	2440
4	1720	656	288	240	2904
Nama Jalan			Lebar Jalur (m)		Panjang Kemacetan (m)
			Kiri	Kanan	
Andi Mangerangi (Barat)			3,5	3,5	228
Andi Mangerangi (Timur)			3,5	3,5	119
Andi Mappaodang (Utara)			3,5	3,5	166
Andi Mappaodang (Selatan)			3,5	3,5	196

Tabel 13. Hasil simulasi pada kondisi eksisting siang hari

Fase	Lebar Jalur				Total
	MC	LV	HV	UM	
1	1256	568	176	96	2096
2	688	240	56	32	1016
3	912	424	80	40	1456
4	1104	496	96	64	1760
Nama Jalan			Lebar Jalur (m)		Panjang Kemacetan (m)
			Kiri	Kanan	
Andi Mangerangi (Barat)			3,5	3,5	196
Andi Mangerangi (Timur)			3,5	3,5	112
Andi Mappaodang (Utara)			3,5	3,5	150
Andi Mappaodang (Selatan)			3,5	3,5	190

Tabel 14. Hasil simulasi pada kondisi eksisting pagi hari

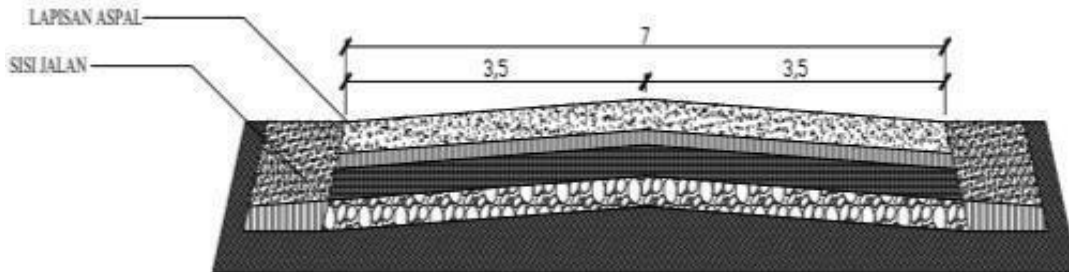
Fase	Lebar Jalur				Total
	MC	LV	HV	UM	
1	1552	776	308	200	2836
2	896	400	49	56	1401
3	1128	592	213	120	2053
4	1334	624	223	296	2477
Nama Jalan			Lebar Jalur (m)		Panjang Kemacetan (m)
			Kiri	Kanan	

Andi Mangerangi (Barat)	3,5	3,5	226
Andi Mangerangi (Timur)	3,5	3,5	121
Andi Mappaodang (Utara)	3,5	3,5	150
Andi Mappaodang (Selatan)	3,5	3,5	195

b) Rekayasa Alternatif

Alternatif 1

Alternatif ini mengalami perubahan dari segi geometrik jalan di mana lebar kondisi eksisting di ubah dari lebar jalur 3m menjadi 3,5m dengan total lebar kedua jalur 7m dan untuk rekayasa di ambil jumlah kendaraan pada kondisi eksisting sore yang menunjukkan jam puncak terpadat. Gambar 3 menunjukkan detail penampang geometrik jalan untuk alternatif pertama dengan pelebaran jalur pada kedua lajur jalan sedangkan Gambar 4 menunjukkan ruas jalan yang direkayasa pada *PT VISSIM*.



Gambar 3. Detail jalan alternatif 1



Gambar 4. Pemodelan alternatif 1 pada *VISSIM*

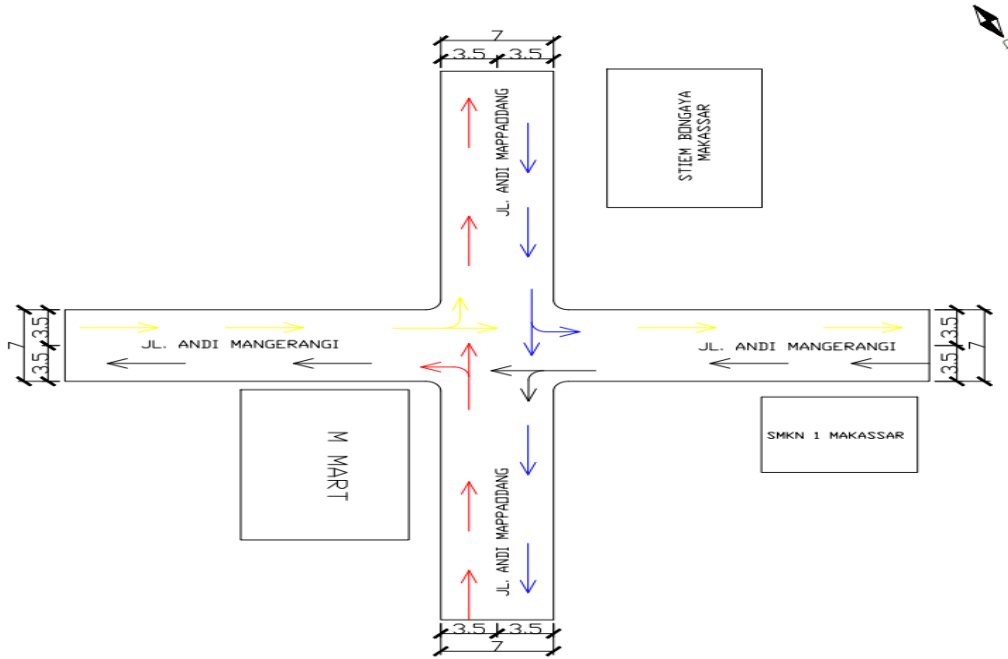
Dari hasil simulasi rekayasa *PTV VISSIM* pada kondisi rekayasa alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 15. Panjang kemacetan pada hasil simulasi alternatif 1 menurun jika dibandingkan dengan panjang kemacetan pada kondisi eksisting. Untuk jalan Andi Mangerangi (Barat), jalan Andi Mangerangi (Timur), jalan Andi Mangerangi (Utara), jalan Andi Mangerangi (Selatan) terdapat penurunan panjang kemacetan yang semula masing-masing 228m, 119m, 166m dan 196m menjadi 203m, 105m, 151m dan 180m.

Tabel 15. Hasil Simulasi Pada Persimpangan Alternatif 1

Fase	Lebar Jalur				Total
	MC	LV	HV	UM	
1	1792	760	296	288	3136
2	824	248	184	160	1416
3	1560	536	176	168	2440
4	1720	656	288	240	2904
Nama Jalan		Lebar Jalur (m)		Panjang Kemacetan (m)	
		Kiri	Kanan		
Andi Mangerangi (Barat)		3,5	3,5	203	
Andi Mangerangi (Timur)		3,5	3,5	105	
Andi Mappaodang (Utara)		3,5	3,5	151	
Andi Mappaodang (Selatan)		3,5	3,5	180	

Alternatif 2

Alternatif 2 ini mengalami perubahan dari segi geometrik jalan di mana lebar kondisi eksisting pada simpang empat tersebut di ubah dari lebar jalur 3m menjadi 3,5m dengan total lebar kedua jalur 7m (alternatif 1) dan menambahkan rambu lalu lintas larangan belok kanan pada simpang empat tersebut dan untuk rekayasa di ambil jumlah kendaraan pada kondisi eksisting sore yang merupakan jam puncak terpadat. Untuk model perencanaan rekayasa alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Detail persimpangan alternatif 2



Gambar 6. Pemodelan alternatif 2 pada PTV VISSIM

Dari hasil simulasi rekayasa PTV VISSIM pada kondisi rekayasa alternatif 2 dapat di lihat pada Tabel 16. Pada alternatif 2 ini, panjang kemacetan juga mengalami penurunan yang cukup signifikan dibandingkan dengan kondisi eksisting. Panjang kemacetan untuk kondisi eksisting jalan Andi Mangerangi (Barat), jalan Andi Mangerangi (Timur), jalan Andi Mangerangi (Utara), jalan Andi Mangerangi (Selatan) yang semula masing-masing 228m, 119m, 166m dan 196m menjadi 182m, 98m, 105m dan 163m.

Tabel 16. Hasil Simulasi Pada Persimpangan Alternatif 2

Fase	Lebar Jalur				Total
	MC	LV	HV	UM	
1	1792	760	296	288	3136
2	824	248	184	160	1416
3	1560	536	176	168	2440
4	1720	656	288	240	2904
Nama Jalan		Lebar Jalur (m)		Panjang Kemacetan (m)	
		Kiri	Kanan		
Andi Mangerangi (Barat)		3,5	3,5	182	
Andi Mangerangi (Timur)		3,5	3,5	98	
Andi Mappaodang (Utara)		3,5	3,5	105	
Andi Mappaodang (Selatan)		3,5	3,5	163	

d. Pemilihan Hasil Rekayasa Optimal

Dari simulasi yang telah dilakukan di atas persimpangan tak bersinyal dengan eksisting yang menjadi acuan terbentuknya rekayasa alternatif permodelan persimpangan tak bersinyal. Alternatif ini didasari parameter yang menghasilkan nilai *Measure Distance* yang beragam. Dengan keberagaman hasil yang diperoleh itu dapat dilihat bentuk rekayasa permodelan mana saja yang menjadi salah satu bentuk rekayasa yang optimum untuk memperoleh panjang kemacetan yang terpendek. Dari kedua alternatif perencanaan yang telah dibuat, pada alternatif 2 dengan mengubah segi geometrik jalan kondisi eksisting pada simpang empat dimana lebar jalur 3m diubah menjadi 3,5m dengan total lebar kedua jalur 7 m dan menambahkan rambu lalu lintas memiliki hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan alternatif pertama yang hanya mengubah lebar dari jalur. Namun demikian, Tabel 17 menunjukkan kinerja jalan untuk kedua alternatif, hasil yang didapatkan menggambarkan bahwa kinerja jalan yang didapatkan memiliki hasil yang sama baik untuk alternatif 1 dan 2. Hasil ini juga lebih rendah jika dibandingkan dengan kondisi eksisting. Hal ini berarti bahwa alternatif yang dibuat selain dapat mengurai kemacetan pada lokasi persimpangan yang ditinjau tetapi juga dapat menurunkan nilai derajat kejenuhan dari jalan tersebut.

Tabel 17. Kinerja jalan untuk alternatif 1 dan 2

Alternatif	Kinerja Ruas Jalan	Nama Jalan			
		Jl. Andi Mangerangi (Barat)	Jl. Andi Mangerangi (Timur)	Jl. Andi Mappaodang (Utara)	Jl. Andi Mappaodang (Selatan)
1 dan 2	Q	2103	1042	1696	2301
	C	2813	2813	2813	2813
	DJ	0.75	0.37	0.60	0.82

Berdasarkan simulasi yang ada, bahwa pada alternatif rekayasa 2 dengan mengubah lebar jalur dan menambahkan rambu lalu lintas larangan belok kanan memiliki panjang antrian terpendek. Maka alternatif 2 yang paling baik dalam mengurai lalu kemacetan lalu lintas pada kasus persimpangan tak bersinyal ini sehingga alternatif 2 ini dengan perencanaan rekayasa dengan merubah lebar jalur dan menambahkan rambu lalu lintas bisa menjadi rekomendasi salah satu alternatif untuk pengganti kondisi keadaan sekarang yang terjadi di persimpangan Jalan Andi Mangerangi dan Jalan Andi Mappaodang Makassar.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada Jalan Andi Mangerangi dan Jalan Andi Mappaodang Makassar, dapat ditarik sejumlah simpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengambilan data yang telah dilakukan dan hasil simulasi di peroleh antrian terpadat pada jam puncak sore. maka didapat nilai panjang antrian dengan menggunakan *Measure Distance* pada kondisi eksisting Jalan Andi Mangerangi (Barat) sepanjang 228 m, Jalan Andi Mangerangi (Timur) sepanjang 119 m, Jalan Andi Mappaodang (Utara) sepanjang 166 m, dan Jalan Andi Mappaodang (Selatan) sepanjang 196 m.
2. Berdasarkan hasil perhitungan pada kondisi eksisting dan 2 alternatif rekayasa perencanaan, solusi yang paling sesuai untuk mengurai kepadatan lalu lintas pada simpang empat tak bersinyal adalah alternatif perencanaan 2 dengan mengubah segi geometrik jalan kondisi eksisting pada simpang empat dimana lebar jalur 3 m di ubah menjadi 3,5 m dengan total lebar kedua jalur 7 m dan menambahkan rambu lalu lintas. yang menunjukkan antrian terpendek dengan panjang antrian pada Jalan Andi Mangerangi (Barat) sepanjang 182 m, Jalan Andi Mangerangi (Timur) sepanjang 98m,

Jalan Andi Mappaodang (Utara) sepanjang 105 m, dan Jalan Andi Mappaodang (Selatan) sepanjang 163 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Bina Jalan Kota. (1997). *Manual kapasitas jalan indonesia (MKJI)*. Jakarta Selatan: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Bina Jalan Kota. (2014). *Pedoman kapasitas jalan indonesia (PKJI)*. Jakarta Selatan: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Bina Jalan Kota. (2023). *Pedoman kapasitas jalan indonesia (PKJI)*. Jakarta Selatan: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Fonso, R. (2023). Rekayasa penguraian kepadatan lalu lintas pada persimpangan (Studi kasus Jalan Abdullah Daeng Sirua dan Jalan Adyaksa Baru Makassar). *Jurnal Media Teknik Sipil, Vol 1, No. 1*, pp 37-48.
- Morlok, E.K. (1988). *Pengantar teknik dan perencanaan transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Putri, R.C.E. (2018). *Rekayasa pengaturan nyala lampu lalu lintas berdasarkan jumlah kendaraan dengan algoritma fuzzy logic (Skripsi)*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Romadhona, P.J., Ikhsan, T.N. dan Prasetyo, D. (2019). *Aplikasi permodelan lalu lintas PTV VISSIM 9.0*. Yogyakarta: UII Press.
- Saputra, I. (2016). *Simulasi aliran lalu lintas pada simpang bersinyal dengan menggunakan microscopic simulator (Skripsi)*. Padang: Universitas Andalas.
- Sukirman, S. (1994). *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Yulianto, B. dan Setiono. (2013). Kalibrasi dan validasi mixed traffic vissim model. *Media Teknik Sipil*, pp 1-10.