

KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA JALAN SULTAN HASANUDDIN – JALAN TEUKU UMAR – JALAN DIPONEGORO KOTA BAUBAU

Nina Haryati^{1*}, Sugiarsyah².

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dayanu Ikhsanuddin

¹ninaharyatist@gmail.com, ²sugiarsyah10@gmail.com.

*Penulis Korespondensi

diajukan: 28 Juli 2025,

diterima: 19 Agustus 2025.

Abstract

Intersections are a crucial component of road network systems, serving as points where two or more roads converge or cross. The smoothness of traffic flow within a road network is largely determined by the regulation and control at intersections. This study was conducted in Baubau City, Southeast Sulawesi, focusing on a signalized intersection connecting Sultan Hasanuddin Street, Teuku Umar Street, and Diponegoro Street. Sultan Hasanuddin Street is classified as a primary road (primary collector 1), while Teuku Umar Street and Diponegoro Street belong to the secondary road network (secondary collectors). The purpose of this research is to analyze the performance of the signalized intersection using a quantitative approach. The results show that, under existing conditions at the eastern approach, traffic volume reached 1,072 vehicles/hour or 440 pcu/hour (from 08:00 to 09:00), with a degree of saturation (DS) of 0.495. This value indicates a “good” level of service, meaning the intersection still operates smoothly. However, during this period the average queue length reached 50 meters, with a maximum queue length of 119 meters. Therefore, the highest peak queue occurred at the eastern approach.

Keywords: *Transportation, Signalized Intersection, Traffic Performance, Volume, Queue.*

Abstrak

Persimpangan merupakan elemen penting dalam sistem jaringan jalan, karena menjadi titik temu atau perpotongan dua ruas jalan atau lebih. Kelancaran pergerakan lalu lintas dalam suatu jaringan sangat dipengaruhi oleh pengaturan dan pengendalian pada persimpangan. Kota Baubau, Sulawesi Tenggara, menjadi lokasi penelitian yang difokuskan pada simpang bersinyal di Jalan Sultan Hasanuddin, Jalan Teuku Umar, dan Jalan Diponegoro. Jalan Sultan Hasanuddin termasuk dalam jaringan jalan primer (kolektor primer satu), sedangkan Jalan Teuku Umar dan Jalan Diponegoro merupakan bagian dari jaringan jalan sekunder (kolektor sekunder). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal pada kawasan tersebut dengan menggunakan metode kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting di simpang timur, volume lalu lintas tercatat sebesar 1.072 kend/jam atau 440 smp/jam (pukul 08.00–09.00), dengan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,495. Nilai tersebut mengindikasikan tingkat pelayanan kategori “baik”, sehingga simpang masih berfungsi dengan lancar. Namun, pada jam tersebut panjang antrian rata-rata mencapai 50 meter dengan antrian maksimum mencapai 119 meter. Dengan demikian, antrian puncak tertinggi terjadi di simpang timur.

Kata Kunci: *Transportasi, Simpang Bersinyal, Kinerja Lalu Lintas, Volume, Antrian.*

1. PENDAHULUAN

Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan yang merupakan sebuah titik dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersilang, lancar tidaknya pergerakan dalam suatu jaringan jalan sangat ditentukan oleh pengaturan dan pengendalian pergerakan di persimpangan.

Kota Baubau adalah kota berkembang yang terletak di Provinsi Sulawesi Tenggara. Kota Baubau mempunyai wilayah daratan seluas 294,98 km² atau sekitar 0,77 persen dari total luas daratan Sulawesi Tenggara (Haryati, 2020). Berdasarkan data terakhir dari Kantor Badan Pusat

Statistik, jumlah penduduk Kota Baubau pada Tahun 2023 dengan pencapaian 163,9 ribu jiwa (BPS, 2023).

Secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan arus lalu lintas dalam suatu jaringan jalan tersebut. Pada suatu persimpangan jika panjang antrian sudah melebihi yang ditentukan, maka kinerja pada simpang tersebut sudah tidak efisien lagi atau biasa dikatakan simpang tersebut butuh pembaharuan atau perubahan desain, baik dari desain geometrik, maupun desain simpang bersinyal. Hal ini menunjukkan bahwa sarana prasarana jalan saat ini tidak mampu mengimbangi beban jumlah kendaraan yang ada. Maka pengaturan sinyal lampu lalu lintas yang kurang baik akan mengganggu kelancaran sistem lalu lintas secara keseluruhan seperti menumpuknya kendaraan pada satu atau beberapa lengan ruas jalan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu ada evaluasi guna menilai kinerja simpang kondisi saat ini sehingga dapat memberikan tindak lanjut penanganan apabila diperlukan.

Lokasi penelitian ini berada pada Jalan Sultan Hasanuddin, Jalan Teuku Umar dan Jalan Diponegoro. Jalan Sultan Hasanuddin termasuk dalam jaringan jalan primer yaitu jalan kolektor primer satu, sedangkan Jalan Teuku Umar dan Jalan Diponegoro termasuk dalam jaringan jalan sekunder yaitu jalan kolektor sekunder (Kota Baubau, 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari volume lalu lintas dan panjang antrian jam puncak pada simpang pada Jalan Sultan Hasanuddin - Jalan Teuku Umar - Jalan Diponegoro.

1.1 Transportasi

Transportasi adalah pemindahan manusia barang maupun objek lain menggunakan wahana ataupun sarana sebagai alat bantu yang digerakkan oleh manusia atau mesin dengan tujuan untuk membantu manusia dalam beraktivitas. Para ahli menjelaskan pengertian transportasi, dan masing-masing dari mereka memiliki pendapat sendiri terkait persamaan dan perbedaan makna transportasi (Kadir, 2006). Menurut (Tamin, 2000), transportasi adalah usaha pemindahan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan suatu alat tertentu.

1.2 Simpang

1.2.1 Pengertian Simpang

Persimpangan adalah pertemuan dua atau lebih jaringan jalan. Persimpangan - persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan (Alamsyah, A. A., 2005).

1.2.2 Jenis-Jenis Simpang

a. Simpang Menurut Cara Pengaturannya

Jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Simpang tak bersinyal (*unsignalized intersection*), yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
2. Simpang bersinyal (*signalized intersection*), yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

b. Simpang Menurut Bentuknya

Simpang menurut bentuknya dibagi menjadi tiga sebagai berikut:

1. Simpang berbentuk bundaran.
2. Simpang berbentuk T.
3. Simpang berbentuk 4 lengan.

c. Simpang Menurut Jenisnya

Simpang dibagi menjadi empat jenis yaitu:

1. Persimpangan tidak teratur (*uncontrolled*).
2. Persimpangan diatur dengan prioritas (*give way, stop*).
3. Bundaran (*roundabout*).
4. Persimpangan diatur dengan alat pemberi sinyal lalu lintas/pemisahan bertingkat (*grade-separated*).

1.3 Kinerja Simpang

Kerja optimum yang dapat dicapai oleh suatu persimpangan di dalam suatu tempat atau lokasi tertentu dalam upaya untuk mencapai fungsi dan tujuan persimpangan tersebut sesuai dengan standar dan spesifikasi yang telah ada.

Sedangkan faktor-faktor untuk menentukan kinerja simpang adalah sebagai berikut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997):

1. Tingkat Pelayanan
2. Kapasitas
3. Derajat Kejenuhan (Ds)

1.4 Rambu Lalu Lintas

Rambu lalu lintas merupakan pemberi informasi penting bagi pengguna jalan (Liliani, 2002).

1.5 Perhitungan Simpang Bersinyal

1.5.1 Arus Lalu Lintas

Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan dalam interval waktu tertentu, biasanya diukur dalam volume kendaraan/jam (Q/h). Adapun persamaan arus lalu lintas adalah sebagai berikut:

$$Q = QLV + (QHV \times empHV) + (QMC \times empMC) \quad (1)$$

Keterangan:

Q = arus lalu lintas (Emp/Jam)

Emp = Ekuivalen mobil penumpang

1.5.2 Arus jenuh

Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), arus jenuh (S) adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu titik atau segmen jalan pada kondisi lalu lintas tertentu, dalam satuan kendaraan per jam per lajur.

a. Arus jenuh dasar (So)

Arus jenuh dasar adalah arus jenuh pada kondisi ideal, adapun perhitungan arus jenuh dasar dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$So = 600 \times We \quad (2)$$

Keterangan:

So = Arus jenuh dasar

We = Lebar lajur pendekat

b. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah salah satu parameter yang digunakan untuk menyesuaikan arus jenuh (saturation flow) berdasarkan ukuran atau skala kota.

Tabel 1. Ukuran Kota

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	FCS
> 3,0	1.05
1,0-3,0	1
0,5-1,0	0.94
0.1-0,5	0.83
< 0,1	0.82

c. Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF)

Faktor ini digunakan untuk menyesuaikan **kapasitas dasar arus jenuh** dengan mempertimbangkan pengaruh hambatan samping di sepanjang segmen jalan.

Tabel 2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor						
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25	
Komersial (COM)	Tinggi	terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70	
		terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81	
	Sedang	terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71	
		terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82	
	Rendah	terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71	
		terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,71	
	Permukiman (RES)	Tinggi	terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,83
			terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
Sedang		terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73	
		terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85	
Rendah		terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74	
		terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86	
Akses Terbatas (RA)		Tinggi /	terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Sedang / Rendah	terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

d. Faktor penyesuaian kelandaian (FG)

Faktor ini digunakan untuk menyesuaikan arus jenuh pada suatu jalan berdasarkan kondisi geometrik jalan, khususnya kelandaian dan panjang tanjakan atau turunan.

e. Faktor penyesuaian parkir (FP)

Faktor ini memperhitungkan pengaruh aktivitas parkir di tepi jalan terhadap kapasitas dan kinerja lalu lintas. Jika tidak ada kendaraan yang terparkir di dekat simpang, maka Faktor Penyesuaian Parkir (FP) tidak memberikan pengaruh negatif terhadap kapasitas jalan. Dalam hal ini, nilai FP dianggap 1 karena tidak ada hambatan yang disebabkan oleh aktivitas parkir di tepi jalan.

f. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan adalah salah satu faktor penyesuaian yang digunakan untuk memperhitungkan pengaruh gerakan belok kanan terhadap kapasitas dan arus jenuh di suatu persimpangan bersinyal. Dapat dihitung:

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26 \quad (3)$$

$$PRT = QRT / Q \quad (4)$$

Keterangan:

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

PRT = Rasio belok kanan

g. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kanan adalah salah satu faktor penyesuaian yang digunakan untuk memperhitungkan pengaruh gerakan belok kanan terhadap kapasitas dan arus jenuh di suatu persimpangan bersinyal. Dapat dihitung:

$$FLT = 1,0 + PLT \times 0,16 \quad (5)$$

$$PLT = QLT / Q \quad (6)$$

Keterangan:

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

PLT = Rasio belok kiri

Dengan ini rumus arus jenuh sebagai berikut:

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \quad (7)$$

Keterangan:

S = Arus jenuh

S₀ = Arus jenuh dasar

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FSF = Faktor penyesuaian hambatan samping

FG = Faktor penyesuaian kelandaian

FP = Faktor penyesuaian parkir

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

1.5.3 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

a. Waktu Siklus (c)

Waktu siklus adalah durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu urutan lengkap dari sinyal lampu lalu lintas antara dua awal lampu hijau yang berturut-turut pada pendekatan yang sama (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Waktu siklus yang dihitung ini merupakan waktu siklus optimal yang menghasilkan tundaan paling minimal.

$$LTI = \sum IG \quad (8)$$

Keterangan:

LTI = Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik)

$\sum IG$ = Periode kuning + merah antara fase yang berurutan

$$c = \frac{1,5 \times LTI + 5}{(1 - \Sigma(FRCRIT))} \quad (9)$$

Keterangan:

c = Waktu siklus (detik)

LTI = Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik)

$\Sigma(\text{FRCRIT})$ = Rasio arus simpang

b. Waktu Hijau (g)

Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), waktu hijau adalah durasi nyala lampu hijau pada suatu pendekatan yang diukur dalam detik. Waktu hijau dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$g = (c - \text{LTI}) \times (\text{FRCRIT} / \Sigma(\text{FRCRIT})) \quad (10)$$

Keterangan:

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

$\Sigma(\text{FRCRIT})$ = rasio arus simpang

1.5.4 Kapasitas

Menurut (Hobbs, 1995) kapasitas persimpangan merupakan arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas dan kondisi geometrik jalan.

Kapasitas untuk tiap lengan persimpangan dihitung dengan formula berikut:

$$C = S \times g/c \quad (11)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

1.5.5 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas jalan. Biasanya digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu-lintas pada suatu segmen jalan dan Simpang. Dalam (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), jika analisis DS dilakukan untuk analisis tingkat kinerja, maka volume lalu lintasnya dinyatakan dalam emp.

Berdasarkan definisi derajat kejenuhan, maka persamaan untuk mencari besarnya kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$DS = Q / C \quad (12)$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Tingkat pelayanan simpang dapat dijelaskan berdasarkan derajat kejenuhan, yang dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 3. Tingkat Pelayanan

Ds	Tingkat Pelayanan	Keterangan
$DS < 0,75$	Baik (A, B)	Simpang Bekerja Lancar
$0,75 < DS < 0,85$	Cukup baik (C)	Antrian Kendaraan Mulai Terlihat
$0,85 < DS \leq 1,0$	Buruk (D, E)	Terjadi Antrian Panjang
$DS > 1.0$	Sangat buruk (F)	Terjadi Kemacetan Parah

1.5.6 Panjang Antrian

Panjang antrian merupakan panjang kendaraan yang berhenti di suatu ruas jalan. Terjadinya antrian kendaraan tersebut diakibatkan oleh kurang lancarnya lalu lintas atau biasa disebut kemacetan.

Hal ini terjadi karena volume lalu lintas yang melebihi kapasitas jalan. Untuk mencari nilai panjang antrian menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \quad (14)$$

Jadi $DS > 0,5$; kecuali dari itu $NQ_1 = 0$

Kemudian dihitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) dengan formula berikut:

$$NQ_2 = C \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{C}{3600} \quad (15)$$

Keterangan:

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah,

DS = Derajat kejenuhan,

GR = Rasio hijau, (detik),

C = Waktu siklus (detik),

C = Kapasitas (smp/jam)

Q = Arus lalu-lintas pada pendekat tersebut (smp/det).

Penjumlahan kendaraan antri dapat dihitung dengan menjumlahkan NQ_1 dan NQ_2 dengan persamaan:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (16)$$

Keterangan:

NQ = Jumlah kendaraan antri

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah smp datang selama fase merah.

Untuk menyesuaikan nilai NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih POL (%) dan didapat NQ_{MAX} . Untuk perancangan dan perencanaan disarankan $POL \leq 5\%$, untuk operasi suatu nilai $POL = 5-10\%$ mungkin dapat diterima.

Untuk menghitung panjang antrian pada masing-masing kaki persimpangan digunakan persamaan sebagai berikut:

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \quad (17)$$

Keterangan:

QL = Panjang antrian (m)

NQ_{MAX} = Jumlah kendaraan antri

W_{MASUK} = Lebar lajur pendekat

2. METODE

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ada pada Kelurahan Batulo yang ada di Kecamatan Wolio Kota Baubau.. Simpang tersebut merupakan salah satu akses lalu lintas menuju pusat Kota Baubau.

Pengambilan data dilakukan selama 1 minggu. Pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada waktu pergi bekerja/sekolah yaitu jam 07.00 – 09.00, pada waktu istirahat yaitu 12.00 – 14.00, pada pulang kantor/kerja yaitu 16.00 – 18.00 WITA.

2.2 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

- Data Geometrik Simpang: Sistem arus lalu lintas, lebar jalan dan lebar per laju.
- Data Volume Lalu Lintas, Panjang Antrian dan Jenis Kendaraan.

2. Data Sekunder

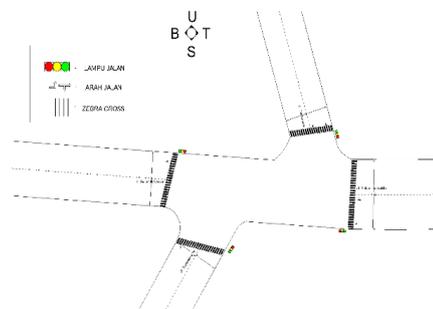
Studi literatur didapat dari penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Gambaran umum lokasi penelitian yang berada di Kelurahan Batulo Kecamatan Wolio kota baubau. Yang dimana Jalan Sultan Hasanuddin ada di simpang barat dan timur, Jalan Teuku Umar ada di simpang utara dan Jalan Diponegoro ada di simpang selatan.



Gambar 1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Data geometrik simpang dapat dilihat pada Tabel 4, sebagai berikut:

Tabel 4. Geometrik Simpang

Kaki Simpang	WE (m)	Wmasuk (m)
B	4,5	9
T	5,75	11,5
U	4	8
S	4,25	8,5

3.2 Perhitungan Volume Kendaraan

Data lapangan yang telah diperoleh pada tiap-tiap jenis kendaraan selanjutnya dihitung banyaknya untuk setiap periode pengamatan, perhitungan jumlah kendaraan tersebut dilakukan sampai seluruh waktu pengamatan selesai. Selanjutnya dihitung jumlah total dari ketiga kelompok jenis kendaraan yang lewat (tanpa memperhatikan jenis kendaraan) pada ruas jalan tersebut.

Tabel 5. Total Arus Kendaraan Pada Simpang Barat Pada Hari Senin

Interval Waktu	Jumlah Kendaraan (Kend/Jam)			Jumlah
	MC	LV	HV	
07.00-08.00	837	86	10	933
08.00-09.00	640	100	11	751
12.00-13.00	381	109	24	514
13.00-14.00	381	88	15	484
16.00-17.00	401	86	12	499
17.00-18.00	479	108	7	594

Tabel 6. Total Arus Kendaraan Pada Simpang Timur Pada Hari Senin

Interval Waktu	Jumlah Kendaraan (Kend/Jam)			Jumlah
	MC	LV	HV	
07.00-08.00	723	203	23	949
08.00-09.00	800	244	28	1072
12.00-13.00	615	162	25	802
13.00-14.00	531	151	24	706
16.00-17.00	757	187		965
17.00-18.00	615	165	12	792

Tabel 7. Total Arus Kendaraan Pada Simpang Utara Pada Hari Senin.

Interval Waktu	Jumlah Kendaraan (Kend/Jam)			Jumlah
	MC	LV	HV	
07.00-08.00	78	26	7	111
08.00-09.00	87	27	9	123
12.00-13.00	64		7	92
13.00-14.00	79	28	7	114
16.00-17.00	75	38	6	119
17.00-18.00	96	35	10	141

Tabel 8. Total Arus Kendaraan Pada Simpang Selatan Pada Hari Senin.

Interval Waktu	Jumlah Kendaraan (Kend/Jam)			Jumlah
	MC	LV	HV	
07.00-08.00	423	118	31	572
08.00-09.00	504	128	28	660
12.00-13.00	523	108	25	656
13.00-14.00	465	92	24	581
16.00-17.00	498	96		615
17.00-18.00	369	97	12	478

Tabel 9. Jumlah Lalu Lintas di Jam Puncak

Kaki Simpang	MC (Kendaraan /jam)	LV (Kendaraan /jam)	HV (Kendaraan /jam)
B	837	86	10
T	800	235	22
U	117	37	6
S	504	136	22

Keadaan terjadi apabila volume dihitung tanpa memperhatikan jenis kendaraan dengan satuan kendaraan per 15 menit.

Untuk menghitung volume lalu lintas, jumlah kendaraan tersebut yang meliputi berbagai jenis kendaraan diubah satuannya ke Satuan Mobil Penumpang (SMP) dengan tipe pendekatan terlindung (P). Sehingga jumlah volume lalu lintas setiap kaki simpang dapat dilihat pada Tabel 10, berikut ini:

Tabel 10. Jumlah Volume Jam Puncak

Kaki Simpang	Q	
	Kend/Jam	Smp/Jam
B	933	266
T	1072	440
U	141	67
S	660	265

3.3 Arus Lalu Lintas

3.3.1 Arus Jenuh Dasar (So)

Arus lalu lintas jenuh adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat melewati persimpangan dengan lampu lalu lintas. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, arus lalu lintas jenuh dasar dapat dihitung menggunakan Persamaan 4, sehingga didapatkan masing-masing jumlah So yaitu:

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times W_e \\ S_{o\text{Barat}} &= 600 \times 4,5 = 2700 \text{ smp/jam} \\ S_{o\text{Timur}} &= 600 \times 5,75 = 3450 \text{ smp/jam} \\ S_{o\text{Selatan}} &= 600 \times 4 = 2400 \text{ smp/jam} \\ S_{o\text{Utara}} &= 600 \times 4,25 = 2550 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3.3.2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Dalam menentukan angka faktor koreksi ukuran kota (F_{cs}) ada pada Tabel 1, dengan jumlah penduduk Kota 0,1 - 0,5 Juta Jiwa yaitu 0,83.

3.3.3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{sf})

Tabel 10. Rasio Kendaraan Tak Bermotor Pada Kaki Simpang Barat pada hari Senin

Interval Waktu	Kendaraan Bermotor	Kendaraan Tak Bermotor	Rasio Kendaraan Tak Bermotor
07.00-08.00	933	3	0.003
08.00-09.00	751	4	0.005
12.00-13.00	514	5	0.010
13.00-14.00	484	2	0.004
16.00-17.00	499	4	0.008
17.00-18.00	594	7	0.012

Hasil rasio kendaraan tak bermotor pada jam puncak pukul 07.00-08.00 yaitu 0,003

Tabel 11. Rasio Kendaraan Tak Bermotor Pada Kaki Simpang Timur pada hari Senin

Interval Waktu	Kendaraan Bermotor	Kendaraan Tak Bermotor	Rasio Kendaraan Tak Bermotor
07.00-08.00	949	2	0.002
08.00-09.00	1072	5	0.005
12.00-13.00	802	5	0.006
13.00-14.00	706	3	0.004
16.00-17.00	965	5	0.005
17.00-18.00	792	7	0.009

Hasil rasio kendaraan tak bermotor pada jam puncak pukul 08.00-09.00 yaitu 0,005

Tabel 12. Rasio Kendaraan Tak Bermotor Pada Kaki Simpang Utara pada hari senin

Interval Waktu	Kendaraan Bermotor	Kendaraan Tak Bermotor	Rasio Kendaraan Tak Bermotor
07.00-08.00	111	5	0.045
08.00-09.00	123	3	0.024
12.00-13.00	92	3	0.033
13.00-14.00	114	2	0.018
16.00-17.00	119	4	0.034
17.00-18.00	141	2	0.014

Tabel 13. Rasio Kendaraan Tak Bermotor Pada Kaki Simpang Selatan pada hari Senin

Interval Waktu	Kendaraan Bermotor	Kendaraan Tak Bermotor	Rasio Kendaraan Tak Bermotor
07.00-08.00	572	4	0.007
08.00-09.00	660	5	0.008
12.00-13.00	656	2	0.003
13.00-14.00	581	3	0.005
16.00-17.00	615	6	0.010
17.00-18.00	478	2	0.004

Hasil rasio kendaraan tak bermotor pada jam puncak pukul 08.00-09.00 yaitu 0,008

Tabel 14. Rasio Kendaraan Tak Bermotor Pada Jam Puncak pada hari senin

Kaki Simpang	Kendaraan Bermotor (Q)	Kendaraan Tak Bermotor (NMV)	Rasio Kendaraan Tak Bermotor (NMV/Q)
B	933	3	0.003
T	1072	5	0.005
U	141	2	0.014
S	660	5	0.008

3.3.4 Faktor Penyesuaian kelandaian (F_G)

Penetapan faktor penyesuaian kelandaian pada kaki simpang barat, timur, utara dan selatan ada di grafik pada Gambar 1.

Tabel 15. Faktor Kelandaian Kaki Simpang

Kaki Simpang	Kelandaian	Faktor Kelandaian
B	0 %	1
T	-2 %	1.01
U	1 %	0.99
S	0 %	1

3.3.5 Faktor koreksi parkir (F_p),

F_p adalah jarak dari garis henti ke kendaraan yang parkir pertama dan lebar pendekat (*approach*) yaitu 1,00

3.3.6 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Tabel 16. Rasio Belok Kiri dan Belok Kanan

Kaki Simpang	QLT	QRT
B	187	279
T	428	5
U	74	30
S	67	462

$$(F_{RT}) = 1 + 0,26 P_{RT}$$

Kaki Simpang Barat yang diukur:

$$\begin{aligned} P_{RT} &= \frac{Q_{RT}}{Q} \\ &= \frac{279}{266,4} \\ &= 1,047 \end{aligned}$$

$$(F_{RT}) \text{ Barat} = 1 + (0,26 \times 1,047) = 1,27$$

Kaki Simpang Timur yang diukur:

$$\begin{aligned} P_{RT} &= \frac{Q_{RT}}{Q} \\ &= \frac{5}{440,4} \\ &= 0,488 \end{aligned}$$

$$(F_{RT}) \text{ Timur} = 1 + (0,26 \times 0,488) = 1,13$$

Kaki Simpang Utara yang diukur:

$$\begin{aligned} P_{RT} &= \frac{Q_{RT}}{Q} \\ &= \frac{30}{67,2} \\ &= 0,446 \end{aligned}$$

$$(F_{RT}) \text{ Utara} = 1 + (0,26 \times 0,446) = 1,12$$

Kaki Simpang Selatan yang diukur:

$$\begin{aligned} P_{RT} &= \frac{Q_{RT}}{Q} \\ &= \frac{462}{265,2} \\ &= 1,748 \end{aligned}$$

$$(F_{RT}) \text{ Selatan} = 1 + (0,26 \times 1,742) = 1,45$$

3.3.7 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

$$(F_{LT}) = 1 + 0,16 P_{LT}$$

Kaki Simpang Barat yang diukur:

$$\begin{aligned} P_{LT} &= \frac{Q_{LT}}{Q} \\ &= \frac{187}{266,4} \\ &= 0,702 \end{aligned}$$

$$(F_{RT}) \text{ Barat} = 1 + (0,16 \times 0,702) = 1,11$$

Kaki Simpang Timur yang diukur:

$$\begin{aligned} P_{LT} &= \frac{Q_{LT}}{Q} \\ &= \frac{428}{440,4} \\ &= 0,972 \end{aligned}$$

$$(F_{RT}) \text{ Timur} = 1 + (0,16 \times 0,972) = 1,16$$

Kaki Simpang Utara yang diukur:

$$\begin{aligned} P_{LT} &= \frac{Q_{LT}}{Q} \\ &= \frac{74}{67,2} \\ &= 1,101 \end{aligned}$$

$$(F_{RT}) \text{ Utara} = 1 + (0,16 \times 1,101) = 1,18$$

Kaki Simpang Selatan yang diukur:

$$\begin{aligned} P_{LT} &= \frac{Q_{LT}}{Q} \\ &= \frac{67}{265,2} \\ &= 0,253 \end{aligned}$$

$$(F_{RT}) \text{ Selatan} = 1 + (0,16 \times 0,253) = 1,04$$

3.3.8 Arus Jenuh (S)

Perhitungan arus jenuh (S) = $S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$ dapat dilihat pada Tabel 17, berikut ini:

Tabel 17. Arus Jenuh (S)

Kaki Simpang	So	F _{CS}	F _{SF}	F _G	F _P	F _{RT}	F _{LT}	S (Smp/Jam)
B	2700	0.83	0.95	1	1	1.27	1.11	3013
T	3450	0.83	0.95	1,01	1	1.13	1.16	3578
U	2400	0.83	0.95	0,99	1	1.12	1.18	2459
S	2550	0.83	0.95	1	1	1.45	1.04	3039

3.3.9 Rasio Arus Jenuh (Fr_{crit})

$$Fr_{crit} = \frac{Q}{S}$$

$$Fr_{crit} \text{ Barat} = \frac{266}{3013} = 0,088$$

$$Fr_{crit} \text{ Timur} = \frac{440}{3578} = 0,123$$

$$Fr_{crit} \text{ Utara} = \frac{67}{2459} = 0,027$$

$$Fr_{crit} \text{ Selatan} = \frac{265}{3039} = 0,087$$

$$\begin{aligned} \sum Fr_{crit} &= 0,088 + 0,123 + 0,027 + 0,087 \\ &= 0,326 \end{aligned}$$

3.3.10 Waktu Siklus (c)

$$LTI = \sum IG$$

$$LTI = \sum 1+4 = 16$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{1,5(LTI + 5)}{1 - \sum Fr_{crit}} \\ &= \frac{1,5 \times (16+5)}{1 - 0,326} \\ &= 47 \text{ detik} \end{aligned}$$

3.3.11 Waktu Hijau (g)

$$g = (c - LTI) \times \frac{Fr_{crit}}{\sum Fr_{crit}}$$

$$g \text{ Barat} = (43-16) \times \frac{0,088}{0,326} = 8 \text{ detik}$$

$$g \text{ Timur} = (43-16) \times \frac{0,123}{0,326} = 12 \text{ detik}$$

$$g \text{ Utara} = (43-16) \times \frac{0,027}{0,326} = 3 \text{ detik}$$

$$g \text{ Selatan} = (43-16) \times \frac{0,087}{0,326} = 8 \text{ detik}$$

$$\sum g = 31 \text{ detik}$$

$$\sum g + LTI = c$$

$$31 + 16 = 47$$

3.3.12 Kapasitas (C)

$$C = S \times (g / c)$$

Sehingga:

$$C \text{ Barat} = 3013 \times \frac{8}{47} = 537 \text{ smp/jam}$$

$$C \text{ Timur} = 3578 \times \frac{12}{47} = 888 \text{ smp/jam}$$

$$C \text{ Utara} = 2459 \times \frac{3}{47} = 136 \text{ smp/jam}$$

$$C \text{ Selatan} = 3039 \times \frac{8}{47} = 536 \text{ smp/jam}$$

3.3.13 Derajat Kejenuhan (Ds)

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

$$Ds \text{ Barat} = \frac{266}{537} = 0,495 \text{ (Kategori tingkat kepadatan lalu lintas lancar)}$$

$$Ds \text{ Timur} = \frac{440}{888} = 0,495 \text{ (Kategori tingkat kepadatan lalu lintas lancar)}$$

$$Ds \text{ Utara} = \frac{67}{136} = 0,492 \text{ (Kategori tingkat kepadatan lalu lintas lancar)}$$

$$Ds \text{ Selatan} = \frac{265}{536} = 0,494 \text{ (Kategori tingkat kepadatan lalu lintas lancar)}$$

3.4 Panjang Antrian

Survey antrian dilakukan untuk mendapatkan jumlah kendaraan yang antri pada lajur-lajur lengan simpang akrobat durasi sinyal merah. Hasil yang didapatkan digunakan untuk memperoleh jumlah antrian dan panjang antrian. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), nilai NQ1 ditentukan oleh besarnya derajat kejenuhan (DJ). Nilai DJ yang besar akan menghasilkan nilai NQ1 dan NQ2 yang besar pula. Akibat arus yang besar, akan berpengaruh terhadap panjang antriannya.

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \left[(Ds - 1) + \sqrt{(Ds - 1)^2 + \frac{8 \times (Ds - 0,5)}{C}} \right]$$

$$DS \leq 0,5 = 0$$

$$NQ1 \text{ Barat} = 0$$

$$NQ1 \text{ Timur} = 0$$

$$NQ1 \text{ Utara} = 0$$

$$NQ1 \text{ Selatan} = 0$$

$$GR = g / c$$

$$GR \text{ Barat} = 8 / 47 = 0,18$$

$$GR \text{ Timur} = 12 / 47 = 0,25$$

$$GR \text{ Utara} = 3 / 47 = 0,06$$

$$GR \text{ Selatan} = 8 / 47 = 0,18$$

$$NQ2 = C \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times Ds} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ2 \text{ Barat} = 537 \times \frac{1 - 0,17}{1 - 0,17 \times 0,495} \times \frac{266}{3600} = 29,15$$

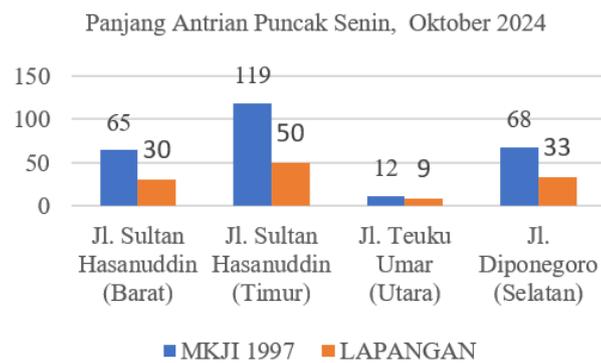
$$NQ2 \text{ Timur} = 888 \times \frac{1 - 0,24}{1 - 0,24 \times 0,495} \times \frac{440}{3600} = 68,31$$

$$NQ2 \text{ Utara} = 136 \times \frac{1 - 0,05}{1 - 0,05 \times 0,492} \times \frac{67}{3600} = 2,32$$

$$NQ2 \text{ Selatan} = 536 \times \frac{1 - 0,17}{1 - 0,17 \times 0,494} \times \frac{265}{3600} = 29,03$$

Jadi,

$$\begin{aligned} NQ &= NQ1 + NQ2 \\ NQ \text{ Barat} &= 0 + 29,15 = 29,15 \\ NQ \text{ Timur} &= 0 + 68,31 = 68,31 \\ NQ \text{ Utara} &= 0 + 2,32 = 2,32 \\ NQ \text{ Selatan} &= 0 + 29,03 = 29,03 \\ QL &= NQ_{Max} \times 20 / W_{Masuk} \\ QL \text{ Barat} &= 29,15 \times 20 / 9 = 65 \text{ m} \\ QL \text{ Timur} &= 68,31 \times 20 / 11,5 = 119 \text{ m} \\ QL \text{ Utara} &= 2,32 \times 20 / 8 = 12 \text{ m} \\ QL \text{ Selatan} &= 29,03 \times 20 / 8,5 = 68 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 2. Grafik Panjang Antrian Puncak

Dari hasil survey panjang antrian puncak pada hari Senin, dapat disimpulkan bahwa, antrian terpanjang berada pada Jl. Sultan Hasanuddin (Timur) dengan panjang antrian 119 m, antrian terpendek berada pada Jl. Teuku Umar (Utara) 12 m. Yang dimana pada Gambar 2, perhitungan panjang antrian dengan menggunakan MKJI 1997 memiliki perbedaan lebih tinggi dari hasil survey lapangan.

4. KESIMPULAN

1. Kinerja lalu lintas di beberapa simpang pada hari Senin, selama jam puncak menunjukkan volume lalu lintas sebagai berikut: di simpang barat, volume lalu lintas mencapai 933 kend/jam atau 266 smp/jam (07.00-08.00); di simpang timur, volume lalu lintas tercatat sebesar 1.072 kend/jam atau 440 smp/jam (08.00-09.00); di simpang utara, volume lalu lintas tercatat sebesar 141 kend/jam atau 67 smp/jam (17.00-18.00); dan di simpang selatan, volume lalu lintas mencapai 660 kend/jam atau 265 smp/jam (08.00 – 09.00). Sedangkan untuk DS pada masing-masing kaki simpang sebesar 0,495, 0,495, 0,492, dan 0,494 dapat diketahui untuk tingkat pelayanan yaitu (Baik) atau simpang bekerja lancar.
2. Lampu lalu lintas yang ada di lapangan di setiap simpang yaitu: merah 1 menit 50 detik, hijau 28 detik dan kuning 3 detik. Pada jam puncak pada hari Senin, pada jam tersibuk di beberapa simpang, pada masing-masing simpang panjang antrian rata-rata dari data lapangan dan menurut MKJI 1997 sebagai berikut: Simpang barat panjang antrian rata-rata yaitu 30 meter dan 65 meter (07.00-08.00); Simpang timur panjang antrian rata-rata mencapai 50 meter dan 119 meter (08.00-09.00); pada pukul di simpang utara panjang antrian rata-rata adalah 9 meter dan 12 meter (17.00-18.00); Simpang selatan panjang antrian rata-rata mencapai 33 meter dan 68 meter (08.00-09.00).

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A. A. (2005). *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- BPS. (2023). *Baubau Dalam Angka Tahun 2023*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tenggara.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*.
- Haryati, N. (2020). Analisa Biaya Operasional Kendaraan Akibat Pemakaian Badan Jalan Yang Bersifat Pribadi (Studi Kasus : Penutupan Jl. Wakaaka Dengan Pemilihan Rute Melalui Jl. Hayam Wuruk, Kota Baubau). *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 9(2), 113–123.
- Hobbs, F. D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kadir, A. (2006). Transportasi: peran dan dampaknya dalam pertumbuhan ekonomi nasional. *Jurnal perencanaan dan pengembangan wilayah wahana hijau*, 1(3), 1-131.
- Kota Baubau. (2014). *Peraturan Walikota Baubau Tentang Rencana Tata Ruang* (Peraturan Walikota Nomor 4 Tahun 2014)
- Liliani, T. (2002). *Perencanaan dan Teknik Lalu lintas*. Bandung: Penerbit ITB.
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Bandung: Penerbit ITB.