

Analisis Panjang Antrian Kendaraan pada Persimpangan Baddoka (Studi Kasus : Jalan Perintis Kemerdekaan KM 17)

Feri Famara ^{*1}, Rais Rachman ^{*2}, Louise Elizabeth Radjawane ^{*3}

^{*1} Mahasiswa Progran Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia fherrylia@gmail.com

^{*2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia² rais.rachman@gmail.com ^{*3} dan eliz_louise@yahoo.com ^{*3}

Corresponding Author: fherrylia@gmail.com

Abstrak

Persimpangan merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung berpotongan. Perhitungan dan analisis menggunakan metode cara perhitungan pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014. Simpang empat bersinyal ini memiliki empat lengan dimana pada Pendekat arah utara pada Jl. poros Makassar – Maros yang terdiri dari 4 lajur dengan lebar jalan 15 meter. pada pendekat arah barat timur Jl. Dg. Ramang ini memiliki 2 lajur dan lebar jalan 7,5 meter, pada pendekat arah barat Jl. Batara Bira baddoka ini memiliki 2 lajur dan lebar jalan 6,5 meter. Berdasarkan hasil analisa data, panjang antrian kendaraan pada jam puncak pagi lengan utara nilai panjang antrian terbesar yaitu sebesar 112,58 m, pada jam puncak siang lengan selatan nilai panjang antrian terbesar yaitu sebesar 76,93 m, dan pada jam puncak sore lengan selatan nilai panjang antrian terbesar yaitu 344,68 m. Berdasarkan hasil analisa data penelitian mengenai tundaan rata – rata yang terjadi pada simpang bersinyal baddoka, maka nilai tundaan rata – rata terbesar yang terjadi pada jam puncak pagi lengan utara sebesar 285,36 det/skr, pada jam puncak siang lengan selatan sebesar 250,59 det/skr, dan pada jam puncak sore lengan selatan nilai tundaan rata – rata terbesar yaitu sebesar 808,24 det/skr.

Kata Kunci: Persimpangan Bersinyal, Antrian, PKJI 2014

Abstract

An intersection is a meeting place where two or more roads join together to intersect. Calculations and analysis use the method of calculation in the 2014 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI). This four-signal intersection has four arms where the north-facing approach on Jl. Makassar – Maros axis consisting of 4 lanes with a road width of 15 meters. on the east west approach Jl. Dg. This Ramang has 2 lanes and a road width of 7.5 meters, on the approach to the west of Jl. Batara Bira baddoka has 2 lanes and a road width of 6.5 meters. Based on the results of data analysis regarding the length of vehicle queues, during peak hours in the morning the north arm has the largest queue length of 112.58 m, during peak hours in the afternoon the south arm the queue length the largest is 76.93 m, and at peak hour in the afternoon of the south arm the largest queue length is 344.68 m. Based on the results of analysis of research data regarding the average delay that occurs at the intersection with the Baddoka signal, the largest average delay value that occurs during the morning peak hours of the northern arm is 285.36 seconds/cur, during the afternoon peak hours of the southern arm is 250.59 sec/pcu, and during the afternoon peak hours of the south arm the highest average delay value is 808.24 sec/pcu.

Keywords : Signalized intersection, Queue, PKJI 2014

PENDAHULUAN

Jalan raya memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perubahan sektor ekonomi suatu daerah karena membantu transportasi. Jalan raya akan membawa arus lalu lintas manusia yang cenderung meningkat

seiring dengan pertumbuhan penduduk dan tingkat aktivitas. Suatu tempat yang potensial terjadi kecelakaan, kepadatan, dan kemacetan lalu lintas adalah persimpangan.

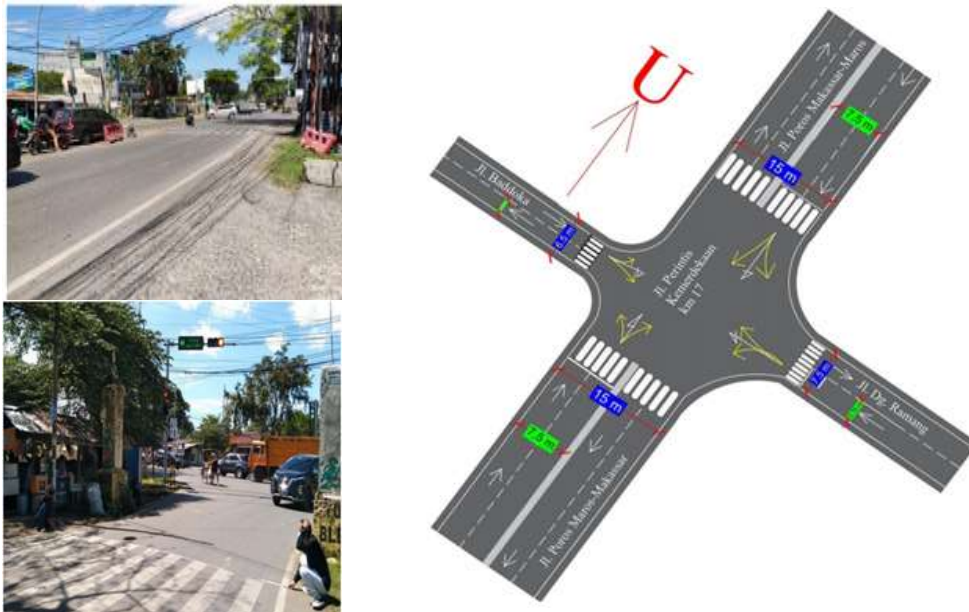
Salah satu simpang bersinyal yang menjadi akses penghubung Kota Makassar dan Kabupaten Maros adalah simpang Baddoka, simpang ini memiliki beberapa pendekat, yaitu Pendekat Utara merupakan Jl. Perintis Kemerdekaan Km 17 yang terdiri dari 4 lajur dengan lebar jalan 15 meter. Pendekat Barat merupakan Jl. DG. Ramang yang terdiri dari 2 lajur dengan lebar jalan 6,5 meter, Pendekat Selatan merupakan Jl. Poros Makassar - Maros yang terdiri dari 4 lajur dengan lebar jalan 15 meter. Pendekat Timur merupakan Jl. Batara Bira Baddoka yang terdiri dari 2 lajur dan memiliki lebar jalan 7,5 meter. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan ataupun transportasi di Kota Makassar tentu akan mengakibatkan antrian kendaraan yang cukup panjang di persimpangan Baddoka kota Makassar. Sebagai contoh pada hari kerja, jam puncak pagi hari 07.00 WIB. Pada pendekat Perintis Kemerdekaan arah ke kota antrian terlihat sepanjang kurang lebih (100) meter, pendekat Baddoka arah tol dan Perintis Kemerdekaan terlihat antrian sepanjang kurang lebih (100) meter, pendekat Perintis Kemerdekaan arah ke Maros juga terlihat antrian kurang lebih sepanjang (200) meter.

Penelitian serupa sudah banyak dilakukan sejak lama dengan menggunakan wilayah studi yang berbeda sebelum penelitian ini dilakukan dengan menggunakan hirarki rencana penelitian yang telah disusun sebelumnya. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Kristanti dkk, 2020 dalam “Hambatan Samping Depan Mtos”. Pada simpang bersinyal jalan Abdullah Daeng Sirua – Jalan Taman Makam Pahlawan – Jalan Batua Raya terdapat korelasi yang jelas antara arus dan kapasitas, arus dan antrian, serta arus dan tundaan. Semakin besar nilai saat ini, semakin besar kapasitas, antrian, dan penundaan. [1]. Bien & Primasworo, 2019 melakukan penelitian dengan judul “Analisa Panjang Antrian Kendaraan Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersinyal Di Kota Batu (Studi Kasus: Jalan Imam Bonjol Bawah, Jalan Diponegoro, Jalan Wukir Dengan Jalan Patimura)”. Panjang antrian terlihat di Jalan Wukir pada pagi, siang, dan malam hari. Di Jalan Diponegoro ada pagi, siang, dan sore hari. Di Jalan Imam Bonjol Bawah, mereka hadir pada pagi, siang, dan malam hari. Jarak dari Patimura adalah 67,96 mil, 68,07 mil, dan 67,87 mil pada malam hari. Pagi: 226,46 detik/smp rata-rata tundaan persimpangan 232,99 detik/smp pada sore hari. 232,19 detik/smp pada sore hari. [2]. Hasanuddin dkk, 2021, ” Analisis Kapasitas dan Kinerja Simping Bersinyal Pada Simping Abdullah Dg. Sirua”. Berikut ini dapat ditarik temuan penelitian ini berdasarkan hasil analisis kinerja pengoperasian simpang bersinyal di Jalan Abdullah Dg. Sirua. Ada 3 fase pergerakan kendaraan di persimpangan ini, dan waktu sinyal yang ditentukan oleh APILL saat ini adalah 62 detik. Biasanya banyak kendaraan yang melintasi Jalan Abdullah Dg. Sirua. Volume lalu lintas melebihi 8.813 kendaraan/jam pada jam puncak pagi, 6.814 kendaraan/jam pada jam puncak sore, dan 8.370 kendaraan/jam pada puncak sore.. [3]. P et al., 2019, dalam penelitiannya yang berjudul ”Analisis Kinerja Simping Bersinyal (Studi Kasus Simping Mitra Batik Kota Tasikmalaya)”. Derajat kejenuhan simpang Mitra Batik yang memanfaatkan aplikasi Sidra adalah 0,87 untuk arah barat, 0,65 untuk arah utara, 0,87 untuk arah timur, dan 0,82 untuk arah selatan, demikian hasil temuan penelitian. Dengan Panjang antrian 24,9 smp untuk barat dan Panjang antrian 174 m, 13,5 smp untuk utara dan Panjang antrian 156 m, serta 13,7 smp untuk selatan dan Panjang antrian masing-masing 96 m. [4]. Sarwanta, 2016, dalam penelitiannya dengan judul ”Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal Lalu Lintas Di Persimpangan Simping Dago Kota Bandung”. Kesimpulan yang dapat diambil dari analisis kinerja simpang dago menggunakan standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997: antrian lengan B (Jl Siliwangi) adalah yang terpanjang, berukuran 56,9 meter, sedangkan antrian lengan T (Jl. Dipati Ukur) adalah yang terpendek, berukuran 24 meter. [5].

METODE PENELITIAN

1. Lokasi penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pada persimpangan Baddoka Jalan Perintis Kemerdekaan Km 17. Dimana pada arah Utara pada Jl. Poros Makassar- Maros memiliki lebar jalan keseluruhan yaitu 15 meter, pada arah Timur merupakan Jl.Dg. Ramang memiliki lebar jalan keseluruhan yaitu 7,5 meter , dan pada arah Barat merupakan Jl. Baddoka memiliki lebar jalan keseluruhan 6,5 meter.



Gambar 1. Lokasi penelitian dan potongan melintang jalan

2. Jenis Survei

Pelaksanaan survey dilaksanakan selama 4 hari yaitu Senin, Rabu, Jumat, dan Minggu. Data yang akan diambil setiap hari survei yaitu pada jam- jam puncak yang dipilih berdasarkan hasil survei pendahuluan yaitu:

Tabel 1. Jadwal Survey Lalu Lintas Penelitian

Hari	Waktu penelitian		
	Pagi	Siang	Sore
Senin	06.00 – 09.00	12.00 – 14.00	16.00 – 18.00
Rabu	06.00 – 09.00	12.00 – 14.00	16.00 – 18.00
Jumat	06.00 – 09.00	12.00 – 14.00	16.00 – 18.00
Minggu	06.00 – 09.00	12.00 – 14.00	16.00 – 18.00

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. ANALISIS

a. Arus Lalu Lintas

Pengambilan data arus lalu lintas diperoleh dari survey secara langsung di lapangan selama 3 jam di pagi hari, 2 jam di siang hari dan 2 jam di sore hari dengan data pada tiap lengan. Dimana perhitungan volume

kedaraan dihitung per 15 menit yang kemudian diubah dalam satuan kendaraan/jam. Data yang telah dirubah dalam satuan kendaraan/jam kemudian dikonversikan dalam satuan skr/jam.

b. Fase

Persimpangan ini memiliki 2 fase yang terdiri atas fase 1 (Jl. Poros Makassar – Maros) Dan (Jl. Poros Maros – Makassar) pada fase 2 terdiri dari (Jl. Dg Ramang) dan (Jl. Baddoka). Pada siklus fase 1 memiliki waktu lampu hijau 30 detik, 2 detik lampu kuning dan merah 40 detik, pada fase 2 memiliki lampu hijau 27 detik, 2 detik lampu kuning dan 82 detik lampu merah.

c. Faktor Penyesuaian

a) Faktor Penyesuaian Kota

Berdasarkan jumlah penduduk kota Makassar diketahui faktor penyesuaian ukuran kota. Jumlah penduduk kota Makassar tahun terakhir (2022) yaitu kurang lebih 1,571,814 jiwa (Goggle internet). Melihat ke tabel penyesuaian ukuran kota (Fcs) maka nilainya 1,00.

b) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

- 1) Tipe lingkungan
- 2) Aktivitas samping pendekat
- 3) Tipe fase keberangkatan arus
- 4) Faktor penyesuaian kelandaian
- 5) Faktor penyesuaian kendaraan parkir

c) Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{Bka})

Pada jam puncak sore lengan Utara :

$$F_{Bka} = 1,0 + \frac{SM + KR + KB}{Q} \times 0,26$$

$$= 1,0 + \frac{48,1}{1043} \times 0,26 = 1,012$$

Tabel 2. Faktor Penyesuaian Belok kanan

Jam Puncak	Pendekat	Rasio kendaraan berbelok (skr/jam)	Faktor-faktor penyesuaian Belok Kanan (skr/jam)
		Rbka	Fbka
Pagi	Utara	0.068	1.018
	Selatan	0.05	1.013
	Timur	0.175	1.046
	Barat	0.521	1.135
Siang	Utara	0.051	1.013
	Selatan	0.082	1.021
	Timur	0.345	1.09
	Barat	0.493	1.128
Sore	Utara	0.046	1.012
	Selatan	0.089	1.023
	Timur	0.283	1.074
	Barat	0.391	1.102

Pada Tabel 2 dapat dilihat nilai faktor koreksi belok kanan terbesar terjadi pada jam puncak pagi lengan barat pagi hari sebesar 1,135, sedangkan faktor koreksi belok kanan terkecil terjadi pada jam puncak sore lengan utara sebesar 1,012.

d) Faktor Koreksi Belok Kiri (F_{Bki})

Pada jam puncak pagi lengan Utara :

$$F_{Bki} = 1,0 + \frac{SM+KR+KB}{Q} \times 0,16$$

$$= 1,0 + \frac{30,8}{687,6} \times 0,16 = 1,007$$

Tabel 3. Faktor Penyesuaian Belok Kiri

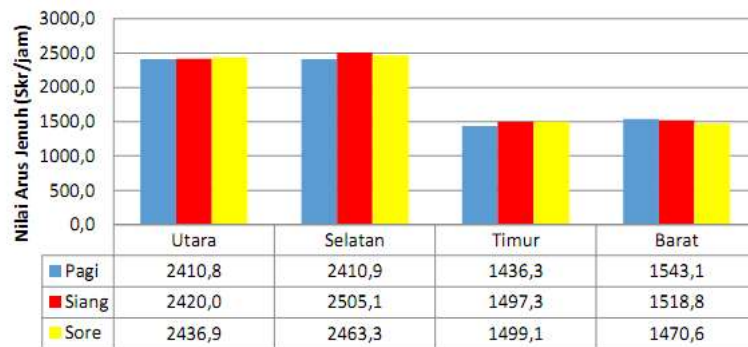
Jam Puncak	Pendekat	Rasio kendaraan berbelok (skr/jam)	Faktor-faktor penyesuaian Belok kiri (skr/jam)
		Rbki	Fbki
Pagi	Utara	0.045	1.007
	Selatan	0.074	1.012
	Timur	0.383	1.062
	Barat	0.316	1.051
Siang	Utara	0.097	1.016
	Selatan	0.268	1.043
	Timur	0.389	1.062
	Barat	0.254	1.041
Sore	Utara	0.149	1.024
	Selatan	0.147	1.024
	Timur	0.496	1.079
	Barat	0.200	1.032

Dari Tabel 3 diketahui bahwa nilai koreksi belok kiri terbesar terjadi pada jam puncak sore lengan timur sebesar 1,079 dan nilai koreksi belok kiri terkecil terjadi pada jam puncak pagi lengan utara sebesar 1,007.

d. Arus Jenuh (S)

Arus Jenuh pada jam puncak pagi lengan selatan

$$S = 2400 \times 0,98 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,012 \times 1,013 = 2410,9 \text{ skr/jam}$$



Gambar 2. Nilai Arus Jenuh (S)

Pada Gambar 2 dapat dilihat nilai arus jenuh terbesar yang terjadi pada jam puncak siang hari pada pendekat selatan sebesar 2505,1 skr/jam dan nilai arus jenuh terkecil yang terjadi pada pendekat timur sebesar 1436,3 skr/jam.

e. Waktu Hilang

Dari hasil pengamatan di simpang bersinyal Baddoka pada setiap lengan terjadi waktu hilang sebesar 9 detik sehingga total waktu hilang dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sum H_H = 9 + 9 = 18 \text{ detik.}$$

f. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Untuk pengendalian waktu tetap, waktu siklus telah ditentukan pada waktu sinyal pada setiap lengan yang ada yaitu 111 detik.

$$c = 82 + 2 + 27 = 111 \text{ detik.}$$

Tabel 4. Waktu Siklus

Jam puncak	Rasio arus simpang (RAS)	Total waktu hilang (HH)	Waktu siklus (c)
Pagi	0.747	9	111
Siang	0.53	9	111
Sore	1.107	9	111

Waktu hijau pada jam puncak pagi lengan Utara

$$H = (111 - 9) \times 0,382 = 39 \text{ det.}$$

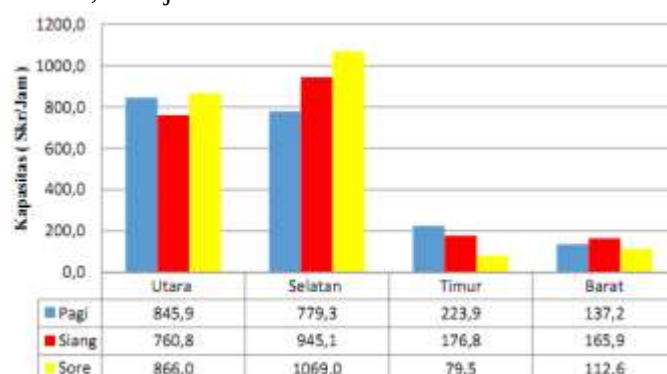
Tabel 5. Waktu Hijau (H)

Jam Puncak	Pendekat	Waktu hilang (HH)	Waktu siklus	Rasio fase (RF)	Waktu hijau (det)
		Rbki	Fbki		
Pagi	Utara	9	111	0.382	39
	Selatan			0.352	36
	Timur			0.17	17
	Barat			0.097	10
Siang	Utara	9	111	0.342	35
	Selatan			0.411	42
	Timur			0.128	13
	Barat			0.119	12
Sore	Utara	9	111	0.387	39
	Selatan			0.472	48
	Timur			0.058	6
	Barat			0.083	8

g. Kapasitas (C)

Kapasitas pada jam puncak lengan barat :

$$C = 2410,8 \times (39/111) = 845,9 \text{ skr/jam.}$$



Gambar 3. Kapasitas (C)

Pada Gambar 3 dapat dilihat nilai kapasitas terbesar pada jam puncak sore lengan selatan sebesar 1069,0 skr/jam dan nilai kapasitas yang terkecil pada jam puncak sore lengan timur sebesar 79,5 skr/jam.

h. Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat kejenuhan pada jam puncak pagi lengan utara :

$$D_j = 687,6/845,9 = 0,8129$$



Gambar 4. Derajat Kejenuhan (D_j)

Dari Gambar 4 dapat dilihat nilai derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada jam puncak sore lengan selatan sebesar 1,204 dan derajat kejenuhan terkecil yang terjadi pada jam puncak siang pada lengan selatan sebesar 0,577.

i. Panjang Antrian (PA)

Untuk lengan selatam pada jam puncak sore :

$$PA = (55 \times 20)/4 = 272,61 \text{ m}$$



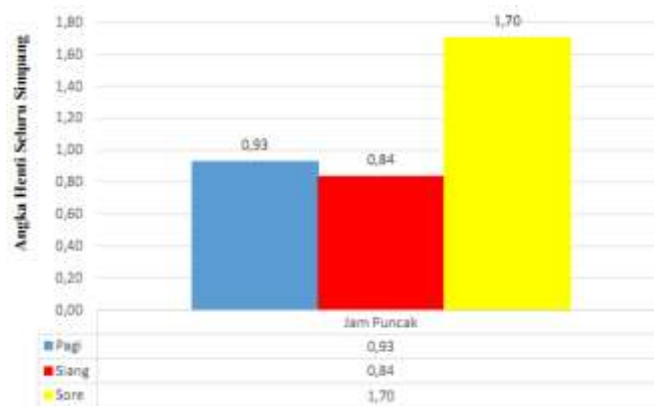
Gambar 5. Panjang Antrian (PA)

Dari Gambar 5 dapat dilihat panjang antrian terbesar terjadi pada jam puncak sore lengan selatan sebesar 344,68 m, dan panjang antrian terkecil terjadi pada jam puncak Siang lengan barat sebesar 37,91 m.

j. Kendaraan Henti

Pada jam puncak sore nilai angka henti seluruh simpang :

$$N_{HTotal} = \frac{1042,8+1287,3+95,7+135,6}{1488,88+1829,28+498,89+536,02} = 1,70 \text{ skr}$$



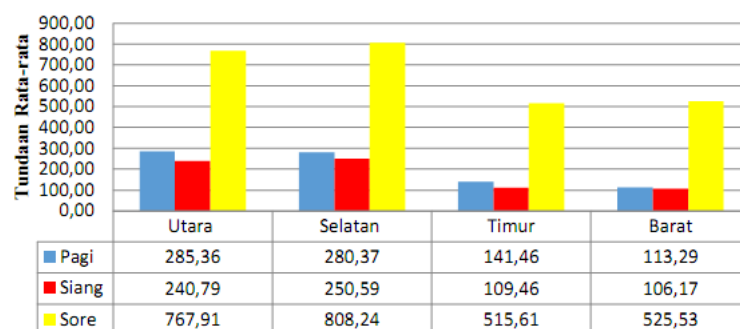
Gambar 6. Angka Henti Seluruh Simpang (N_{HTotal})

Dari Gambar 6 dapat dilihat nilai henti seluruh simpang pada jam puncak pagi sebesar 0,93 skr. Dengan jumlah kendaraan terhenti sebesar 1499,54 skr/jam, pada jam puncak siang sebesar 0,84 skr. Dengan jumlah kendaraan terhenti sebesar 987,59 skr/jam, dan pada jam puncak sore sebesar 1,70 skr. Dengan jumlah kendaraan terhenti sebesar 4353,07 skr/jam.

k. Tundaan

Tundaan rata – rata untuk lengan selatan jam puncak sore :

$$T_i = 337,5 + 4,49 = 382,07 \text{ det/skr}$$



Gambar 7. Tundaan Rata-rata

Dari Gambar 7 dapat dilihat tundaan total terbesar terjadi pada jam puncak sore lengan selatan sebesar 808,24 det/skr. Dan tundaan total terkecil terjadi pada jam puncak siang lengan barat sebesar 106,17 det/skr.

PEMBAHASAN

Berdasarkan tujuan penelitian dan rumusan masalah maka pembahasan dalam penelitian ini adalah kinerja simpang bersinyal Baddoka yang meliputi:

1. Panjang antrian yang terjadi pada simpang bersinyal Baddoka
 Jam Puncak Pagi
 Jl. Poros Maros – Makassar = 112,58 m.
 Jam Puncak Siang
 Jl. Poros Makassar – Maros = 76,93 m.
 Jam Puncak Sore

Jl. Poros Makassar – Maros = 344,68 m.

panjang antrian terbesar terjadi pada jam puncak sore lengan selatan (Jl. Poros Makassar – Maros) sebesar 344,68 m .

2. Tundaan

Tundaan rata – rata yang terjadi pada simpang bersinyal Baddoka

Jam Puncak Pagi

Jl. Poros Maros – Makassar = 285,36 det/skr.

Jam Puncak Siang

Jl. Poros Makassar – Maros = 250,59 det/skr.

Jam Puncak Sore

Jl. Poros Makassar – Maros = 808,24 det/skr.

Dapat dilihat tundaan total terbesar terjadi pada jam puncak sore lengan selatan (Jl. Poros Makassar – Maros) sebesar 808,24 det/skr.

3. Arus jenuh

Volume lalu lintas yang dapat ditampung oleh simpang saat jam sibuk sehingga nilai terbesar yang terjadi pada jam puncak pagi lengan selatan yaitu sebesar 2410,9 skr/jam, pada jam puncak siang lengan selatan yaitu sebesar 2505,1 skr/jam, dan puncak sore lengan selatan sebesar 2463,3 skr/jam.

KESIMPULAN

Dari hasil studi analisis panjang antrian kendaraan pada simpang bersinyal baddoka yang dilakukan selama 4 hari, maka hasil kesimpulan yang didapat yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa data mengenai panjang antrian kendaraan, pada jam puncak pagi lengan utara nilai panjang antrian terbesar yaitu sebesar 112,58 m, pada jam puncak siang lengan selatan nilai panjang antrian terbesar yaitu sebesar 76,93 m, dan pada jam puncak sore lengan selatan nilai panjang antrian terbesar yaitu 344,68 m.
2. Berdasarkan hasil analisa data penelitian mengenai tundaan rata – rata yang terjadi pada simpang bersinyal baddoka, maka nilai tundaan rata – rata terbesar yang terjadi pada jam puncak pagi lengan utara sebesar 285,36 det/skr, pada jam puncak siang lengan selatan sebesar 250,59 det/skr, dan pada jam puncak sore lengan selatan nilai tundaan rata – rata terbesar yaitu sebesar 808,24 det/skr.
3. Nilai Arus jenuh pada simpang bersinyal baddoka sangat mempengaruhi kinerja simpang, pada jam puncak pada jam puncak pagi lengan selatan yaitu sebesar 2410,9 skr/jam, pada jam puncak siang lengan selatan yaitu sebesar 2505,1 skr/jam, dan jam puncak sore lengan selatan sebesar 2463,3 skr/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kristanti, R., Rachman, R., & Radjawane, L. E. (2020). Analisis Dampak Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan Kota Makassar. *Paulus Civil Engineering Journal*, 2(2), 85–91. <https://doi.org/10.52722/pcej.v2i2.133>
- [2] Bawangun, V., Sendow, T. K., & Elisabeth, L. (2015). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Untuk Simpang Jalan W.R. Supratman Dan Jalan B.W. Lapien Di Kota Manado. *JURNAL SIPIL STATIK*, 3(6), Article 6. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/8867>
- [3] Bien, A., & Primasworo, R. A. (2019). Analisa Panjang Antrian Kendaraan Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersinyal Di Kota Batu (Studi Kasus: Jalan Imam Bonjol Bawah, Jalan Diponegoro, Jalan Wukir Dengan Jalan Patimura). *EUREKA : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 3(1), 109–119.

- [4] Bina Marga, D. J. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta.
- [5] Bina Marga, D. J. (2014). *Panduan Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta.
- [6] Diana, E., Suryaningtyas, W., & Suprpti, E. (2016). Pengaturan Lampu Lalu Lintas di Persimpangan Jalan Ahmad Yani Giant dengan Aplikasi Pewarnaan Teori Graf. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 1, 69. <https://doi.org/10.30651/must.v1i1.99>
- [7] Dzulkarnain, R. B. S., Nadjam, A., & Prasetyo, G. D. (2021). Analisis Simpang Bersinyal Kapten Tendean, Jakarta Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, 0, 108–115.
- [8] Hasanuddin, H. A., Halim, H., Hanafie, I. M., & Trisnawathy. (2021). Analisis Kapasitas dan Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Abdullah Dg. Sirua. *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 1(1), 72–77. <https://doi.org/10.31963/jacee.v1i1.2700>
- [9] P, R. W. A., Herlina, N., & Hidayat, A. K. (2019). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mitra Batik Kota Tasikmalaya). *Akselerasi*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.37058/aks.v1i1.829>
- [10] R. Rachman dan Alpius, “Level of Service Teman Bus for Implementation of Smart Mobility in Makassar City, Indonesia,” vol. 12, no. 1, hlm. 29–35, 2023, doi: <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2023.1201004>.
- [11] R. Setiawan, R. Rachman, dan L. E. Radjawane, “Analisis Bangkitan Perjalanan Penduduk Pada Kompleks Perumahan Citra Sudiang Indah Makassar,” *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 4, no. 3, hlm. 496–504, 2022, doi: <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i3.527>.
- [12] Sarwanta, S. (2016). Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal Lalu Lintas Di Persimpangan Simpang Dago Kota Bandung. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 1(3), 132–138.
- [13] Ursilu, S. (2014). Analisis Kinerja Arus Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal Dengan Metode Mkji 1997. *RADIAL : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 2(2), 128–134. <https://doi.org/10.37971/radial.v2i2.5i4>
- [14] S. T. Londah, R. Rachman, dan H. W. Tanje, “Analisis Jarak Tempuh Perjalanan Penduduk Pada Kompleks Perumahan Citra Sudiang Indah Makassar,” *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 4, no. 3, hlm. 514–524, 2022, doi: <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i3.531>.
- [15] E. Laba, R. Rachman, dan L. E. Radjawane, “Analisis Pemilihan Moda Perjalanan Penduduk Pada Perumahan Nusa Tamalanrea Indah,” *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 4, no. 4, hlm. 580–590, 2022, doi: <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i4.541>.