

PENINGKATAN PELAYANAN JALAN MELALUI PERENCANAAN *TRAFFIC LIGHT* PADA SIMPANG TIGA JL. ANTANG RAYA - JL. UJUNG BORI KOTA MAKASSAR

Aisyah Zakaria¹

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea
aisyahzakariah_78@poliupg.ac.id

Erning Ertami Anton

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea
erning.ertami@poliupg.ac.id

A. Ansyar Ananda

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea
andiansarsmanda@gmail.com

Armansyah Tajuddin

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea
armansyah7654@gmail.com

Abstract

Jl. Antang Raya-Jl. Ujung Bori's intersection is an unsignalized intersection in Makassar City that has traffic problems and need attention because its activities are increasing day by day, especially mobility enhancement of shopping, office, and business activities that cause congestion. This study aims to determine the timing of the traffic light based on the MKJI 1997 guidelines with 3 signal phases and road widening which results in a service level of C ($DS < 0.75$). It is planned that the effective road width is 7 meters for each intersection arm with a cycle time of 52 seconds and a yellow time of 3 seconds. For setting traffic lights for the southern arm, red and green times are 39 and 10 seconds. For the northern arm, red and green times are 35 and 14 seconds. For the western arm, red and green times are 33 and 16 seconds.

Keywords: Level of Service, Intersection, Traffic Light

Abstrak

Simpang Jl. Antang Raya-Jl. Ujung Bori merupakan persimpangan tidak bersinyal di Kota Makassar yang mengalami permasalahan lalu lintas dan perlu diperhatikan dikarenakan aktivitasnya yang kian meningkat tiap harinya, terutama peningkatan pergerakan kegiatan perbelanjaan, perkantoran, dan bisnis yang menyebabkan kemacetan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu *traffic light* berdasarkan pedoman MKJI 1997 dengan 3 fase sinyal dan melalui pelebaran jalan yang menghasilkan tingkat pelayanan C ($DS < 0,75$). Direncanakan lebar jalan efektif 7 meter tiap lengan simpang dengan waktu siklus 52 detik dan waktu kuning 3 detik. Untuk pengaturan *traffic light* lengan selatan diperoleh waktu merah dan hijau, yaitu 39 dan 10 detik. Untuk lengan utara diperoleh waktu merah dan hijau yaitu 35 dan 14 detik. Untuk lengan barat diperoleh waktu merah dan hijau yaitu 33 dan 16 detik.

Kata Kunci: Tingkat Pelayanan, Persimpangan, Sinyal Lampu Lalu Lintas

PENDAHULUAN

Di Kota Makassar, permasalahan lalu lintas menjadi hal yang perlu diperhatikan dan ditangani secara serius dikarenakan Makassar memiliki pusat kegiatan perbelanjaan, perkantoran dan bisnis yang aktivitasnya semakin hari terus meningkat, terutama peningkatan pergerakan. Meningkatnya pergerakan akan menyebabkan peningkatan arus

¹ Corresponding author: aisyahzakariah_78@poliupg.ac.id

lalu lintas sehingga mempengaruhi kemampuan jalan dalam menampung arus kendaraan, dan menyebabkan kemacetan (Anton, 2020). Kemacetan ini sering terjadi di lokasi-lokasi yang padat aktivitas yang menyebabkan menurunnya tingkat pelayanan dan kinerja jalan baik itu ruas maupun simpang.

Dalam sistem transportasi, pengaturan persimpangan merupakan satu hal yang senantiasa menjadi pertimbangan dalam menjaga kelancaran arus lalu lintas. Meskipun sebenarnya persimpangan hanya mengambil bagian yang relatif kecil dari keseluruhan sistem jalan, namun menyumbang untuk sebagian besar kecelakaan lalu lintas yang terjadi (Chen dan Englund, 2016). Permasalahan yang sering terjadi di persimpangan, yaitu pengendara di arah berlawanan saling berebutan, adanya hambatan akibat pengendara yang berhenti di pinggir jalan dan volume kendaraan tidak sesuai dengan kapasitas jalan yang menyebabkan menurunnya kinerja simpang. Dengan menurunnya kinerja simpang akan menyebabkan kerugian bagi pengguna jalan karena akan terjadi antrian kendaraan, peningkatan tundaan dan penurunan kecepatan kendaraan. Hal tersebut dapat menyebabkan pengendara terhambat untuk sampai ke lokasi tujuan. Secara umum kinerja simpang dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam sistem jaringan jalan tersebut yaitu dengan penempatan lampu lalu lintas (*traffic light*) pada simpang.

Jalan Antang Raya-Jalan Ujung Bori merupakan salah satu simpang tak bersinyal di Kota Makassar. Simpang tidak bersinyal memiliki tingkat pelayanan yang sangat baik ketika arus lalu lintas rendah, namun pada kondisi intensitas lalu lintas yang meningkat dan cenderung tidak stabil maka dapat terjadi kemacetan (Ruškić & Mirović, 2021). Penyebab tingginya volume lalu lintas yang terjadi di simpang ini karena digunakan sebagai jalan alternatif menuju beberapa daerah padat penduduk, seperti Jalan Ujung Bori yang menghubungkan Jalan Antang raya ke Jalan Borong raya dan Jalan Antang raya menghubungkan jalan menuju Jalan Tamangapa Raya hingga Samata (Kabupaten Gowa). Pengendalian arus lalu lintas pada tiap persimpangan merupakan faktor penting dalam menilai kapasitas dan kinerja (*performance*) keseluruhan jaringan jalan (Widyawan dan Rukman, 2020). Oleh karena itu pengendalian arus lalu lintas dan peningkatan kinerja simpang menjadi hal yang perlu dilakukan guna meningkatkan kinerja simpang. Peningkatan kinerja yang dilakukan pada simpang tak bersinyal Jalan Antang Raya-Jalan Ujung Bori adalah melalui penempatan lampu lalu lintas pada simpang. Ada beberapa alasan yang dapat dijadikan dasar penempatan lampu lalu lintas di persimpangan dan salah satu diantaranya adalah kondisi kemacetan dan angka kecelakaan pada persimpangan yang disebabkan oleh tingginya arus lalu lintas, sehingga pengaturan simpang semula sudah tidak memadai lagi (Hutabarat, 2020).

METODOLOGI PENELITIAN

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Pengumpulan data sekunder meliputi pengumpulan data jumlah penduduk, gambar peta *Google earth*, dan *layout* geometrik jalan. Sedangkan, untuk data primer, data yang dikumpulkan berupa data geometrik jalan, data arus lalu lintas, data kecepatan kendaraan pada saat arus padat lalu lintas dan arus bebas, dan data hambatan samping, yaitu pejalan kaki, kendaraan keluar masuk, kendaraan tak bermotor, dan kendaraan parkir. Data primer

diperoleh melalui survei utama yang dilakukan selama 5 hari yaitu 3 hari kerja dan 2 hari libur dengan durasi waktu survei masing-masing 3 jam saat pagi, siang, dan sore hari. Namun, sebelum itu dilakukan juga survei pendahuluan untuk mendapatkan data berupa volume puncak lalu lintas pada jam sibuk. Setelah data-data terkumpul, berikutnya dilakukan pengolahan dan analisis data menggunakan metode MKJI 1997 dan metode Webster. Dari analisis tersebut diperoleh tingkat pelayanan pada kondisi eksisting. Dari gambaran kondisi eksisting yang diperoleh, selanjutnya direncanakan waktu siklus efektif *traffic light* yang sesuai pada Simpang tiga Jl. Antang Raya-Jl. Ujung Bori.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan *Traffic Light* pada Kondisi Eksisting Simpang

Data-data yang diperlukan pada perencanaan *traffic light* adalah data geometrik simpang (lebar pendekat, median, lajur LTOR, dan kelandaian), volume lalu lintas, hambatan samping, tipe lingkungan, dan jumlah penduduk. Untuk perencanaan awal, perhitungan waktu *traffic light* menggunakan data lebar jalan eksisting simpang sebagai berikut:

Tabel 1. Data Eksisting Geometrik Simpang

Kode pendekat	Lebar jalur m	Lebar pendekat (m)			
		Pendekat WA	Masuk W_{MASUK}	LTOR W_{LTOR}	Keluar W_{KELUAR}
		m	m	m	m
S	7,5	3,75	3,75	-	3,5
B	7	3,5	3,5	-	3,75
U	8,1	4,05	4,05	-	3,5

Jika jumlah dan jenis fase sinyal tidak diketahui, maka pengaturan dengan dua-fase sebaiknya digunakan sebagai kasus dasar. Pemisahan gerakan-gerakan belok kanan biasanya hanya dapat dipertimbangkan kalau suatu gerakan membelok melebihi 200 smp/jam (MKJI, 1997). Berdasarkan Tabel 2, arus lalu lintas belok kanan (RT) dari pendekat utara melebihi 200 smp/jam, maka fase sinyal untuk pendekat utara perlu dipisah sehingga fase sinyal yang akan digunakan sebanyak 3 fase dengan urutan fase sinyal dimulai dari pendekat selatan sampai pendekat barat (berlawanan arah jarum jam) serta tipe pendekat untuk simpang Jl. Antang Raya-Jl. Ujung Bori adalah tipe terlindung/P (tidak terjadi konflik antara arus berangkat dengan arus dari arah yang berlawanan).

Untuk perhitungan lalu lintas, dilakukan per satuan jam didasarkan pada kondisi arus lalu-lintas jam puncak. Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} dan belok-kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat. Untuk nilai emp yang digunakan, yaitu tipe terlindung. Perhitungan untuk setiap rasio kendaraan yang membelok ke kiri dan ke kanan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1. Dari Persamaan 1, diperoleh PLT dan PRT untuk pendekat barat masing-masing 0,50. Perhitungan Rasio kendaraan berbelok disajikan pada Tabel 2.

$$\text{Rasio Belok (PLT atau PRT)} = \frac{\text{Arus Berbelok (QLT atau QRT)}}{QTOT} \quad (1)$$

dimana,

PLT = rasio belok kiri,

PRT = rasio belok kanan,

QLT = arus kendaraan belok kiri (smp/jam),

QRT = arus kendaraan belok kanan (smp/jam),

QTOT = arus total (smp/jam).

Dalam menentukan arus jenuh masing-masing pendekat, terlebih dahulu perlu ditentukan lebar efektif, arus jenuh dasar, dan faktor penyesuaian (F_{cs} , FSF , FG , FP , FRT , dan FLT). Berdasarkan Tabel 1, ditentukan lebar efektif (W_e) sama dengan lebar masuk (W_{masuk}) untuk masing-masing pendekat dapat dilihat pada Tabel 3. kolom Lebar Efektif (W_e). Arus jenuh dasar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$S_o = 600 \times W_e \quad (2)$$

dimana,

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam),

W_e = lebar efektif pendekat (m).

Tabel 2. Perhitungan Rasio Kendaraan Berbelok

Pendekat	Arah	Arus lalulintas kendaraan bermotor (MV)			Total (MV)	UM	Rasio berbelok	
		Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan berat (HV)	Sepeda motor (MC)			PLT	PRT
		smp/jam emp=1	smp/jam emp=1.3	smp/jam emp=0.2	smp/ jam	kend/ jam		
Lengan Selatan (Mayor B)	ST	113	20,8	125,8	259,6	2	0,52	
	LT	125	10,4	147	282,4	3		
	Total	238	31,2	272,8	542	5		
Lengan Utara (Mayor D)	RT	145	20,8	162,8	328,6	2	0,40	
	ST	160	15,6	307,8	483,4	7		
	Total	305	36,4	470,6	812	9		
Lengan Barat (Minor C)	LT	268	58,5	118,4	444,9	0	0,50	0,50
	RT	274	71,5	99	444,5	0		
	Total	542	130	217,4	889,4	0		

Dari persamaan 2, diperoleh S_o untuk pendekat barat adalah 2100 smp/jam. Pada perhitungan arus jenuh ada beberapa faktor penyesuaian. Untuk semua tipe pendekat (tipe pendekat P dan tipe pendekat O) faktor penyesuaiannya meliputi ukuran kota, hambatan samping, kelandaian dan parkir. Untuk Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT}) dan untuk Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT}) hanya pada tipe pendekat P. Sehingga, dengan mengalikan S_o dengan faktor penyesuaian yang diperlukan, maka diperoleh S senilai 2117,5 smp/jam. Untuk perhitungan arus jenuh setiap pendekat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Arus Jenuh

Pendekat	Lebar efektif (We)	Arus jenuh dasar (So)	Faktor penyesuaian						Arus jenuh (S)
	m	smp/jam	Fcs	FSF	FG	FP	FRT	FLT	smp/jam
Lengan Barat	3,5	2100	1,00	0,97	1,00	1,00	1,13	0,92	2117,47
Lengan Selatan	3,75	2250	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	0,92	2000,56
Lengan Utara	4,05	2430	1,00	0,97	1,00	1,00	1,11	1,00	2605,11

Dari data arus jenuh (S), arus lalu lintas (Q), selanjutnya dapat dihitung nilai Rasio Arus (FR), Rasio Arus Simpang (IFR), dan Rasio Fase (PR). Hasil perhitungan FR, IFR dan PR untuk masing-masing pendekat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan FR, IFR dan PR

Pendekat	Arus (Q)	Arus jenuh (S)	Rasio arus (FR)	Rasio fase (PR)
	smp/jam	smp/jam		
Lengan Selatan	542	2000,56	0,271	0,270
Lengan Utara	812	2605,11	0,312	0,311
Lengan Barat	889,4	2117,47	0,420	0,419
		IFR =	1,003	

Berdasarkan acuan Rasio Arus Simpang IFR pada MKJI 1997, nilai Waktu Siklus Sebelum Disesuaikan (Cua) hanya dapat ditentukan jika nilai IFR berkisar antara 0,0-1,0. Sedangkan nilai IFR yang didapatkan pada Tabel 4 menunjukkan nilai di atas 1,0 yaitu 1,003. Maka untuk perhitungan waktu siklus tidak dapat dilakukan.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa untuk penempatan *traffic light* pada simpang Jl. Antang Raya-Jl. Ujung Bori pada kondisi eksisting tidak memenuhi perhitungan waktu siklus sebelum disesuaikan, sehingga untuk bisa memenuhi perhitungan waktu *traffic light* perlu adanya pelebaran jalan guna menambah nilai arus jenuh dasar (So) dimana akan menambah nilai arus jenuh masing-masing pendekat (S) yang dapat memperkecil nilai IFR sampai nilainya berkisar antara 0.0-1.0.

Perencanaan Traffic Light dengan Pelebaran Jalan

Pelebaran jalan dalam perhitungan waktu *traffic light* dimaksudkan untuk menambah nilai arus jenuh (S) sehingga nilai IFR yang diperoleh dari nilai jumlah FR_{crit} masing-masing pendekat akan bernilai sesuai rentang 0,0-1,0 dan memenuhi nilai $DS < 0,75$ atau tingkat pelayanan C (arus stabil). Berdasarkan hasil *trial and error*, lebar pendekat yang memenuhi dapat dilihat pada Tabel 5.

Dalam menentukan arus jenuh masing-masing pendekat, terlebih perlu ditentukan lebar efektif, arus jenuh dasar dan faktor penyesuaian (Fcs, FSF, FG, FP, FRT, dan FLT). Berdasarkan Tabel 5, lebar efektif (We) yang didapatkan dari *trial and error* untuk masing-masing pendekat, yaitu 7 meter.

Tabel 5. *Trial and Error* Lebar Efektif (We) untuk Perhitungan Waktu *Traffic Light* dengan Pelebaran Jalan

Pendekat	Lebar efektif (We)	Arus jenuh (S)	Rasio arus	Derajat
	m	smp/jam	(FR)	kejenuhan (DS)
Lengan Selatan	7	4074	0,13	0,69
Lengan Utara	7	4074	0,20	0,74
Lengan Barat	7	4074	0,22	0,71
		IFR =	0,55	< 0,75

Dari data arus jenuh (S) dan arus lalu lintas (Q) yang ada, lalu dihitung nilai FR, IFR, dan PR. Hasil perhitungan FR, IFR dan PR untuk masing-masing pendekat disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan FR, IFR, dan PR untuk Perhitungan Waktu *Traffic Light* dengan Pelebaran Jalan

Pendekat	Arus (Q)	Arus jenuh (S)	Rasio arus (FR)	Rasio fase (PR)
	smp/jam	smp/jam		
Lengan Selatan	542	4074	0,13	0,24
Lengan Utara	812	4074	0,20	0,36
Lengan Barat	889,4	4074	0,22	0,40
		IFR =	0,55	

Selanjutnya, dilakukan perhitungan Waktu Antar Hijau (IG). Waktu Antar Hijau perjumlahan Waktu Merah Semua (CT) dan Waktu Kuning. Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik (MKJI, 1997). Nilai CT dapat dihitung menggunakan persamaan 3. Hasil perhitungan nilai CT untuk setiap pendekat dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang untuk Perhitungan Waktu *Traffic Light* dengan Pelebaran Jalan

Lalu lintas berangkat		Lalu lintas datang			Waktu merah semua (det)	
Pendekat	Kecepatan VE m/det	Pendekat	B	S		U
		Kecepatan VA m/det	10	10	10	
B	10	Jarak berangkat-datang (m)			11+5-15	0,2
		Waktu berangkat-datang (det)			1,1+0,5-1,5	
S	10	Jarak berangkat-datang (m)	8+5-7,8			0,5
		Waktu berangkat-datang (det)	0,8+0,5-0,8			
U	10	Jarak berangkat-datang (m)	15+5-11			0,8
		Waktu berangkat-datang (det)	1,5+0,5-1,1			
Penentuan waktu merah semua						
					Fase 1 --> Fase 2	1
					Fase 2 --> Fase 3	1
					Fase 3 --> Fase 1	1
Waktu kuning total (3 deVfase)						9
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)						12

$$CT = \text{MAX} \left\{ \frac{LEV+IEV}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \right\} \quad (3)$$

dimana,

CT = Waktu merah semua (detik),

LEV, LAV = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m),

IEV = Panjang kendaraan yang berangkat (m),

VEV, VAV = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/detik).

Dari Tabel 7, terlihat bahwa Waktu Hilang Total (LTI) yang diperoleh adalah 12 detik. Sehingga, dari data tersebut dan data IFR yang telah diperoleh sebelumnya, maka diperoleh Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian Sinyal (Cua) yaitu 51,19 detik. Selanjutnya, untuk Tampilan Waktu Hijau pada Fase (g) dihitung dengan menggunakan persamaan 4. Hasil perhitungan Waktu Hijau masing masing pendekat disajikan pada Tabel 8.

$$g = Cua - LTI \times PR \quad (4)$$

dimana:

g = Tampilan waktu hijau pada fase (detik),

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (detik),

LTI = Waktu hilang total per siklus (detik),

PRi = Rasio fase.

Tabel 8. Waktu Hijau untuk Perhitungan Waktu *Traffic Light* dengan Pelebaran Jalan

Pendekat	Rasio fase (PR)	Waktu siklus (Cua)	Waktu hilang (LTI)	Waktu hijau (g)	Waktu hijau disesuaikan (g)
		detik	detik	detik	detik
Lengan Selatan	0,24			9	10
Lengan Utara	0,36	51,19	12	14	14
Lengan Barat	0,40			16	16
				$\sum g =$	40

Setelah diperoleh nilai Waktu Hijau dan Waktu Hilang, selanjutnya bisa dihitung Waktu Siklus yang Disesuaikan (c). Nilai c yang diperoleh berdasarkan perhitungan MKJI 1997 adalah 52 detik. Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan apakah dengan nilai Waktu Hijau dan Waktu Siklus yang didapatkan berpengaruh positif terhadap Kapasitas dan Derajat Kejenuhan simpang yang diteliti. Dengan menggunakan standar perhitungan MKJI 1997, maka diperoleh nilai kapasitas dan derajat kejenuhan tiap pendekat seperti yang tersaji pada Tabel 9, dimana DS untuk semua pendekat di bawah 0,75.

Tabel 9. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan untuk Perhitungan Waktu *Traffic Light* dengan Pelebaran Jalan

Pendekat	Arus jenuh (S)	Waktu hijau (g)	Waktu siklus (c)	Kapasitas (C)	Arus (Q)	Derajat kejenuhan (DS)
	smp/jam	detik	detik	smp/jam	smp/jam	smp/jam
Lengan Selatan	4074	10	52	783.5	542.0	0.69
Lengan Utara	4074	14	52	1096.8	812.0	0.74
Lengan Barat	4074	16	52	1253.5	889.4	0.71

Setelah semua prosedur perhitungan dilakukan, maka didapatkan waktu *traffic light* pada simpang Jl. Antang Raya-Jl. Ujung Bori seperti yang tersaji pada Tabel 10 dan Gambar 1.

Tabel 10. Waktu *Traffic Light* dengan Pelebaran Jalan

Fase sinyal	Waktu kuning (a) detik	Waktu merah semua (All red) detik	Waktu antar hijau (IG) detik	Waktu siklus (c) detik	Waktu hijau (g) detik	Waktu merah detik
Fase 1	3	1	4	52	10	38
Fase 2	3	1	4	52	14	34
Fase 3	3	1	4	52	16	32



Gambar 1. Waktu *Traffic Light* dengan Pelebaran Jalan

Setelah didapatkan waktu siklus dengan perencanaan seperti diatas, selanjutnya hasil perhitungan disimulasikan ke Vissim untuk melihat kondisi dari hasil rekayasa yang dilakukan. Sebelum disimulasikan, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan uji *Geoffrey E. Havers* (GEH) untuk memastikan semua ruas jalan di masing-masing periode sudah memenuhi syarat. GEH adalah pengukuran statistik yang dimodifikasi dari Uji t yang memperhitungkan baik perbedaan mutlak maupun persentase antara yang dimodelkan dan yang diamati (Feldman, 2012). Kalibrasi yang dilakukan, diperoleh nilai GEH untuk tiap pendekatan < 5, yang berarti model simulasi sudah dapat diterima atau sudah terkalibrasi. Visualisasi 3D simulasi disajikan pada Gambar 2. Dari hasil simulasi didapatkan rata-rata tingkat pelayanan (LoS) dari tiap pendekatan berada pada level C.



Gambar 2. Visualisasi 3d Hasil Simulasi

KESIMPULAN

Tingkat Pelayanan (LoS) simpang tiga Jl. Antang Raya-Jl. Ujung Bori pada kondisi eksisting berdasarkan MKJI 1997 adalah berada pada level F baik pada periode pagi, siang, dan sore hari. Penempatan *traffic light* pada simpang Jl. Antang Raya-Jl. Ujung Bori pada kondisi eksisting tidak memenuhi perhitungan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua). Hal ini dikarenakan nilai Cua tidak bisa ditentukan ketika IFR di luar dari kisaran 0,0-1,0, sebagaimana dari hasil perhitungan nilai IFR yang diperoleh bernilai 1,003. Oleh karenanya, untuk bisa memenuhi perhitungan waktu *traffic light* perlu adanya pelebaran jalan sehingga dapat menambah nilai arus jenuh masing-masing pendekat dan dapat memperkecil IFR sampai nilainya berada di kisaran angka yang diharapkan.

Setelah dilakukan penambahan lebar jalan, dengan lebar jalan efektif masing-masing 7 meter tiap pendekat simpang, diperoleh pengaturan *traffic light* dimana pada fase bagian selatan waktu siklus yang didapatkan adalah 52 detik dengan waktu merah 39 detik, waktu kuning 3 detik dan waktu hijau 10 detik. Sedangkan untuk pengaturan *traffic light* pada fase bagian utara didapatkan waktu siklus 52 detik dengan waktu merah 35 detik, waktu kuning 3 detik dan waktu hijau 14 detik. Pengaturan *traffic light* pada fase bagian barat didapatkan waktu siklus 52 detik dengan waktu merah 33 detik, waktu kuning 3 detik dan waktu hijau 16 detik. Derajat kejenuhan berdasarkan simulasi ini di bawah 0,75, yang menunjukkan kondisi arus stabil, dimana pada kondisi eksisting tingkat pelayanan simpang berada di level LoS F dengan derajat kejenuhan di atas 0,75.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, E. E. 2020. Analisis Kinerja Ruas Jalan Tamalanrea Raya Kota Makassar. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(3), 244–250.
- Chen, L. dan Englund, C. 2016. Cooperative Intersection Management: A Survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 17(2), 570–586.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). In *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Feldman, O. 2012. The GEH measure and quality of the highway assignment m. *Association for European Transport and Contributors*, 1–18.
- Hutabarat, S. 2020. Perencanaan Traffic Light Pada Persimpangan Jalan Garuda Sakti - Jalan Melati - Jalan Binawidya Kota Pekanbaru. *Jurnal Teknik*, 14(2), 193–202.
- Ruškić, N. dan Mirović, V. 2021. Estimation of left-turn capacity at the unsignalized intersection. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 106(August 2020), 102170.
- Widyawan, S. dan Rukman. 2020. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal untuk Meningkatkan Keselamatan pada Simpang Depok Kota Depok. *Airman: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 2(1), 29–37.