



MANAGEMENT SIMPANG DITINJAU DARI ASPEK TEKNIS DAN EKONOMI

Studi Kasus: Simpang RAPP Kabupaten Pelalawan

 Hendra Agustian^a, Ari Sandhyavitri^b, Muhammad Ikhsan^b
^aMahasiswa Magister Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru.

^bDosen Magister Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru.

INFO ARTIKEL

Diterima: 5 Juli 2020

ABSTRAK

Simpang RAPP merupakan salah satu persimpangan empat dengan arus lalu lintas yang paling padat di Kabupaten Pelalawan. Pada simpang ini terjadi pertemuan arus lalu lintas dari Jalan Lintas Timur arah RAPP dan arah Kota Pelalawan, Jalan Langgam RAPP, dan Jalan Lingkar. Komposisi kendaraan terdiri dari sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Pada jam sibuk, terjadi kemacetan dan tundaan yang signifikan terhadap kendaraan dengan antrian yang panjang. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis kinerja simpang bersinyal kondisi aktual berdasarkan MKJI 1997. Kinerja simpang akan dievaluasi berdasarkan parameter derajat kejenuhan dan tundaan rata-rata kendaraan. Setelah evaluasi kondisi simpang aktual, beberapa alternatif perbaikan kinerja simpang dilakukan untuk menganalisis pengaruhnya terhadap kinerja simpang. Alternatif perbaikan kinerja simpang tersebut adalah dengan pembebasan hambatan samping, pelarangan gerakan belok kiri langsung (LTOR), kombinasi pembebasan hambatan samping dan pelarangan gerakan LTOR, dan penyesuaian waktu hijau untuk masing-masing fase. Untuk kondisi aktual dan masing-masing kondisi alternatif perbaikan, dihitung juga kerugian finansial operasional kendaraan akibat tundaan pada simpang ini, kemudian dilengkapi dengan analisis biaya operasional kendaraan untuk tiap jenis kendaraan. Dengan diperolehnya data atau parameter ini, kinerja simpang dapat ditentukan dan dievaluasi secara kuantitatif.

Kata kunci: Simpang RAPP, MKJI 1997, Kinerja Simpang, Derajat Kejenuhan, Tundaan Rata-Rata.

E-MAIL

 Penulis 1 hendraagustianmz@gmail.com

ABSTRACT

The RAPP intersection is one of the four intersections with the most congested traffic flow in Pelalawan Regency. At this intersection there is a meeting of traffic flow from the Eastern Cross Road towards the RAPP direction and the direction of Pelalawan City, the RAPP Langgam Road, and the Ring Road. The composition of vehicles consists of motorbikes, light vehicles and heavy vehicles. During rush hour, traffic jams and delays occur significantly for vehicles with long queues. In this study, an analysis of the actual condition signaled intersection performance was based on the MKJI 1997. The performance of the intersection will be evaluated based on the parameters of the degree of saturation and the average delay of the vehicle. After evaluating the actual intersection conditions, several alternative improvements to the intersection performance are carried out to analyze the effect on the performance of the intersection. The alternative to improve the performance of the intersection is by releasing side barriers, prohibition of direct left turn movement (LTOR), a combination of releasing side barriers and prohibition of LTOR movements, and adjusting the green time for each phase. For the actual conditions and each alternative repair condition, the operational financial loss of the vehicle due to delays at this intersection is also calculated, and then equipped with an analysis of vehicle operating costs for each type of vehicle. With this data or parameter obtained, the

Kata kunci: RAPP Intersection, MKJI 1997, Intersection Performance, Degree Of Saturation, Average Delay.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pangkalan Kerinci adalah sebuah Kecamatan yang juga merupakan Ibu Kota Kabupaten Pelalawan, Riau. Kecamatan ini memiliki potensi pengembangan yang pesat karena terletak di Jalan Raya Lintas Sumatera. Menurut data Kabupaten Pelalawan dalam angka tahun 2018, Kecamatan Pangkalan Kerinci mempunyai tingkat laju pertumbuhan penduduk tertinggi dibanding dengan kecamatan lainnya di Kabupaten Pelalawan dengan besar laju pertumbuhan penduduk 11.35%.

Menurut MKJI (1997) bahwa angka derajat kejenuhan (DS) pada jam puncak tidak lebih besar dari 0,75. Arus lalulintas berinteraksi dengan sistem jaringan transportasi. Jika arus lalulintas meningkat pada ruas jalan tertentu, waktu tempuh pasti bertambah (karena kecepatan menurun). Arus maksimum yang dapat melewati suatu ruas jalan biasa disebut kapasitas ruas jalan tersebut. Arus maksimum yang dapat melewati suatu titik (biasanya pada persimpangan dengan lampu lalulintas biasa disebut arus jenuh (Ofyar Z Tamin,2000). Menurut Budi D Sinulingga (1999) menyatakan, jika kapasitas jalanan tidak dapat lagi menampung, maka lalu lintas akan terhambat dan akan mengalir sesuai dengan kapasitas jaringan jalan maksimum.

Kemacetan biasanya terjadi di persimpangan jalan, apalagi bila simpang tersebut berdekatan dengan pusat keramaian, karena konflik pergerakan yang terjadi antar kendaraan yang datang dari tiap kaki simpang (Aryandi & Munawar, 2014). Simpang RAPP merupakan Simpang dengan aktifitas yang ramai dimana area tersebut merupakan area industri, komersil dan pusat Kota Kabupaten Pelalawan. Terdapat aktivitas pergerakan lalu lintas yang terjadi yang dilakukan pengguna jalan untuk melewati Jalan lintas timur yaitu dari Jalan phonton RAPP, Jalan lingkaran, jalan masuk rapp. Jalan di depan area RAPP, kurang lebih lebar sisi kiri 7 meter dan lebar sisi kanan 7 meter (arah selatan ke utara). Akibat penggunaan parkir kendaraan dan penjual pk1 yang menggunakan bahu jalan hingga ke badan jalan sekitar

1,5 meter, sehingga jalan yang harusnya bisa digunakan kurang lebih 3 lajur kendaraan roda 4 menjadi kurang lebih 2 lajur kendaraan roda empat. Serta terdapat akses jalan masuk dan keluar RAPP yang berjarak sekitar 48 meter dari simpang empat tersebut.

Untuk menyikapi masalah yang terjadi pada simpang Rapp, perlu dilakukan evaluasi kinerja simpang untuk mendapatkan gambaran kondisi simpang saat ini dengan meneliti volume lalu lintas, sehingga bisa didapatkan solusi untuk pemecahan masalah tersebut. Volume lalu lintas adalah salah satu parameter dasar yang dibutuhkan dalam pengembangan dan pengoperasian semua sistem jaringan jalan.

1.2. Tujuan

1. Mengevaluasi kinerja simpang RAPP Pangkalan Kerinci Kabupaten Pelalawan pada kondisi lalu lintas saat jam puncak dengan derajat jenuh (DS) sebagai parameter penentu kinerja simpang .
2. Mengkaji secara teknis alternatif manajemen lalu lintas
3. Mengkaji secara ekonomi

II. METODE PENELITIAN

2.1. Pengambilan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder meliputi:

1. Data volume lalu lintas dan proporsi pengguna jalan didapat dengan melakukan traffic counting.
2. Data waktu sinyal, didapat dengan penghitungan langsung di lokasi penelitian.
3. Data geometrik jalan, didapat dengan pengamatan dan pengukuran langsung di lokasi penelitian. Data sekunder berupa ukuran kota dan jumlah penduduk.

2.2. Analisis Data

Analisa data menggunakan metode MKJI 1997 dalam penentuan kinerja simpang yang didapat dari masing-masing strategi penanganan, dengan

tinjauan teknis berupa tundaan yang terjadi, panjang antrian yang terjadi dan jumlah kendaraan henti.

Untuk ruas jalan kapasitas (C) berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997), dapat dinyatakan dengan rumus 2.2 sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_w \times F_{ks} \times F_{sp} \times F_{sf} \times F_{cs}$$

Dimana :

C = Kapasitas (skr/jam)

C₀ = Kapasitas dasar

F_w = Faktor penyesuaian lebar jalan

F_{ks} = Faktor penyesuaian kerb dan bahu jalan

F_{sp} = Faktor penyesuaian arah lalu lintas

F_{sf} = Faktor penyesuaian gesekan samping

F_{cs} = Faktor ukuran kota

Titik konflik kritis pada masing-masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua terbesar

$$\text{Merah semua } A_i = \left(\frac{L_{EV} + L_{EV}}{V_{EV}} - \frac{L_{EV}}{V_{AV}} \right)_{MAX}$$

Dimana:

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

IEV = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

Tundaan lalu lintas adalah waktu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan lalu lintas rata – rata tiap pendekat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

dengan :

DT = tundaan lalu lintas rata-rata (detik/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

D = derajat jenuh

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Survey Lalu Lintas

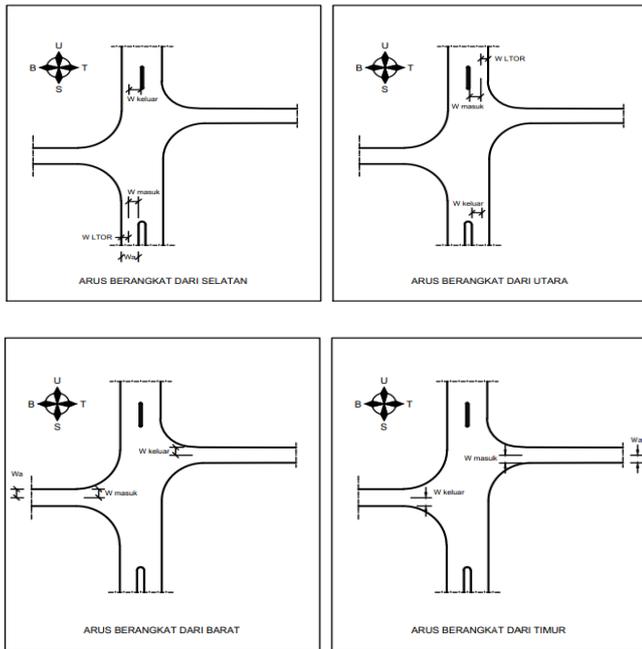
Rekapitulasi data survey arus lalu lintas kendaraan bermotor ditabulasikan dalam Tabel 4.1. Arus kendaraan dibagi dalam 3 arah, yaitu belok kiri (LT), lurus (ST), dan belok kanan (RT) yang dinyatakan dalam satuan kendaraan per jam. Sesuai klasifikasi kendaraan MC, LV, dan HV dalam MKJI 1997.

Tabel 1. Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor

No.	Jenis Kendaraan	Klasifikasi	Distribusi Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (kend/jam)					
			S ke (U,B,T)			U ke (S,B,T)		
			LT	ST	RT	LT	ST	RT
1.	Sepeda Motor, Secoter, Sepeda Kumbang dan Bajaj (Roda 3)	MC	85	230	173	107	243	61
2.	PCU	LV	83	164	153	32	185	76
3.	Opelet, Pick-Up Opelet, Suburban. Combi dan Mini Bus	LV	13	27	15	30	63	17
4.	Pick-Up, Micro Truk, dan Mobil Box	LV	9	29	7	24	37	40
5.	Bus Kecil	LV	11	9	10	11	6	9
6.	Bus Besar	HV	5	8	4	3	7	7
7.	Truk 2 Sumbu	HV	23	8	5	28	43	29
8.	Truk 3 Sumbu	HV	4	7	2	19	54	25
9.	Truk Gandengan	HV	5	3	1	9	17	9
10.	Truk Semi Trailer	HV	1	2	1	21	28	8
Jumlah per Arah (Aktual 2019)			239	487	371	284	683	281
Jumlah Semua Arah (Aktual 2019)			1097			1248		

Tabel 1. Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (Lanjutan)

No.	Jenis Kendaraan	Klasifikasi	Distribusi Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (kend/jam)					
			B ke (U,S,T)			T ke (U,S,B)		
			LT	ST	RT	LT	ST	RT
1.	Sepeda Motor, Secoter, Sepeda Kumbang dan Bajaj (Roda 3)	MC	40	33	43	88	28	41
2.	PCU	LV	46	43	67	75	35	60
3.	Opelet, Pick-Up Opelet, Suburban. Combi dan Mini Bus	LV	16	14	18	18	21	15
4.	Pick-Up, Micro Truk, dan Mobil Box	LV	16	7	16	12	11	14
5.	Bus Kecil	LV	7	5	8	8	9	7
6.	Bus Besar	HV	13	5	13	13	10	11
7.	Truk 2 Sumbu	HV	3	2	2	2	2	2
8.	Truk 3 Sumbu	HV	4	3	4	3	2	5
9.	Truk Gandengan	HV	6	6	9	8	6	9
10.	Truk Semi Trailer	HV	7	7	9	8	7	8
Jumlah per Arah (Aktual 2019)			158	125	189	235	131	172
Jumlah Semua Arah (Aktual 2019)			472			538		



Gambar 1 Sketsa Lebar Pendekat

3.2 Analisis Kapasitas dan Kinerja Simping Bersinyal Kondisi Aktual

Arus berangkat dari arah Selatan (fase 1) jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya :

$$NQ_1 = 0.25 \times 724$$

$$\times \left[(0.76 - 1) \right]$$

$$+ \sqrt{(0.76 - 1)^2 + \frac{8 \times (0.76 - 0.5)}{724}}$$

$$NQ_1 = 1.1 \text{ smp}$$

Tabel 2. Derajat Kejenuhan Persimpangan Kondisi Aktual

Kode Pendekat	Waktu Hijau	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan
	g	Q	C	DS
	det	smp/jam	smp/jam	
S	48	549	724	0.76
U	48	791	799	0.99
B	45	409	759	0.54
T	45	445	625	0.71

Catatan: Waktu Siklus c = 204 det

Bahwa derajat kejenuhan untuk ruas pendekat arah Selatan dan Utara lebih besar dari 0.75, sedangkan

untuk ruas pendekat arah Barat dan Timur lebih kecil dari 0.75. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa kondisi aktual persimpangan Jl. Lintas – RAPP – Kerinci tidak memenuhi persyaratan kinerja jalan yang baik.

Tabel 3. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, dan Tundaan Simping Kondisi Aktual

Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Rasio Hijau	Panjang Antrian	Angka Henti	Jumlah Kendaraan Terhenti	Tundaan Rata-Rata
	DS	GR	QL m	NS stop/smp	Nsv smp/jam	D det/smp
Untuk Tiap Lengan Pendekat:						
S	0.76	0.23	181	0.87	477	87
U	0.99	0.23	294	1.13	895	141
B	0.54	0.21	113	0.80	328	78
T	0.71	0.21	155	0.86	383	85
Untuk Keseluruhan Simping:				0.80	2084	106

Hasil analisis panjang kinerja simping, yaitu parameter panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan ditabulasikan dalam Tabel 4.3. Pada jam sibuk, dapat dilihat bahwa angka tundaan simping yang paling kecil adalah 78 det/smp untuk sisi Barat dan yang paling besar adalah 141 det/smp untuk sisi Utara. Berdasarkan Tabel 4.3 maka kinerja persimpangan ini dapat dikategorikan ke dalam Tingkat Pelayanan F. Hal ini menunjukkan kondisi arus yang dipaksakan/sehingga terjadinya tundaan dimana arus lalu lintas yang datang melebihi kapasitas persimpangan. Hal ini dapat juga dilihat dari panjang antrian pada ruas Utara yang mencapai 294 m hingga melewati simping Post 1 PT. RAPP.

3.3 Analisis Kinerja dan Kapasitas Simping Bersinyal Kondisi Alternatif

Tabel 4. Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, dan Tundaan Simping Kondisi Alternatif 1 sampai 4

Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan	Rasio Hijau	Panjang Antrian	Angka Henti	Tundaan Rata-Rata
	DS	GR	QL m	NS stop/smp	D det/smp

Alternatif 1

Untuk Tiap Lengan Pendekat:

S	0.70	0.26	169	0.8	84
U	0.90	0.33	231	1.0	101
B	0.56	0.19	116	0.8	78
T	0.64	0.22	138	0.8	81

Untuk Keseluruhan Simpang: **0.74** **89**

Alternatif 2

Untuk Tiap Lengan Pendekat:

S	0.68	0.23	146	0.83	76
U	0.87	0.23	200	0.91	88
B	0.28	0.21	55	0.75	69
T	0.32	0.21	65	0.76	70

Untuk Keseluruhan Simpang: **0.84** **82**

Alternatif 3

Untuk Tiap Lengan Pendekat:

S	0.67	0.23	146	0.83	75
U	0.86	0.23	197	0.90	86
B	0.28	0.21	55	0.75	69
T	0.32	0.21	65	0.76	70

Untuk Keseluruhan Simpang: **0.83** **81**

Alternatif 4

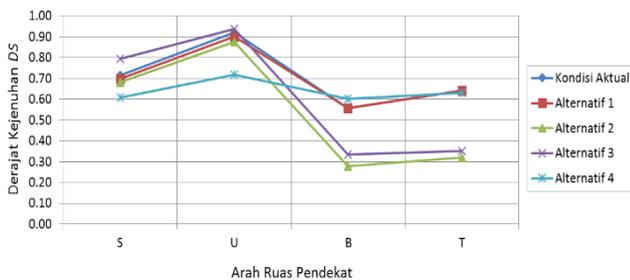
Untuk Tiap Lengan Pendekat:

S	0.58	0.27	149	0.78	72
U	0.75	0.27	197	0.84	78
B	0.33	0.18	60	0.79	80
T	0.38	0.18	71	0.79	81

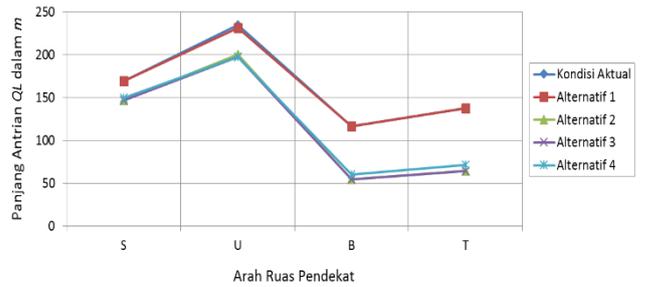
Untuk Keseluruhan Simpang: **0.81** **81**

Catatan:

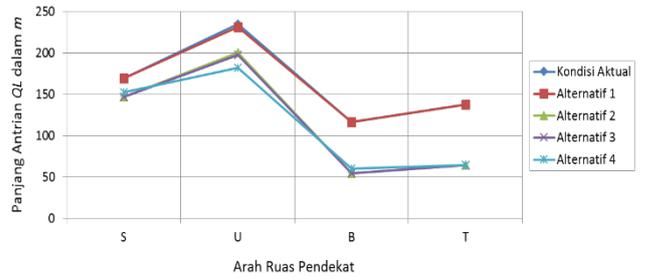
Alternatif 1 adalah pembebasan hambatan samping, Alternatif 2 adalah pelarangan gerakan belok kiri langsung (LTOR) pada keempat ruas pendekat, Alternatif 3 adalah kombinasi pembebasan hambatan samping dan pelarangan gerakan belok kiri langsung, Alternatif 4 adalah penyesuaian waktu hijau pada masing-masing fase dan pelarangan gerakan belok kiri langsung.



Gambar 2. Perbandingan Derajat Kejenuhan Kondisi Aktual vs. Alternatif



Gambar 3. Perbandingan Panjang Antrian Kondisi Aktual vs. Alternatif



Gambar 4 Perbandingan Tundaan Rata-Rata Kondisi Aktual vs. Alternatif

Tabel 4 Perbandingan Kinerja Simpang Kondisi Aktual vs. Alternatif

Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)		Panjang Antrian (QL) (m)		Tundaan Rata-Rata (D) det/smp	
	Nilai	% Peningkatan	Nilai	% Peningkatan	Nilai	% Peningkatan
Kondisi Aktual						
Untuk Tiap Lengan Pendekat:						
S	0.71	-	169	-	96	-
U	0.92	-	235	-	152	-
B	0.56	-	116	-	82	-
T	0.64	-	138	-	85	-
Keseluruhan	0.71	-	164	-	114	-
Alternatif 1						
Untuk Tiap Lengan Pendekat:						
S	0.70	2%	169	0%	84	13%
U	0.90	2%	231	2%	101	34%
B	0.56	-	116	-	78	-
T	0.64	-	138	-	81	-
Keseluruhan	0.70	1%	164	1%	89	22%
Alternatif 2						
Untuk Tiap Lengan Pendekat:						
S	0.68	5%	146	13%	76	21%
U	0.87	5%	200	15%	88	42%
B	0.28	50%	55	53%	69	16%
T	0.32	50%	65	53%	70	18%
Keseluruhan	0.54	24%	116	29%	82	28%

Tabel 5 Perbandingan Kinerja Simpang Kondisi Aktual vs. Alternatif (Lanjutan)

Kode Pendekat	Derajat Kejenuhan (DS)		Panjang Antrian (QL) (m)		Tundaan Rata-Rata (D) det/smp	
	Nilai	%Peningkatan	Nilai	%Peningkatan	Nilai	%Peningkatan
Alternatif 3						
Untuk Tiap Lengan Pendekat:						
S	0.67	7%	146	13%	75	21%
U	0.86	7%	197	16%	86	44%
B	0.28	50%	55	53%	69	16%
T	0.32	50%	65	53%	70	18%
Keseluruhan	0.53	25%	116	30%	81	29%
Alternatif 4						
Untuk Tiap Lengan Pendekat:						
S	0.58	19%	149	12%	72	25%
U	0.75	19%	197	16%	78	49%
B	0.33	40%	60	48%	80	2%
T	0.38	40%	71	48%	81	5%
Keseluruhan	0.51	28%	119	27%	81	29%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pada kondisi aktual persimpangan Jl. Lintas – RAPP – Kerinci, Kinerja simpang eksisting berdasarkan pada hasil analisis lalu lintas dengan metode MKJI 1997 masuk dalam kategori Tingkat Pelayanan ‘F’ yang berarti dibawah standar pelayanan yang baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai derajat jenuh (DS) sebesar 0,92 pada salah satu pendekat persimpangan.
2. Berdasarkan analisa pada kondisi rencana alternatif penanganan simpang dimana :
 - Alternatif 1
Pada alternatif 1 dimana hambatan samping direduksi untuk sisi Utara dan Selatan, derajat kejenuhan DS keseluruhan simpang turun dari 0.92 menjadi 0.9 (turun 2%), panjang antrian QL memendek dari 235 m menjadi 231 m (turun 2%), dan tundaan rata-rata D turun dari 152 detik menjadi 101 detik/smp . Peningkatan kinerja simpang tidak terlalu signifikan karena pengaruh pengurangan hambatan samping yang tidak terlalu besar terhadap kapasitas, yaitu faktor FSF hanya meningkat dari 0.93 ke 0.95.
 - Alternatif 2
Pada alternatif 2 dimana gerakan belok kiri langsung (LTOR) dilarang untuk keempat ruas pendekat, derajat kejenuhan DS keseluruhan simpang turun dari 0.92 menjadi 0.87 (turun 5%), panjang antrian QL memendek dari 235 m menjadi 200 m (turun 15%), dan tundaan rata-rata D turun dari 152 detik menjadi 88 detik/smp.
 - Alternatif 3
Pada alternatif 3 dimana gerakan belok kiri langsung (LTOR) dilarang untuk keempat ruas pendekat ditambah dengan pengurangan hambatan

samping, derajat kejenuhan DS keseluruhan simpang (diambil nilai rata-rata keempat ruas pendekat) turun dari 0.92 menjadi 0.86 (turun 7%), panjang antrian QL memendek dari 235 m menjadi 197 m (turun 16%), dan tundaan rata-rata D turun dari 152 detik menjadi 86 detik/smp.

- Alternatif 4

Pada alternatif 4 dimana gerakan belok kiri langsung (LTOR) dilarang untuk keempat ruas pendekat ditambah dengan modifikasi waktu hijau, derajat kejenuhan DS keseluruhan simpang (diambil nilai rata-rata keempat ruas pendekat) turun dari 0.92 menjadi 0.75 (turun 19%), panjang antrian QL memendek dari 235 m menjadi 197 m (turun 16%), dan tundaan rata-rata D turun dari 152 detik menjadi 78 detik/smp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini adalah :

1. Kepada kedua orang tua penulis, Bapak Alm Mukhti dan Ibu Zubaidah serta Keluarga Besar Een
2. Bapak Prof. Dr. Ari Sandhyavitri, M.Sc dan Bapak Dr. Muhammad Ikhsan, M.Sc selaku pembimbing penelitian. Serta
3. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta teman-teman mahasiswa Magister Teknik Sipil Angkatan 2016 ganjil, yang telah bersama-sama membantu dalam proses perkuliahan dan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abubakar.dkk, “Sistem Trasnportasi kota . Direktur Jendral Perhubungan Darat,” 1995.
- [2] *Administration, U. S. HCM 85. “Washington: United States Department of transportation.”* 1985.
- [3] Aryandi, R. D. “Pengembangan Strategi Penanganan Simpang Ditinjau Dari Aspek Teknis dan Ekonomi. Pekanbaru.” 2017.
- [4] BPS. Pelalawan Dalam Angka. Pelalawan: “Badan Pusat Statistik Kabupaten Pelalawan.” 2018.
- [5] Hariyanto, J. “Sistem Pengendalian Lalu Lintas Pada Pertemuan Jalan Sebidang. Medan: Universitas Sumatera Utara.” 2004.

- [6] Hobbs, F. "Perencanaan dan Teknik lalu lintas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. " 1995.
- [7] Mauro, R. "Functional and Economic Evaluations for Choosing Road Intersection Layput. Traffic & Transportation," 2012
- [8] MKJI. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga." 1997.
- [9] Morlok, E. K. "Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: Erlangga." 1988.
- [10] Munawar, "Manajemen Lalu Lintas Perkotaan . Yogyakarta: Beta Offset." 2004.