

**EVALUASI PANJANG ANTRIAN PADA LENGAN
SIMPANG BERSINYAL DENGAN METODE PKJI 2014**
(Studi Kasus : Jl.Daya Nasional - Jl.Prof.H.Hadari Nawawi
- Jl.Ahmad Yani, Pontianak)

Leonardus Lini Nugroho¹⁾, Syafaruddin AS²⁾, Siti Mayuni²⁾

Abstrak

Simpang bersinyal Bundaran Digulis merupakan simpang yang sering mengalami kemacetan. Simpang tersebut merupakan simpang yang sangat sibuk karena merupakan jalan utama dengan akses menuju pusat komersil, pendidikan dan perkantoran. Penelitian ini memfokuskan pada perhitungan besar panjang antrian pada setiap lengan Bundaran Digulis dan mencari alternatif solusi untuk mengurangi panjang antrian tersebut. Perhitungan panjang antrian dilakukan melalui dua cara yaitu, panjang antrian yang didapat dari teori dan pengukuran panjang antrian di lapangan.

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI 2014) dengan menghitung manual jumlah kendaraan yang melintasi simpang pada jam puncak pagi, siang dan sore hari, kemudian didapatkan kapasitas, derajat kejenuhan serta panjang antrian. Sebagai contoh diambil perhitungan panjang antrian untuk jam puncak pagi. Dari hasil analisis perhitungan, panjang antrian eksisting dengan pengaturan dua fase adalah sebagai berikut ; pada puncak pagi untuk lengan Ahmad Yani (Polnep) adalah 253 meter, Daya Nasional 91 meter, Ahmad Yani (Al-Azhar) 245 meter dan Prof. DR. Hadari Nawawi 45 meter. Hasil pengukuran panjang antrian di lapangan adalah berikut ; pada puncak pagi untuk lengan Ahmad Yani (Polnep) adalah 268 meter, Daya Nasional 84 meter, Ahmad Yani (Al-Azhar) 263 meter dan Prof. DR. Hadari Nawawi 40 meter.

Alternatif solusi pengaturan tiga fase dengan metode turbin diperoleh panjang antrian sebagai berikut ; pada puncak pagi untuk lengan Ahmad Yani (Polnep) adalah 455 meter, Daya Nasional 371 meter, Ahmad Yani (Al-Azhar) 421 meter dan Prof. DR. Hadari Nawawi 90 meter. Alternatif solusi pengaturan empat fase dengan metode turbin diperoleh panjang antrian sebagai berikut ; pada puncak pagi untuk lengan Ahmad Yani (Polnep) adalah 495 meter, Daya Nasional 104 meter, Ahmad Yani (Al-Azhar) 459 meter dan Prof. DR. Hadari Nawawi 75 meter. Dari hasil analisis perhitungan dapat disimpulkan bahwa pengaturan 2 fase (eksisting) pada bundaran Digulis lebih efektif dibandingkan dengan alternatif pengaturan 3 fase dan 4 fase dengan metode turbin. Dilihat dari nilai panjang antrian (PA) yang lebih kecil.

Kata kunci : *Evaluasi, Panjang Antrian, Bundaran Digulis, Simpang Bersinyal*

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT Untan
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT Untan

1. PENDAHULUAN

Kota Pontianak sebagai ibu kota provinsi Kalimantan Barat merupakan pusat kegiatan pemerintahan dan perekonomian di Kalimantan Barat. Pembangunan terus mengalami peningkatan dengan semakin pesatnya kegiatan sosial ekonomi masyarakat di berbagai sektor. Sejalan dengan itu, kebutuhan akan sarana dan prasarana penunjang juga semakin meningkat. Lalu lintas dalam perkotaan memiliki pergerakan yang berbeda-beda, baik dalam gangguan atau kecepatannya yang berhubungan dengan arus dari kendaraan.

Konflik-konflik ini mengakibatkan berkurangnya kapasitas, berkurangnya keselamatan dan menambah kelambatan untuk tiap-tiap kendaraan. Salah satu persimpangan yang sering mengalami masalah kemacetan adalah simpang bersinyal bundaran Digulis yang merupakan pertemuan jalan Ahmad Yani, jalan Daya Nasional dan jalan Prof. DR. Hadari Nawawi. Jalan Ahmad Yani merupakan jalan yang cukup sibuk karena merupakan daerah komersil yang terdapat banyak pertokoan, hotel dan juga perkantoran yang mengakibatkan terjadinya aktifitas kendaraan yang cukup padat. Selain itu jalan Ahmad Yani yang bersimpangan dengan jalan Prof. DR. Hadari Nawawi didominasi kegiatan pendidikan yang menghubungkan beberapa institusi pendidikan seperti Universitas Tanjungpura dan Politeknik Negeri Pontianak.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berdasarkan kenyataan di simpang bersinyal Bundaran Digulis, terutama di jalan Ahmad Yani arus kendaraan yang melalui jalan tersebut sangatlah tinggi. Hal ini dapat menimbulkan masalah yaitu antrian yang panjang pada jam-jam puncak. Masalah ini perlu ditangani sedini mungkin untuk mengantisipasi perkembangan volume arus lalu lintas yang cenderung naik dimasa yang akan datang.

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

- a. Sistem sinyal yang diteliti adalah sistem sinyal dengan waktu siklus tetap (*fixed time*).
- b. Pengaturan yang dilakukan tidak meliputi pelebaran jalan.
- c. Menganalisa panjang antrian sesuai dengan syarat teknis simpang bersinyal menggunakan pendekatan PKJI 2014 (Bab V- Kapasitas Simpang APILL)
- d. Data akan diperoleh langsung melalui survey di lokasi penelitian yang dilakukan pada hari kerja normal saat kondisi lalu lintas sibuk.
- e. Tidak dilakukan proyeksi atau peramalan kondisi lalu lintas yang akan datang.

Tujuan penulisan ini adalah :

- a. Mengetahui seberapa besar panjang antrian yang terjadi di setiap lengan

pada jam puncak mengacu pada PKJI 2014.

- b. Mengetahui hasil analisis panjang antrian menggunakan teori dengan keadaan di lapangan.
- c. Memberikan alternatif solusi untuk mengurangi panjang antrian.

Ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain :

- a. Survey arus lalu lintas dilakukan pada hari Rabu tanggal 14 Desember 2016 pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari dengan menggunakan rekaman video.
- b. Perhitungan panjang antrian menggunakan Metode PKJI 2014
- c. Mencari alternatif solusi dengan mencoba menggunakan pengaturan 3 dan 4 fase dengan arah berlawanan arah jarum jam atau metode turbin.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Simpang APILL

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) perhitungan kapasitas simpang APILL untuk perencanaan dan evaluasi kinerja lalu lintas, meliputi penetapan waktu isyarat, kapasitas (C), dan kinerja lalu lintas yang diukur oleh derajat kejenuhan (D_j), tundaan (T), panjang antrian (P_A), dan rasio kendaraan berhenti (R_{KB}).

2.2 Ekvivalen Kendaraan Ringan (EKR)

Tabel 1. Ekvivalen Kendaraan Ringan

Jenis Kendaraan	ekr untuk tipe pendekat	
	terlindung	terlawan
KB	1,3	1,3
KR	1,0	1,0
SM	0,2	0,4

2.3 Penggunaan Isyarat

M_{semua} diperlukan untuk pengosongan area konflik dalam simpang pada akhir setiap fase. Waktu ini memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir melewati garis henti pada akhir isyarat kuning sampai dengan meninggalkan titik konflik.

Titik konflik kritis pada masing-masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan M_{semua} terbesar. M_{semua} per fase dipilih yang terbesar dari dua hitungan waktu lintasan, yaitu kendaraan berangkat dan pejalan kaki.

$$M_{semua} = \text{Max} \left\{ \frac{\frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}}}{\frac{L_{PK}}{V_{pk}}} \right\}$$

Apabila periode M_{semua} untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hijau hilang total (H_H) simpang untuk

setiap siklus dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau sebagai berikut.

$$H_H = \epsilon_i(M_{\text{semua}} + K)i$$

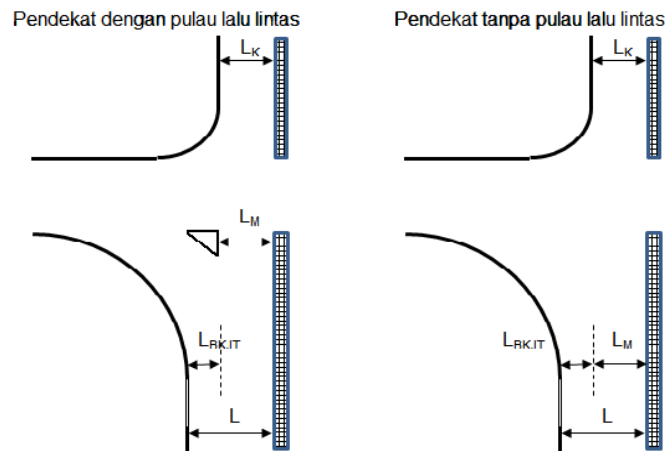
Panjang waktu kuning pada APILL perkotaan di Indonesia biasanya ditetapkan 3,0 detik.

2.4 Tipe Pendekat

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola pengaturan pada pendekat		
Terlindung (Tipe F)	Arus berangkat tidak konflik dengan arus dari arah yang berlawanan	Jalan satu arah	Jalan satu arah	Simpang 3
		Jalan dua arah, belok kanan dibatasi	Jalan dua arah, belok kanan dibatasi	
		Jalan dua arah, fase untuk masing-masing arah terpisah	Jalan dua arah, fase untuk masing-masing arah terpisah	
Terlawan (Tipe G)	Arus berangkat konflik dengan arus dari arah yang berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah yang berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak dibatasi	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah yang berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak dibatasi	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah yang berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak dibatasi

Gambar 1. Penentuan Tipe Pendekat

2.5 Penentuan Lebar Efektif (L_E)



Gambar 2. Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas

2.6 Arus Jenuh Dasar (S₀)

Arus jenuh (S, skr/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (S₀) dengan faktor- faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal. S₀ adalah S pada keadaan lalu lintas dan geometrik yang ideal, sehingga faktor-faktor penyesuaian untuk S₀ adalah satu.

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

2.7 Rasio Arus

$$R_{QS} = \frac{Q}{S}$$

2.8 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu isyarat terdiri dari waktu siklus (c) dan waktu hijau (H). Tahap pertama adalah penentuan waktu siklus untuk sistem kendali waktu tetap yang dapat dilakukan menggunakan rumus Webster (1966). Rumus ini bertujuan meminimumkan tundaan total.

$$c = \frac{(1,5 \times H_H + 5)}{1 - \sum (R_{Q/S \text{ kritis}})}$$

$$H_i = (c - H_H) \times \frac{R_{Q/S \text{ kritis}}}{\sum (R_{Q/S \text{ kritis}})_i}$$

2.9 Kapasitas (C)

Kapasitas Simpang APILL (C) dihitung menggunakan persamaan :

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

2.10 Derajat Kejenuhan (D_J)

$$D_j = \frac{Q}{c}$$

2.11 Panjang Antrian (P_A)

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Jika $DJ > 0,5$ maka

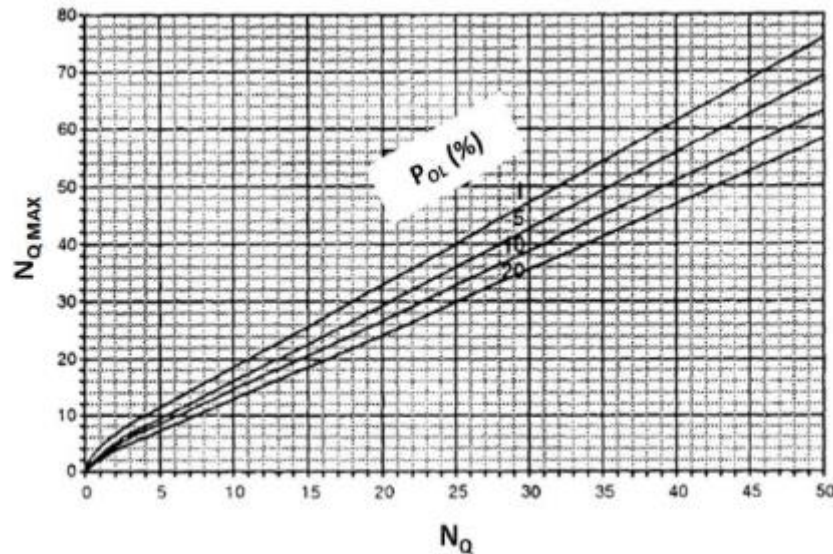
$$N_{Q1} = 0,25 \times c \times \left\{ (D_j - 1)^2 + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times D_j - 0,5}{c}} \right\}$$

Jika $DJ \leq 0,5$ maka $NQ1 = 0$

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_{H \times D_j})} \times \frac{Q}{3600}$$

Panjang antrian (P_A) diperoleh dari perkalian N_Q (skr) dengan luas area rata-rata yang digunakan oleh satu kendaraan ringan (ekr) yaitu 20m², dibagi lebar masuk (m), sebagaimana persamaan.

$$P_A = N_Q \times \frac{20}{L_M}$$



Gambar 3. Jumlah antrian maksimum (N_{QMAX}), skr, sesuai dengan beban lebih (P_{OL}) dan N_Q

2.12 Rasio Kendaraan Henti (R_{KH})

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600$$

2.13 Jumlah Rata-Rata Kendaraan Berhenti (N_H)

$$N_H = Q \times R_{KH}$$

2.14 Tundaan (T)

Tundaan pada suatu simpang terjadi karena dua hal, yaitu :

- Tundaan lalu lintas (T_L)
- Tundaan geometrik (T_G)

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat i dihitung menggunakan persamaan Akcelik (1989) :

$$T_i = T_{Li} \times T_{Gi}$$

1. Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat i :

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_i)} + \frac{N_{Q1} \times 3600}{c}$$

2. Tundaan geometrik rata-rata pada suatu pendekat i :

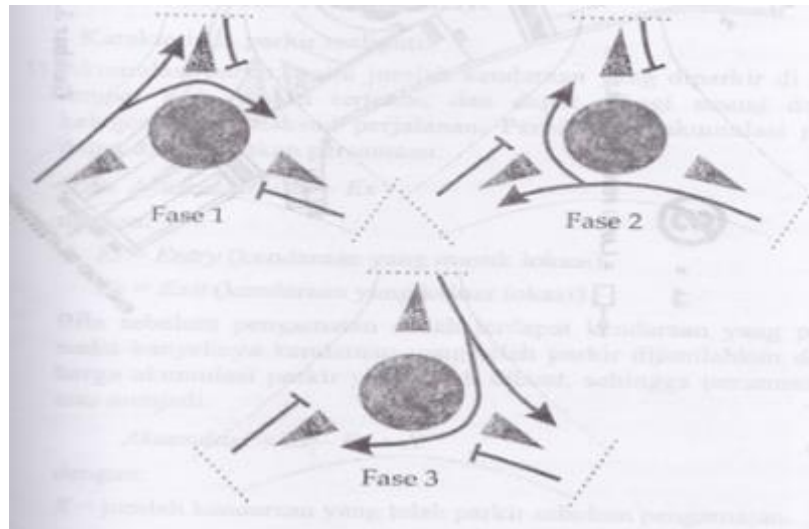
$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$$

2.15 Bundaran Bersinyal

Munawar (2009) “Untuk menambah kapasitas simpang bersinyal, dapat dibuat bundaran di tengah - tengahnya. Arus lalu-lintas harus mengitari bundaran. Aturan fase pada bundaran bersinyal, berlawanan dengan aturan pada simpang bersinyal

tanpa bundaran. Pada bundaran bersinyal, pergantian fase berlawanan dengan arah jarum jam tersebut

dimaksudkan untuk mengurangi waktu antar hijau”.



Gambar 4. Prinsip Turbin Pada Bundaran Bersinyal

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode penelitian meliputi :

a) Metode Penentuan Subyek
Maksud penentuan subyek ini adalah variabel yang dapat dijadikan sasaran dalam penelitian. Beberapa variabel tersebut adalah kondisi geometrik simpang, pengaturan lampu lalu lintas, arus lalu lintas, jumlah pendekatan, fase sinyal, waktu siklus, klasifikasi kendaraan dan periode pengamatan dimana hal tersebut berdasarkan PKJI 2014.

b) Metode Studi Pustaka

Studi pustaka diperlukan sebagai acuan penelitian setelah subyek ditentukan. Studi pustaka juga merupakan landasan teori bagi penelitian yang mengacu pada buku-buku, pendapat, dan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian.

Penelitian ini akan menganalisa panjang antrian eksisting pada lengan Bundaran Digulis dan memberikan alternatif solusi untuk mengurangi panjang antrian tersebut. Pada penelitian ini penulis melakukan survey arus

kendaraan saat jam puncak pagi, siang, dan sore hari. Di waktu yang bersamaan melakukan pengukuran panjang antrian pada setiap lengan Bundaran Digulis untuk mengetahui gambaran panjang

- a) Peralatan yang digunakan
Rol meter, formulir penelitian, alat tulis, kamera video, dan *hand counter*.
- b) Survey pendahuluan
Sebelum penelitian di lapangan dilaksanakan perlu dilakukan survey pendahuluan agar tidak menemui hambatan, antara lain :
 - 1) Survey untuk memilih lokasi yang aman dan memudahkan dalam pengamatan. Dalam hal ini terdapat 2 pos yaitu pos 1 (Taman Digulis) dan pos 2 (Tugu Untan).



Gambar 5. Lokasi pos survey

- 2) Survey jenis kendaraan yang melewati simpang dan pengamatan jam-jam puncak.
- 3) Penentuan hari penelitian agar diperoleh data yang tepat. Dimana hari yang ditetapkan adalah hari

antrian di lapangan dan panjang antrian menggunakan PKJI 2014.

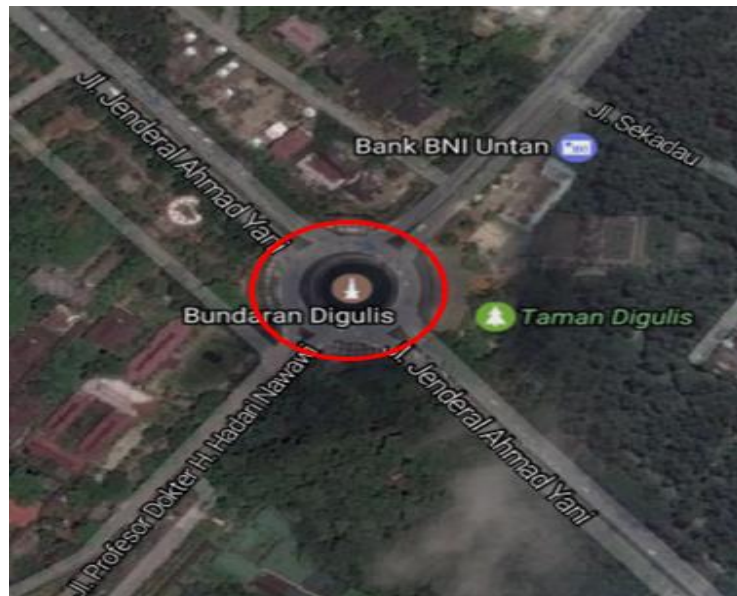
3.2 Teknik Pengumpulan Data

- Rabu, 14 Desember 2016 dengan jam puncak pagi, siang, dan sore.
- 4) Penentuan jumlah tenaga survey
Tenaga survey yang dibutuhkan penelitian ini sebanyak 7 orang.
 - c) Penyusunan formulir penelitian
 - 1) Membagi jenis kendaraan menjadi beberapa bagian yaitu :
 - Kendaraan Tak Bermotor (KTB)
 - Kendaraan Bermotor (SM)
 - Kendaraan Ringan (KR)
 - Kendaraan Berat (KB)
 - 2) Pengisian formulir dibagi dalam interval waktu tertentu, dalam hal pencatatan kendaraan tiap 10 menit selama 1 jam pada waktu jam puncak ,yaitu : pagi, siang dan sore hari.
 - d) Penyusunan jadwal penelitian
Penelitian dilakukan dengan tiga periode jam puncak yaitu :
 - 1) Pagi : Jam 06.30 -07.30
 - 2) Siang : Jam 12.30 -13.30
 - 3) Sore : Jam 15.30 -16.30
 - e) Pengumpulan data primer
Data jumlah penduduk Pontianak didapat melalui *website* BPS kota Pontianak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini diambil lokasi pada Bundaran Digulis sebagai daerah studi yang merupakan persimpangan Jl. Ahmad Yani, Jl. Daya Nasional, dan Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi.



Gambar 6. Lokasi penelitian

Tabel 2. Data geometrik jalur masuk

No	Nama Jalan	Lebar Jalur Masuk (m)
1	Ahmad Yani (arah Polnep)	9,9
2	Daya Nasional	9,5
3	Ahmad Yani (arah Al-Azhar)	9,6
4	Prof. dr. H. Hadari Nawawi	6

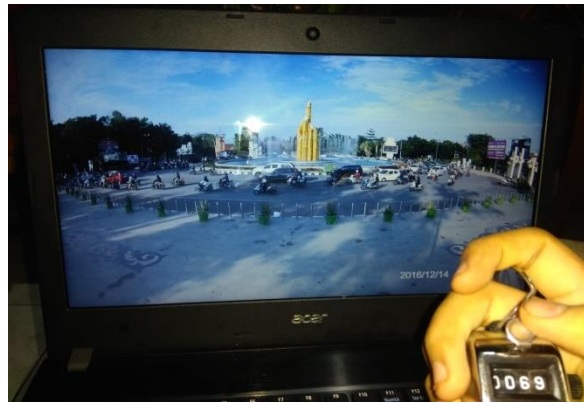
4.2 Data Waktu Lampu dan Arus Lalu lintas pada Bundaran Digulis

Untuk mendapatkan data arus lalu lintas pada persimpangan empat lengan Bundaran Digulis ditempatkan 2 buah kamera Bpro sebagai alat perekam video untuk merekam pergerakan arus lalu lintas pada puncak pagi, siang dan sore hari.

Dari survey dan pencatatan yang dilakukan diperoleh waktu sinyal Bundaran Digulis sebagai berikut :

Tabel 3. Data Waktu Lampu Hijau Bundaran Digulis

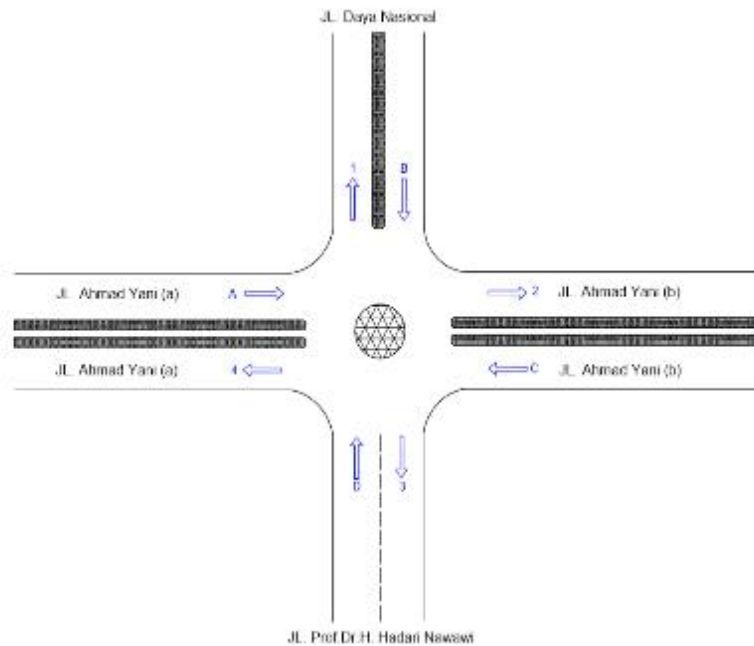
No	Nama Jalan	Lampu hijau (detik)		
		Pagi	Siang	Sore
1	Ahmad Yani (arah Polnep)	80	50	80
2	Daya Nasional	30	20	30
3	Ahmad Yani (arah Al-Azhar)	80	50	80
4	Prof. dr. H. Hadari Nawawi	30	20	30



Gambar 7. Perhitungan Arus Lalu lintas dan Arah Pergerakan dari Rekaman Video

Tabel 4. Data arus lalu lintas kendaraan masuk

Waktu	Banyaknya Kendaraan Masuk (skr/jam)				Total
	Al- Azhar	F.Teknik	Polnep	Yusra	
	A.Yani	Prof.dr.H.Hadari	A.Yani	Daya Nasional	skr/jam
06:30-07:30	3688	438	4051	1397	9.574
12:30-13:30	3053	832	3026	1079	7.990
15:30-16:30	3796	1162	4081	1455	10.494



Gambar 8. Sketsa Arah Pergerakan Kendaraan

4.3 Hasil Pengukuran Panjang Antrian di Lapangan

Tabel 5. Data pengukuran panjang antrian

No	Nama Jalan	Panjang Antrian Pada Jam Puncak (m)		
		Pagi	Siang	Sore
		(06.30-07.30)	(12.30-13.30)	(15.30-16.30)
1	Ahmad Yani (arah Polnep)	268	121	298
2	Daya Nasional	84	47	92
3	Ahmad Yani (arah Al-Azhar)	263	129	286
4	Prof. dr. H. Hadari Nawawi	40	53	108

Sebagai contoh dilampirkan gambar perhitungan panjang antrian dengan menggunakan pengaturan 2 fase (*eksisting*) pada puncak pagi. Sedangkan untuk alternatif pengaturan 3 dan 4 fase menggunakan metoda turbin dilampirkan dalam bentuk tabel.

Tabel 6. Arus Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal

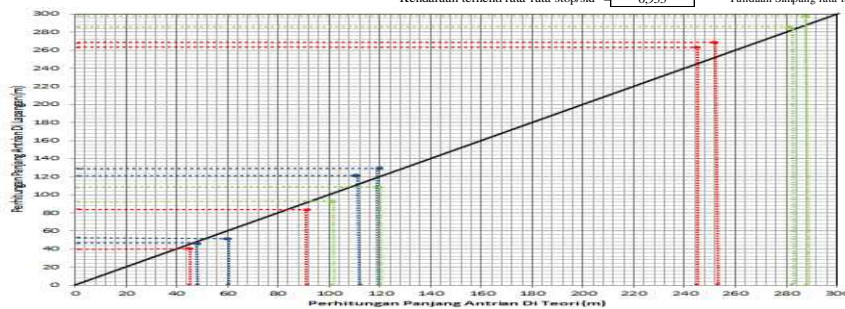
Simpang APILL		Tanggal : 14 Desember 2016											Ditangani Oleh				
Arus Lalu Lintas		Kota : Pontianak															
		Simpang : Digulis															
		Ukuran Kota : 0,62 juta															
		Perihal : Dua Fase															
		Periode : Jam puncak pagi (06.30-07.30)															
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor											Kendaraan Tak Bermotor				
		qkr			qKB			qSM			Q _{KBM}			R _{BKI}	R _{BKa}	Q _{KTb}	R _{KTb}
		ekr terlindung = 1 ekr terlawan = 1			ekr terlindung = 1,3 ekr terlawan = 1,3			ekr terlindung = 0,2 ekr terlawan = 0,4			Total arus kendaraan bermotor			Rasio belok kiri	Rasio belok kanan	Arus kendaraan tak bermotor kend/jam	Rasio kendaraan tak bermotor
	Kend/jam	Terlindung skr/jam	Terlawan skr/jam	Kend/jam	Terlindung skr/jam	Terlawan skr/jam	Kend/jam	Terlindung skr/jam	Terlawan skr/jam	Kend/jam	Terlindung skr/jam	Terlawan skr/jam	(15)	(16)	(17)	(18)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
A	BKj/BKjT (A1)	4	4	4	0	0	0	31	6,2	12,4	35	10,2	16,4	0,005		2	0,057
	LRs (A2)	933	933	933	28	36,4	36,4	3849	769,8	1539,6	4810	1739,2	2509		3	0,001	
	Bka (A3&A4)	178	178	178	19	24,7	24,7	1335	267	534	1532	469,7	736,7		0,240	2	0,001
	Total	1115	1115	1115	47	61,1	61,1	5215	1043	2086	6377	2219,1	3262,1			7	0,001
B	BKj/BKjT (B2)	89	89	89	0	0	0	685	137	274	774	226	363	0,313		9	0,012
	LRs (B3)	39	39	39	1	1,3	1,3	793	158,6	317,2	833	198,9	357,5			5	0,006
	Bka (B1&B4)	91	91	91	7	9,1	9,1	768	153,6	307,2	866	253,7	407,3		0,350	9	0,010
	Total	219	219	219	8	10,4	10,4	2246	449,2	898,4	2473	678,6	1127,8	0,104		23	0,009
C	BKj/BKjT (C3)	16	16	16	0	0	0	653	130,6	261,2	669	146,6	277,2	0,104		1	0,001
	LRs (C4)	817	817	817	10	13	13	4194	838,8	1677,6	5021	1668,8	2507,6			6	0,001
	Bka (C1&C2)	88	88	88	6	7,8	7,8	650	130	260	744	225,8	355,8		0,116	1	0,001
	Total	921	921	921	16	20,8	20,8	5497	1099,4	2198,8	6434	2041,2	3140,6			8	0,001
D	BKj/BKjT (D4)	34	34	34	0	0	0	326	65,2	130,4	360	99,2	164,4	0,441		2	0,006
	LRs (D1)	15	15	15	1	1,3	1,3	307	61,4	122,8	323	77,7	139,1			1	0,003
	Bka (D2&D3)	9	9	9	0	0	0	124	24,8	49,6	133	33,8	58,6		0,163	0	0,000
	Total	58	58	58	1	1,3	1,3	757	151,4	302,8	816	210,7	362,1			3	0,004

Tabel 7. Penentuan Waktu Isyarat

SIMPANG APILL		Tanggal : 14 Desember 2016											Ditangani Oleh										
PENENTUAN WAKTU ISYARAT		Kota : Pontianak																					
KAPASITAS		Simpang : Bundaran Digulis																					
		Ukuran Kota : 0,62 juta																					
		Perihal : Pengaturan simpang 2 fase																					
		Periode : Jam puncak pagi (06.30-07.30)																					
Kode Pendekat	Hijau dalam 1s Type Pendekat	Arus Jenuh (S)																					
		Rasio Kendaraan Belok			Arus Belok Kanan			Lebar Efektif	Arus Jenuh						Arus Jenuh Disesuaikan			Arus Lalu lintas	Rasio Arus	Rasio Fase	Waktu Hijau	Kapasitas	Derajat Kejenuhan
		R _{BKjT}	R _{BKj}	R _{BKa}	Dari arah ditinjau	Dari arah berlawanan	(So)		Faktor-faktor penyesuaian			Hanya Tipe P											
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
A	1	O	0,005	0,240	736,7	355,8	9,90	5940	0,94	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5304	3262	0,615	0,769	80	3341	0,976	
B	2	O	0,313	0,350	407,3	58,6	7,50	4500	0,94	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4145	765	0,184		30	979	0,781	
C	1	O	0,104	0,116	355,8	736,7	9,60	5760	0,94	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5144	3141	0,611		80	3240	0,969	
D	2	O	0,441	0,163	58,6	407,3	4,00	2400	0,94	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2211	198	0,089	0,231	30	522	0,379	
Waktu siklus pra penyesuaian cbs (det)								152,098								Rasio arus simpang = 0,799							
Waktu siklus disesuaikan c (det)								127								R _{AS} Σ(Q/S) kritis							

Tabel 8. Panjang antrian, tundaan, dan jumlah kendaraan henti.

SIMPANG APILL					Tanggal : 14 Desember 2016				Ditangani Oleh						
PANJANG ANTRIAN					Kota : Pontianak										
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang : Bandaran Digulis										
TUNDAAN					Ukuran Kota : 0,62 juta										
					Perihal : Pengaturan simpang 2 fase										
					Periode : Jam puncak pagi (06.30-07.30)										
Kode Pendekar	Jumlah Kendaraan Antri				Panjang Antrian			Rasio Kend.terhenti	Jumlah Kend.terhenti	Tundaan					
	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Rasio Hijau	N_{Q1}	N_{Q2}	N_Q	$N_{Q \max}$ (Ghr $N_Q \max$)	PA	R_{KH}	N_{KH}	Tundaan LL rata2	Tundaan Geometri rata2	Tundaan LL rata2	Tundaan Total
	Q	C	D_j	R_H	$(N_{Q1}+N_{Q2})$			skr	m		skr	T_L	T_G	$T=T_L+T_G$	$(T*Q)/3600$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
A	3262	3341	0,976	0,630	14,66	110,61	125,27	125	253	0,980	3196	38,38	3,95	42,33	38,35
B	765	979	0,781	0,236	1,27	25,27	26,54	34	91	0,885	677	50,09	4,00	54,08	11,49
C	3141	3240	0,969	0,630	12,26	105,29	117,55	118	245	0,955	2999	35,95	3,88	39,83	34,75
D	198	522	0,379	0,236	-0,20	5,85	5,65	9	45	0,730	144	39,33	3,90	43,23	2,37
Qtot	7365														
										Tot.skr =	7016				
										Kendaraan terhenti rata-rata stop/skr =	0,953				
												Tundaan Simpang rata-rata.det/skr =	21,742		
												Tot.skr =	86968		



Keterangan :
..... Puncak Pagi (06.30 - 07.30)
..... Puncak Siang (12.30 - 13.30)
..... Puncak Sore (15.30 - 16.30)

Gambar 9. Grafik perbandingan panjang antrian di lapangan dengan di teori.

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

No	Nama Jalan	Panjang Antrian Pada Jam Puncak Pagi (m)			
		(06.30 - 07.30)			
		Pengukuran	Eksisting (2 fase)	Alternatif (3 fase)	Alternatif (4 fase)
1	Ahmad Yani (arah Polnep)	268	253	455	495
2	Daya Nasional	84	91	371	104
3	Ahmad Yani (arah Al-Azhar)	263	245	421	459
4	Prof. DR. H. Hadari Nawawi	40	45	90	75

No	Nama Jalan	Panjang Antrian Pada Jam Puncak Siang (m)			
		(12.30 - 13.30)			
		Pengukuran	Eksisting (2 fase)	Alternatif (3 fase)	Alternatif (4 fase)
1	Ahmad Yani (arah Polnep)	121	112	193	210
2	Daya Nasional	47	48	144	96
3	Ahmad Yani (arah Al-Azhar)	129	120	232	288
4	Prof. DR. H. Hadari Nawawi	53	60	170	115

No	Nama Jalan	Panjang Antrian Pada Jam Puncak Sore (m)			
		(15.30 - 16.30)			
		Pengukuran	Eksisting (2 fase)	Alternatif (3 fase)	Alternatif (4 fase)
1	Ahmad Yani (arah Polnep)	298	282	469	566
2	Daya Nasional	92	101	252	148
3	Ahmad Yani (arah Al-Azhar)	286	288	453	547
4	Prof. DR. H. Hadari Nawawi	108	120	396	251

- a. Dari hasil analisis perhitungan dapat disimpulkan bahwa pengaturan 2 fase (*eksisting*) pada bundaran Digulis lebih efektif dibandingkan dengan alternatif pengaturan 3 dan 4 fase dengan metoda turbin. Dilihat dari panjang antrian (P_A) yang lebih kecil.
- b. Jadi, dari hasil analisis dapat dilihat kondisi persimpangan yang sudah terlampau jenuh ($D_j > 0,85$), maka penanganan simpang juga dapat dilakukan dengan cara merencanakan

persimpangan tidak sebidang, yaitu membuat jalan layang (*flyover*) yang layak untuk dipertimbangkan.

5.2 Saran

- a. Untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih akurat, sebaiknya dilakukan penambahan hari survey volume kendaraan.
- b. Dapat menambah analisis dengan mencoba melakukan pelebaran jalan ataupun menambah lebar efektif jalan.

Daftar Pustaka

- Akcelik, R. 1989. Traffic signals; Capacity and Timing Analysis. Australian Road Research Board. Report No. 123; Vermont South, Victoria, Australia.
- Alamsyah, A.A. 2005. Rekayasa Lalu Lintas. Penerbit UMM Press : Malang.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk. Pontianak.
- Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah. 2004. Survey Pencacahan Lalu Lintas Dengan Cara Manual. Jakarta.
- Edrian, R. 2013. Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal Akibat Perubahan Fase (Studi Kasus : Jl. Brigjend. Katamso – Jl. AH. Nasution). Jurnal Skripsi Teknik Sipil, Vol 2, No 3, USU: Medan.
- Ismurdianto, T. 2013. Rencana Alternatif Geometrik Persimpangan Jalan Jenderal Ahmad Yani, Jalan Daya Nasional, Dan Jalan Prof. dR. H. Hadari Nawawi Kota Pontianak, 2013. Jurnal Skripsi Teknik Sipil, Vol 2, No 2, UNTAN : Pontianak.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2014. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Kapasitas Simpang APILL. Jakarta.
- Munawar, A. 2009. Manajemen Lalu Lintas Perkotaan. Penerbit Beta Offset : Jogjakarta.
- Oglesby, C.H dan Hicks, R.G. 1988. Teknik Jalan Raya. Edisi Keempat Jilid I. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Ramadhan, D.R. 2016. Analisis Panjang Antrian Dan Waktu Tunda Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Colombo – Gajayan Dan Simpang Demangan). Jurnal Skripsi Teknik Sipil, UGM : Yogyakarta.
- Webster, F.V. 1966. Traffic signals. Roads Research Laboratory, Technical Paper No. 56. Crowthorne, Berkshire U.K.