

ANALISIS KINERJA BUNDRAN BERSINYAL (STUDI KASUS BUNDRAN BERSINYAL DIGULIS, KOTA PONTIANAK)

Said
Lecturer
Department of Civil Engineering,
Faculty of Engineering
University of Tanjungpura
Jln.Ahmad Yani,Pontianak 78124
Telp: (0561) 736033
saidbasalim@yahoo.com

Siti Mayuni
Lecturer
Department of Civil Engineering,
Faculty of Engineering
University of Tanjungpura
Jln.Ahmad Yani,Pontianak 78124
Telp: (0561) 736033
sitimayuni@yahoo.com

Eti Sulandari
Lecturer
Department of Civil Engineering,
Faculty of Engineering
University of Tanjungpura
Jln.Ahmad Yani,Pontianak 78124
Telp: (0561) 736033
eti_sulandari@yahoo.com

Abstract

Fully signalized roundabout must meet design criteria that are very different from recommended design for unsignalized roundabout. It because, when traffic is heavy, there is greater the probability that traffic queue will disrupt the operation of the roundabout and reduce intersection capacity. In Signalized Roundabout Digulis case, in Pontianak city, due to the high volume of motor vehicles, the problem is at the roundabout and specially at signalized intersection. At the roundabout, in C-D weaving direction, the degree of saturation is 0,933, while at signalized intersection, at A leg, mayor traffic direction, Ahmad Yani street, degree saturation is 0,841. It caused queue with length 148 m for A leg and 128 m for B leg. Delay which occurred is 13.73 pcu.sec at A direction and 10,64 pcu.sec at B direction.

Keywords: signalized roundabout, degree of saturation, queue

Abstrak

Bundaran dengan pengaturan sinyal penuh harus memenuhi desain yang akan sangat berbeda dari desain yang direkomendasikan untuk bundaran tanpa sinyal. Karena, ketika arus lalu lintas menjadi padat, semakin besar kemungkinan antrian kendaraan akan menurunkan tingkat operasi dari bundaran dan akan menurunkan kapasitas persimpangan. Pada kasus Bundaran Bersinyal Digulis, akibat tingginya volume kendaraan bermotor, terjadi permasalahan, baik pada bundaran dan terutama pada simpang bersinyalnya. Pada bundarannya, pada arah weaving C-D, derajat kejenuhannya sudah sebesar 0,933, sedangkan pada simpang bersinyalnya pada lengan A, lengan mayor, Jalan Ahmad Yani, derajat kejenuhannya sebesar 0,841. Yang mengakibatkan antrian sepanjang 148 meter untuk lengan A dan 128 meter untuk lengan B. Tundaan yang terjadi sebesar 13,73 smp.detik pada arah A dan 10,64 smp.detik pada arah B.

Kata Kunci: bundaran bersinyal, derajat kejenuhan, antrian

LATAR BELAKANG

Pada beberapa kota di luar pulau Jawa dalam bidang transportasi terjadi persaingan yang tidak berimbang antara kendaraan pribadi dan angkutan umum. Hal ini terjadi karena beberapa kebijakan yang mendukung kepemilikan kendaraan pribadi dan sebaliknya kurang mendukung sektor angkutan umum. Dengan berdasarkan pada beberapa parameter pelayanan, yaitu kenyamanan dan sebaran pelayanan angkutan umum yang rendah, maka angkutan umum jenis angkot yang masih melayani perangkutan penumpang dalam kawasan perkotaan, semakin tidak diminati masyarakat.

Disisi lain pertumbuhan ekonomi terus menyebabkan jumlah perjalanan atau jumlah perjalanan per kapita (*average number of trips per capita*) bertumbuh (Susantono, 2013). Hal ini dapat di jelaskan karena permintaan perangkutan umum termasuk jenis permintaan turunan dan terdapat saling ketergantungan yang luas antara angkutan dengan industri, pertanian, perdagangan dan perkembangan perekonomian suatu daerah (Warpani, 1990). Salah satu dampak dari hal tersebut yang secara kasat mata dapat kita lihat adalah pada persimpangan-persimpangan, baik itu pada persimpangan tanpa lampu lalu lintas, persimpangan dengan lampu lalu lintas serta bundaran. Beberapa pertemuan ruas dengan volume tinggi yang diatur dengan bundaran, akhirnya memerlukan penanganan lebih lanjut untuk mengatur atau mengurangi jumlah kendaraan yang masuk dalam area jalur lingkaran, dengan cara memasang lampu sinyal.

Ada kalanya sebuah simpang bersinyal ditambah dengan bundaran untuk menambah kapasitasnya (Munawar, 2009) dimana harus dilakukan penyesuaian fase, yaitu berbeda dengan simpang bersinyal tanpa bundaran, fase dibuat berlawanan dengan arah jarum jam. Khisty, C.J, Lall, B.K (2006) menyatakan bahwa kapasitas persimpangan berlampu lalu lintas didasarkan pada konsep arus jenuh dan lajur arus jenuh. Florentina (2010) yang membandingkan jumlah fase pada bundaran bersinyal menghasilkan bahwa pengaturan lalu lintas dengan 2 fase menghasilkan DS 0,739 dengan tundaan lalu lintas rata-rata 12,081 det/smp, panjang antrian 107,2 meter; sedangkan pengaturan dengan 4 fase menghasilkan nilai DS 0,539 dengan tundaan lalu lintas 34,384 det/smp dan panjang antrian 72,0 meter.

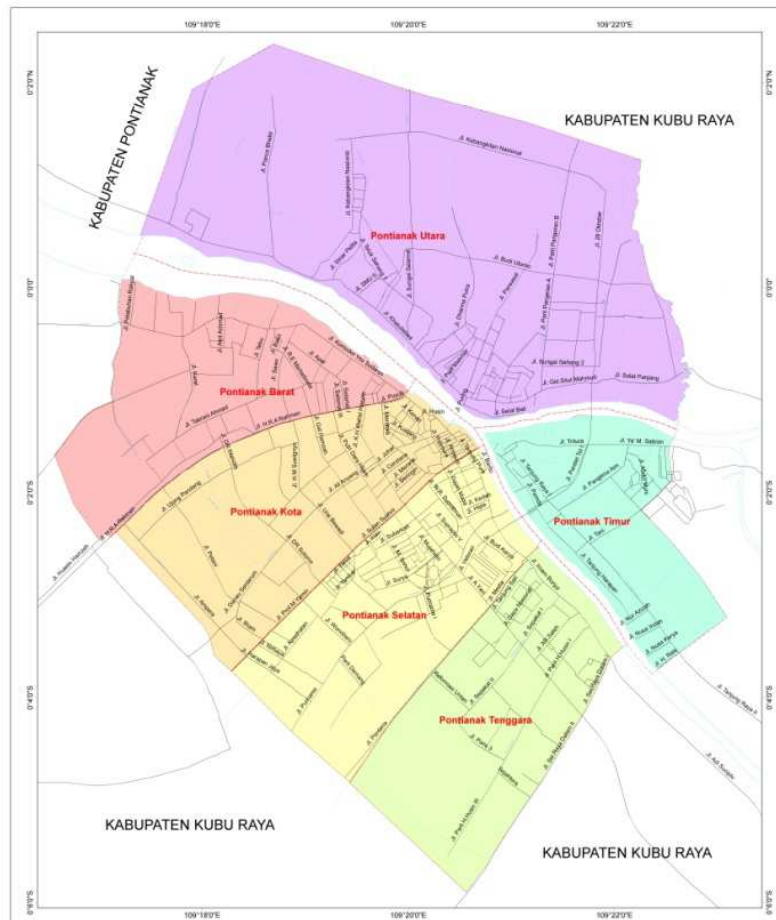
GAMBARAN WILAYAH STUDI

Kota Pontianak merupakan ibukota Propinsi Kalimantan Barat, dengan luas wilayah Kota Pontianak 107,82 Km², terdiri dari 6 Kecamatan 29 Kelurahan. Kawasan seluas ini, dihubungkan dengan Jalan Kota sepanjang 259.644 km, Jalan Negara sepanjang 41.914 km dan Jalan Propinsi sepanjang 9.400 km. Berdasarkan sensus penduduk yang dilakukan pada tahun 2014 penduduk Kota Pontianak adalah 598.097 jiwa. Jumlah kendaraan bermotor di Kota Pontianak selalu meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2013 ada sebanyak 544.862 kendaraan bermotor yang tercatat di Direktorat Lalu Lintas Polda Kalimantan Barat diantaranya adalah 475.085 buah sepeda motor, 40.770 mobil penumpang, 2.412 mobil bus dan 26.595 mobil barang. Jaringan jalan di kota Pontianak tidak terlalu baik, cenderung ke pola grid dengan banyak persimpangan, namun masih rendah tingkat pelayanannya akibat lebar ruas-ruas jalan dan persimpangan yang tidak standar.

Tabel 1 Pertumbuhan Penduduk dan Kendaraan Kota Pontianak (2000-2013)

Nama Kota	Pertumbuhan Penduduk	Jenis Kendaraan (kend)		
		Spd Motor	Kend Ringan	Kend Berat
Pontianak	1,8 %	16,39 %	8,20 %	8,61 %

Dari data BPS, pada tahun 2014 tercatat jumlah penduduk 598.097 jiwa sedangkan jumlah sepeda motor dan kendaraan ringan berturut-turut adalah 475.085 dan 43.182 kendaraan atau total 518.267 kendaraan; atau mulai mendekati 1 kendaraan pribadi per 1 jiwa penduduk.



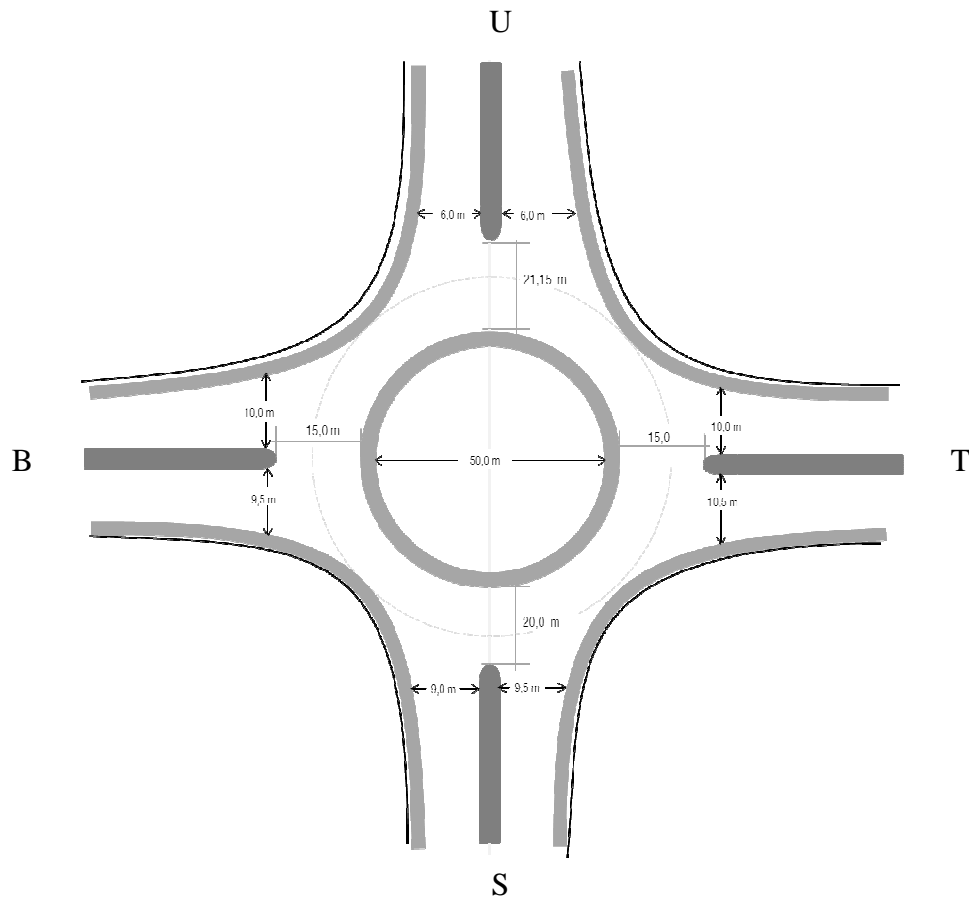
Gambar 1 Peta Administrasi Kota Pontianak

DATA DAN ANALISA

Dalam penelitian ini diambil Bundaran Digulis sebagai daerah studi yang merupakan persimpangan dengan pengaturan Bundaran Bersinyal. Berikut diberikan data data geometrik .

Tabel 2 Data Kondisi Geometrik Bundaran Bersinyal Digulis

No.	Lebar Jalur Masuk (m)	
1	Utara	6,0
		6,3
2	Selatan	9,0
		9,5
3	Barat	10,5
		9,5
4	Timur	10,0
		10,5



Gambar 2 Data Geometrik Bundaran Pada Bundaran Bersinyal Digulis

Volume Lalu Lintas Pada Bundaran Bersinyal Digulis

Untuk mendapatkan arus lalu lintas dan komposisi arus lalu lintas pada persimpangan empat lengan jalan Jenderal Ahmad Yani, jalan Daya Nasional, dan jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi (Bundaran Bersinyal Digulis) ditempatkan tiga buah kamera CCTV yang terhubung pada Digital Video Recorder sebagai alat perekam video yang dapat merekam pola pergerakan arus lalu lintas.

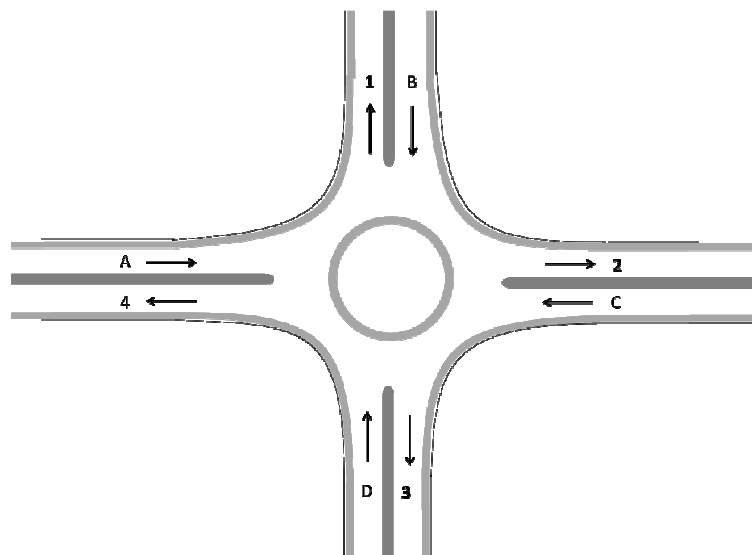
Dari survey dan pencatatan yang dilakukan, diperoleh waktu sinyal Bundaran Bersinyal Digulis adalah sebagai berikut.

Tabel 3 Data Waktu Sinyal Bundaran Bersinyal Digulis

No.	Arah	Lampu Merah (detik)	Lampu Hijau(detik)
1	Utara	40	30
2	Selatan	40	30
3	Barat	30	40
4	Timur	30	40



Gambar 3 Penghitungan Rekaman Arus Lalu Lintas dan Arah Pergerakan



Gambar 4 Pola Pergerakan Arus Lalu Lintas Pada Bundaran Bersinyal

Pola pergerakan dengan kode arah A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, dan D4 berdasarkan Tabel selama empat hari, yaitu pada hari Jumat, Sabtu, Minggu, dan Senin, dari pukul 06.30 sampai dengan pukul 20.30. Setelah data berbentuk rekaman video diperoleh, maka pendataan langsung dilakukan, dengan cara memutar video hasil rekaman secara berulang-ulang. Pendataan atau perhitungan kendaraan dilakukan dengan cara manual menggunakan *hand tally counter*. Dalam analisa ini diambil segmen waktu Jam Puncak Sore, Pada hari Senin 10 Mei 2015, jam 15.30-16.30.



(i)



(ii)

Gambar 5 Kondisi Lalu Lintas di Jalur Putar Bundaran dan Antrian Di Lengan Simping

Dari Gambar 5 bagian (i) dapat dilihat ketidakefektifan pada jalur lingkaran akibat dipasangnya lampu lalu lintas pada lengan persimpangan, sedangkan pada bagian (ii) kita dapat melihat antrian yang sangat panjang.

Perhitungan Kinerja Bundaran Pada Bundaran Bersinyal

Berikut data-data terkait Bundaran Bersinyal Digulis yang terdiri dari bagian jalinan A-B, B-C, C-D dan D-A.

Tabel 4 Data Volume Lalu Lintas

Bagian Jalinan	Arus Masuk Bundaran (Q _{masuk})	Arus Masuk Bagian Jalinan (Q _{tot})	Arus Menjalिन (Q _w)	Rasio Menjalिन (P _w)
A - B	A = 2606	3668,2	3475	0,947
B - C	B = 1499	4202,9	2645	0,629
C - D	C = 2620	4350,8	2852	0,656
D - A	D = 506	3731,3	2955	0,792

Berikut data geometrik bundaran yang terdiri dari lebar jalan masuk, jalan keluar, serta lebar dan panjang jalinan.

Tabel 5 Data Geometrik Bundaran

Variabel	Satuan	Jalिन			
		A - B	B - C	C - D	D - A
* Lebar jalan masuk (e1)	meter	14	11	12,2	6
* Lebar jalan keluar (e2)	meter	8,9	17	7,3	14,3
* Lebar jalan rata-rata (e)	meter	11,45	14	9,75	10,15
* Lebar Jalिन (w)	meter	15	14	13	15
* Panjang Jalिन (L)	meter	54,25	68,72	53	67,17
* Faktor ukuran kota (Fcs)	Sedang	0,94	0,94	0,94	0,94
* Faktor lingkungan (Frsu)	--	0,95	0,95	0,95	0,95
* Proporsi Menjalिन (Pw)	--	0,95	0,63	0,66	0,79
* Kapasitas (C)	smp/jam	5086,04	6708,56	4664,91	5280,25

Setelah dilakukan penghitungan sesuai prosedur penghitungan kapasitas dan kinerja Bundaran menurut MKJI 1997, diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6 Kinerja Bundaran

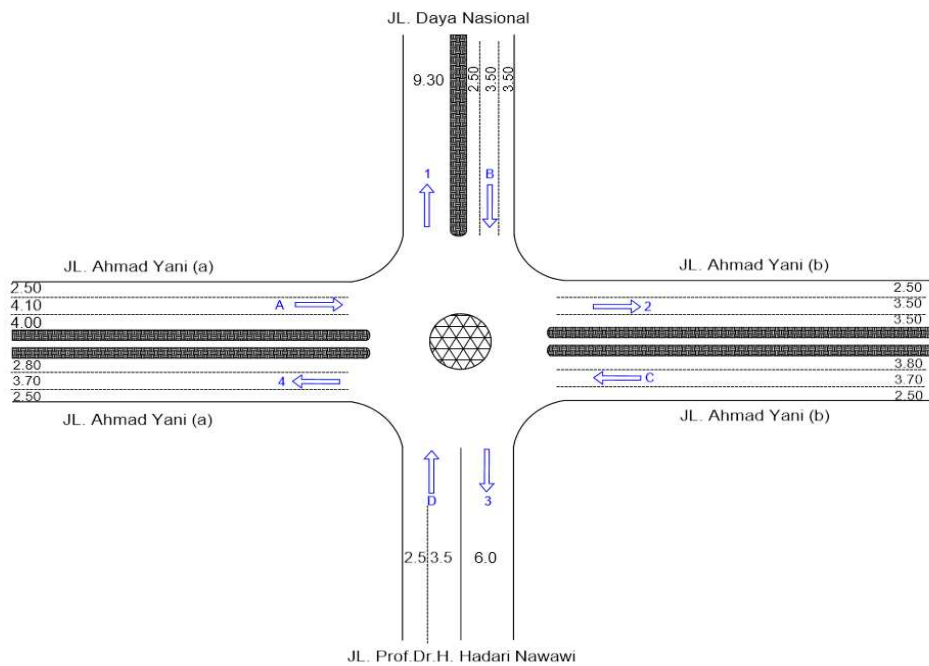
Derajat Kejenuhan	Tundaan	Peluang Antrिन (%)
DS _{A-B} = 0,721	D _{A-B} = 4,69 det/smp	QP% _{A-B} = 13,41 – 31,06
DS _{B-C} = 0,626	D _{B-C} = 3,81 det/smp	QP% _{B-C} = 9,35 – 21,59
DS _{C-D} = 0,933	D _{C-D} = 9,81 det/smp	QP% _{C-D} = 12,23 – 64,62
DS _{D-A} = 0,707	D _{D-A} = 4,53 det/smp	QP% _{D-A} = 12,68 – 29,40

Dapat dilihat bahwa selain weaving arah C-D yang kinerjanya paling rendah, yaitu dengan nilai derajat kejenuhan 0,933; weaving arah yang lain cenderung masih memiliki kinerja yang baik, yaitu di bawah 0,75; Terutama pada B-C yang hanya 0,626.

Berbanding lurus dengan nilai derajat kejenuhan, besarnya tundaan pada D-A paling besar, yaitu 9,81 det/smp dan peluang terjadinya antrिन sebesar 12.23-64,62%.

Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal Pada Bundaran Bersinyal

Kinerja Simpang Bersinyal dianalisis dengan mengacu kepada MKJI 1997, dimana untuk kondisi geometrik, arus lalu lintas dan kinerjanya dapat di lihat pada Gambar 6 sampai dengan Gambar 9 di bawah ini.



Gambar 7 Kondisi Geometrik Simpang Bersinyal Pada Bundaran Bersinyal Digulis

Simpang APILL		Kendaraan Bermotor													Kendaraan Tak Bermotor		
Arus Lalu Lintas		Kendaraan Bermotor													Kendaraan Tak Bermotor		
Kode Pendekat	Arah	qkr			qkb			qsm			Q _{KBM}			R _{BKl}	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	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			kend/jam	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
A	BKl/BKlJT (A1)	43	43	43	0	0	0	71	14,2	28,4	114	57,2	71,4	0,026		1	
	LRS (A2)	722	722	722	92	119,6	119,6	1841	368,2	736,4	2655	1209,8	1578			3	
	Bka (A3&A4)	303	303	303	13	16,9	16,9	1276	255,2	510,4	1592	575,1	830,3	0,365	0		
	Total	1068	1068	1068	105	136,5	136,5	3188	637,6	1275,2	4361	1842,1	2479,7			4	0,001
B	BKl/BKlJT (B2)	76	76	76	29	37,7	37,7	752	150,4	300,8	857	264,1	414,5	0,420		1	
	LRS (B3)	122	122	122	0	0	0	322	64,4	128,8	444	186,4	250,8			0	
	Bka (B1&B4)	260	260	260	28	36,4	36,4	451	90,2	180,4	739	386,6	476,8	0,362	5		
	Total	458	458	458	57	74,1	74,1	1525	305	610	2040	837,1	1142,1			6	0,003
C	BKl/BKlJT (C3)	97	97	97	0	0	0	804	160,8	321,6	901	257,8	418,6	0,219		3	
	LRS (C4)	762	762	762	64	83,2	83,2	1828	365,6	731,2	2654	1210,8	1576,4			2	
	Bka (C1&C2)	198	198	198	38	49,4	49,4	328	65,6	131,2	564	313	378,6	0,137	1		
	Total	1057	1057	1057	102	132,6	132,6	2960	592	1184	4119	1781,6	2373,6			6	0,001
D	BKl/BKlJT (D4)	68	68	68	0	0	0	891	178,2	356,4	959	246,2	424,4	0,505		0	
	LRS (D1)	142	142	142	0	0	0	357	71,4	142,8	499	213,4	284,8			2	
	Bka (D2&D3)	74	74	74	0	0	0	366	73,2	146,4	440	147,2	220,4	0,232	0		
	Total	284	284	284	0	0	0	1614	322,8	645,6	1898	606,8	929,6			2	0,001

Gambar 8 Arus Lalu Lintas Pada Simpang Bersinyal

SIMPANG APILL			Tanggal : 11 Mei 2015													Ditangani Oleh							
PENENTUAN WAKTU ISYARAT			Kota : Pontianak																				
KAPASITAS			Simpang : Ukuran Kota : 0,62 juta Perihal : Dua Fase Periode : Jam puncak sore (15.30-16.30)																				
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase	Tipe Pendekat	Rasio Kendaraan Belok			Arus Belok Kanan		Lebar Efektif (L _E)	Arus Jenuh (S)								Arus Lalu lintas	Rasio Arus	Rasio Fase	Waktu Hijau	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	
			R _{BKRT}	R _{BKI}	R _{BKA}	Dari arah ditinjau	Dari arah berlawanan		Arus Jenuh Dasar	Faktor-faktor penyesuaian Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P									Arus Jenuh Disesuaikan
(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		0,026	0,365	830,3	378,6	8,10	4860	0,94	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4340	1785	0,411	0,688	45	2122,816	0,841
B	2	O		0,420	0,362	476,8	220,4	6,50	3900	0,94	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3593	573	0,159	0,267	30	1171,53	0,489
C	1	O		0,219	0,137	378,6	830,3	7,50	4500	0,94	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	4019	1524	0,379	0,634	45	1965,57	0,775
D	1	O		0,505	0,232	220,4	476,8	3,50	2100	0,94	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1935	361	0,186	0,312	30	630,82	0,572
Waktu siklus pra penyesuaian c (det)								75,809				Rasio arus simpang = R _{sg} Σ(Q/S) _{kritis}											
Waktu siklus disesuaikan c _{sg} (det)								92															

Gambar 9 Penentuan Waktu Isyarat

SIMPANG APILL			Tanggal : 11 Mei 2015													Ditangani Oleh		
PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN			Kota : Pontianak															
			Simpang : Ukuran Kota : 0,62 juta Perihal : Dua Fase Periode : Jam puncak sore (15.30-16.30)															
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Rasio Hijau	Jumlah Kendaraan Antri				Panjang Antrian	Rasio Kend. terhenti	Jumlah Kend. terhenti	Tundaan						
					N _{Q1}	N _{Q2}	N _Q	N _Q max (Gbr NQ max)				Tundaan LL rata2	Tundaan Geometri rata2	Tundaan LL rata2	Tundaan Total			
					Q	C	D _J	R _H				skr	skr	skr	skr	PA	R _{KH}	N _{KH}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)			
A	1785	2123	0,841	0,489	2,11	39,6	41,70	60	148	0,823	1468	24,0	3,7	27,7	13,726			
B	573	1172	0,489	0,326	-0,02	11,7	11,72	19	58	0,720	413	24,8	4,2	29,0	4,613			
C	1524	1966	0,775	0,489	1,22	32,0	33,26	48	128	0,769	1171	21,6	3,6	25,1	10,640			
D	361	631	0,572	0,326	0,17	7,6	7,80	12	69	0,762	275	26,6	4,1	30,7	3,078			
Q _{tot}		4242,3											Tot.skr =	3327	Tot.skr =		32,058	
										Kendaraan terhenti rata-rata stop/skr =	0,784	Tundaan Simpang rata-rata, det/skr =		8,015				

Gambar 10 Kinerja Simpang Bersinyal

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa Derajat Kejenuhan pada lengan-lengan simpang sangat tinggi yaitu pada A dan C, (arah Barat dan Timur) yang masing-masing 0,841 dan 0,775.

Derajat kejenuhan yang tinggi ini juga berakibat panjangnya antrian yang terjadi yaitu masing-masing 148 meter dan 128 meter.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan hasil analisis diperoleh bahwa Bundaran Bersinyal Digulis memiliki permasalahan dimana pada kinerja bundaran, terjadi Derajat Kejenuhan hingga 0,933 pada arah C-D .

Sedangkan pada kinerja simpang bersinyalnya, Lengan A, lengan arus mayor, Jalan Arah Ahmad Yani, memiliki nilai Derajat Kejenuhan 0,841. Dengan kinerja seperti ini, terjadi panjang antrian sebesar 148 m untuk arah A dan 128 meter untuk arah C.

Hal ini mengakibatkan tundaan sebesar 13,73 smp.detik pada arah A dan 10,64 smp.detik pada arah B.

Kondisi ini tentunya mengakibatkan kerugian, baik biaya operasional kendaraan dan nilai waktu bagi pengendara kendaraan, dan memerlukan penanganan segera agar terjadi efisiensi di jaringan jalan perkotaan.

Hal yang menarik adalah bahwa berdasarkan historis penambahan lampu lalu lintas pada lokasi studi yang bertujuan untuk mengurangi beban atau potensi interlocking pada jalur putar bundaran yang berdampak pada panjangnya antrian pada masing-masing lengan simpang. Hal ini sejalan dengan yang dinyatakan Oglesby dan Hicks (1999) bundaran dengan lampu sinyal pada volume lalu lintas tinggi akan mengurangi kapasitasnya menjadi kira-kira sebesar kapasitas lajur tunggal. Disini kita berhadapan dengan dilema, dimana jika kita ingin mengurangi panjang antrian pada lengan, maka akan berpotensi menyebabkan terjadinya *interlocking* pada jalur putar bundaran, sedangkan jika kita ingin mengurangi potensi interlocking pada jalur putar, dalam hal ini menurunkan nilai derajat kejenuhan dan tundaan, maka kita akan menyebabkan lebih panjangnya antrian yang terjadi di lengan arus arah mayor.

Untuk itu perlu dilanjutkan penelitian guna mendapatkan nilai pengaturan yang paling optimal dari kinerja bundaran dan simpang bersinyal disuatu bundaran bersinyal, baik dari pengaturan ulang waktu siklus atau penentuan waktu sinyal, maupun perubahan geometriknya.

REFERENCES

- BPS, 2014, Kota Pontianak Dalam Angka, Pontianak.
- Oglesby.C.H., Hicks.R.G., 1999, Teknik Jalan Raya, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dirjen Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Departemen P.U., Jakarta
- Florentina. V.M., 2010, Kinerja Bundaran Dengan Pengaturan Lampu Lalu Lintas Pada Jalan Ahmad Yani, Skripsi, Universitas Tanjungpura, Pontianak
- Khisty.C.J, Lall.B.K, 2006, Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Munawar. A.,2006, Manajemen Lalu Lintas Perkotaan, Penerbit Beta Offset, Jogjakarta.
- Susantono. B., 2013. Transportasi dan Investasi, Tantangan dan Perspektif Multidimensi, Penerbit Kompas, Jakarta.
- Warpani, S., 1990, Merencanakan Sistem Perangkutan, Penerbit ITB, Bandung.