



**PEMODELAN KINERJA SIMPANG SEBIDANG BERSINYAL
MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK VISSIM**

Sarwanta.^{1*}, Hamdani Abdulgani ²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu 45213
masarwanto@gmail.com

ABSTRACT

A signalized intersection is a meeting point for vehicles entering the intersection and vehicles leaving the intersection. The problem at the road intersection area is the potential for queues and delays because the vehicle will reduce its speed when passing through the intersection. Traffic regulation at signalized intersections is by using signals or traffic lights with the aim that queues and delays that occur can be minimized. Over time, there is an increase in traffic volume, this will result in a decrease in intersection performance, so an evaluation of intersection performance needs to be carried out. The purpose of this study is to evaluate the performance of one of the signalized intersections in Balikpapan city, namely Lab Coal/BDS Intersection under existing conditions and 5 years in the future. The performance evaluation of this intersection uses the guidelines of Indonesian Road Capacity Manual (MKJI 1997) and modeling using Vissim software. The results of the performance evaluation based on MKJI 1997 under existing conditions obtained an intersection capacity of 4854.6 smp / hour. The degree of saturation is obtained 1.003, the intersection delay is 49.7 smp / sec, the average queue length is 36.80 m. Modeling results using Vissim software, under existing conditions, the average queue length is 60 meters, the average intersection delay is 17 smp / sec and the intersection performance is at level of service C. In the 5-year condition of the intersection

Keywords: Signalized Intersection Performance, Queue Length, Degree of Saturation, Delay, Vissim

ABSTRAK

Persimpangan sebidang bersinyal merupakan titik pertemuan kendaraan yang menuju persimpangan maupun kendaraan yang meninggalkan persimpangan. Permasalahan pada daerah persimpangan jalan adalah potensi terjadinya antrian dan tundaan karena kendaraan akan mengurangi kecepatannya pada saat melewati persimpangan tersebut. Pengaturan lalu lintas pada simpang bersinyal adalah dengan menggunakan sinyal atau lampu lalu lintas dengan tujuan agar antrian dan tundaan yang terjadi dapat diminimalisir. Seiring berjalannya waktu, terjadi peningkatan volume lalu lintas, hal ini akan mengakibatkan penurunan kinerja simpang, sehingga evaluasi kinerja persimpangan perlu dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja salah satu persimpangan bersinyal di kota Balikpapan yaitu Simpang Lab Coal/BDS pada kondisi eksisting dan 5 tahun yang akan datang. Evaluasi kinerja Simpang ini menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dan pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak Vissim. Hasil evaluasi kinerja berdasarkan MKJI 1997 pada kondisi eksisting didapatkan kapasitas simpang sebesar 4854,6 smp/jam. Derajat kejenuhan diperoleh 1,003, tundaan simpang sebesar 49,7 smp/det, panjang antrian rata-rata 36,80 m. Hasil pemodelan menggunakan perangkat lunak Vissim, pada kondisi eksisting, panjang antrian rata-rata sebesar 60 meter, tundaan rata-rata simpang sebesar 17 smp/det dan kinerja simpang pada level of service C. Pada kondisi simpang 5 tahun ke depan didapatkan panjang antrian sebesar 144 meter, tundaan simpang terbesar 31 dt/smp dan kinerja simpang pada level of service C

Kata kunci: Kinerja Simpang Bersinyal, Panjang Antrian, Derajat Kejenuhan, Tundaan, Vissim

1. PENDAHULUAN

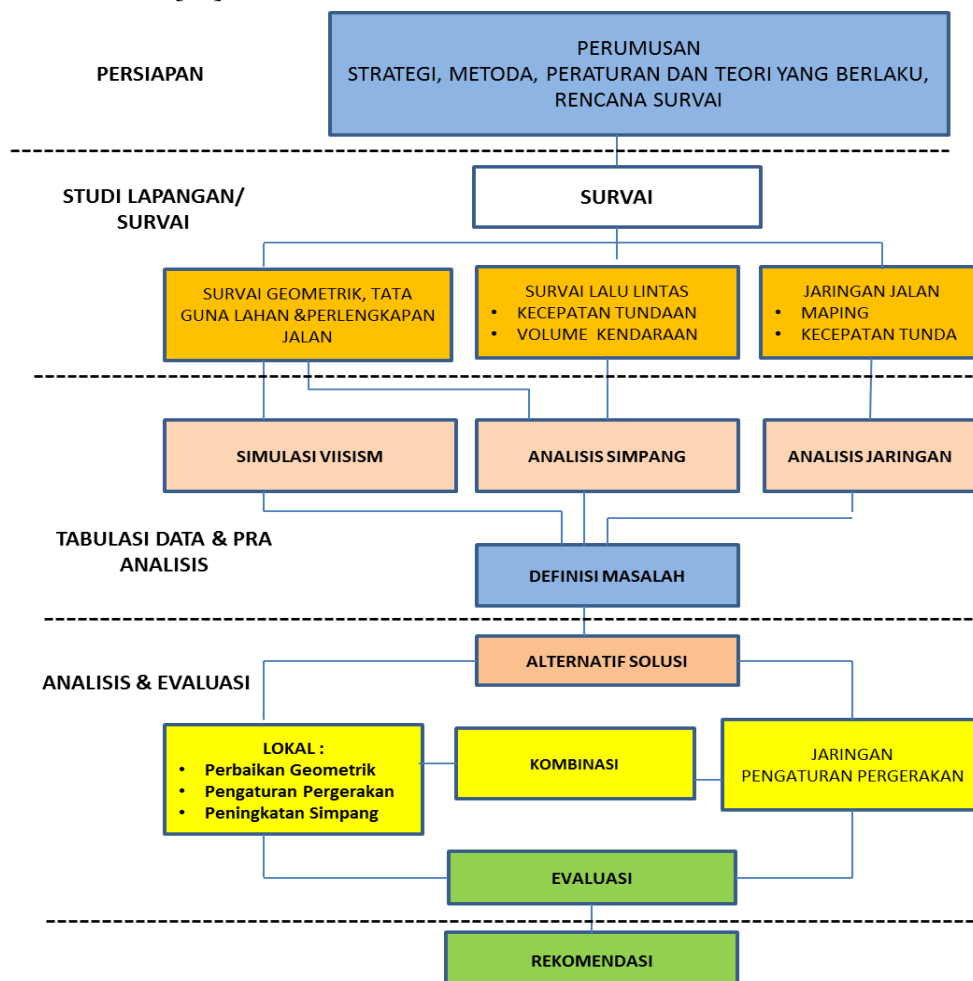
Perkembangan dan perubahan fungsi tata guna lahan akan mempengaruhi jumlah bangkitan dan tarikan perjalanan, sistem pergerakan maupun karakteristik lalu lintas. sehingga dapat menimbulkan permasalahan serius, antara lain polusi udara dan kemacetan. Kemacetan yang terjadi terutama di jalan-jalan protokol akan berdampak terhadap menurunnya kinerja jalan, keamanan, kenyamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas [1]. Salah satu lokasi yang berpotensi menyebabkan

terjadinya delay adalah di persimpangan sebidang jalan raya. [2]. Persimpangan jalan merupakan tempat bertemunya kendaraan dari berbagai arah yang berbeda pada titik dan waktu yang bersamaan. Pada persimpangan berpotensi terjadinya konflik kendaraan [3]. Tujuan pengaturan simpang dengan sinyal adalah mengoptimalkan kapasitas jalan dan menghindari terjadinya kecelakaan lalu lintas di daerah tersebut. Karakteristik dan perilaku lalu lintas bersifat dinamis, karena volume lalu lintas yang semakin meningkat, maka kinerja lalu lintas di persimpangan perlu dievaluasi secara periodik [4]. Studi ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan lalu lintas, melakukan analisis dan evaluasi kinerja lalu lintas persimpangan jalan simpang sebidang bersinyal pada kondisi eksisting dan masa yang akan datang. Analisis dilakukan dengan memodelkan dan mensimulasikan sistem pergerakan lalu lintas menggunakan Software Vissim untuk mendapatkan gambaran secara visual situasi dan karakteristik lalu lintas [5].

Persimpangan Simpang Lab Coal/BDS merupakan salah satu simpang bersinyal dari sekian banyak persimpangan yang ada di kota Balikpapan Tipe lingkungan jalan sekitar persimpangan merupakan daerah komersial. Hal ini bisa dilihat dengan adanya pertokoan, perbankan, dan perkantoran. Simpang ini juga merupakan jalur utama untuk masuk atau keluar kendaraan yang menuju ke pusat-pusat kegiatan di kawasan tersebut. Dengan demikian arus lalu lintas yang melewati simpang tersebut setiap harinya cukup banyak terutama pada jam-jam tertentu.

2. METODE PENELITIAN

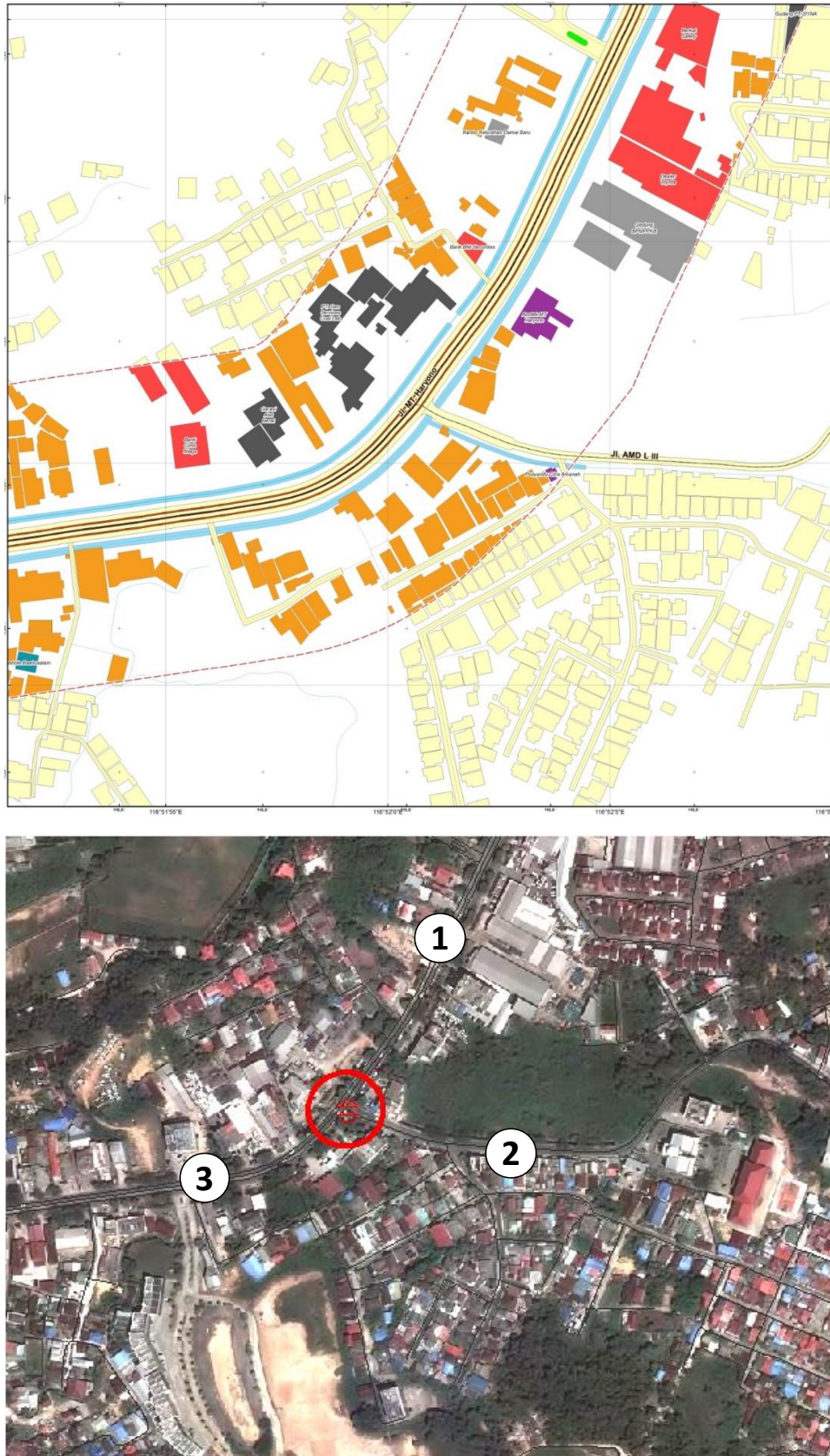
Metode penelitian menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan melakukan survey untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Tahapan dan langkah pelaksanaan penelitian disajikan pada gambar 1 di bawah ini : [10]



Gambar 1. Bagan Alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Kondisi lingkungan dan Geometri. [2].



Gambar 2. Peta lokasi simpang

Karakteristik Lingkungan persimpangan Labcoal terletak di pusat perdagangan dan bisnis diantaranya terdapat Komplek Perumahan Bukit Damai Sentosa, Perkantoran BPMBKB, Showroom Mobil Toyota,

Industri dan Pergudangan PT. Geo Service Coal Lab, Industri dan Pergudangan PT. Byna dagangan dan Jasa serta Bank CIMB Niaga. Simpang Lab Coal memiliki 3 lengan yaitu lengan Jl. MT. Haryono U, jl. ZA. Maulani, Jl. MT. Haryono S dan merupakan jenis simpang bersinyal. Data geometrik yang didapat dari hasil survey dan pengamatan langsung dilapangan disajikan pada tabel 1 dan tabel 2

Tabel 1. Kondisi lingkungan Simpang

Kode Pendekat	Tipe lingkungan	Hambatan Samping	Median Ya/ Tidak	Kelandaian	Belok Langsung	Jarak Ke Kendaraan Parkir
1	2	3	4	5	6	7
U (Jl. MT. Haryono	Komersial	Sedang	tidak	2%	tidak	
T (Jl. Manunggal)	Komersial	Sedang	tidak	2%	tidak	
S (Jl. MT Haryono)	Komersial	Sedang	Ya	2%	Ya	

Tabel 2. Kondisi Geometrik Simpang

Kode Pendekat	Lebar Pendekat			
	Pendekat	Masuk	Belok kiri langsung	Keluar
	Wa (m)	W masuk (m)	(WLTOR) (m)	W keluar (m)
8	9	10	11	12
U (Jl. MT. Haryono	8	8	4,2	8
T (Jl. Manunggal)	4,4	4,6	4,4	9
S (Jl. MT Haryono)	6,6	6,6	3,4	13,5

Data Arus dan Komposisi Lalu lintas. [2]

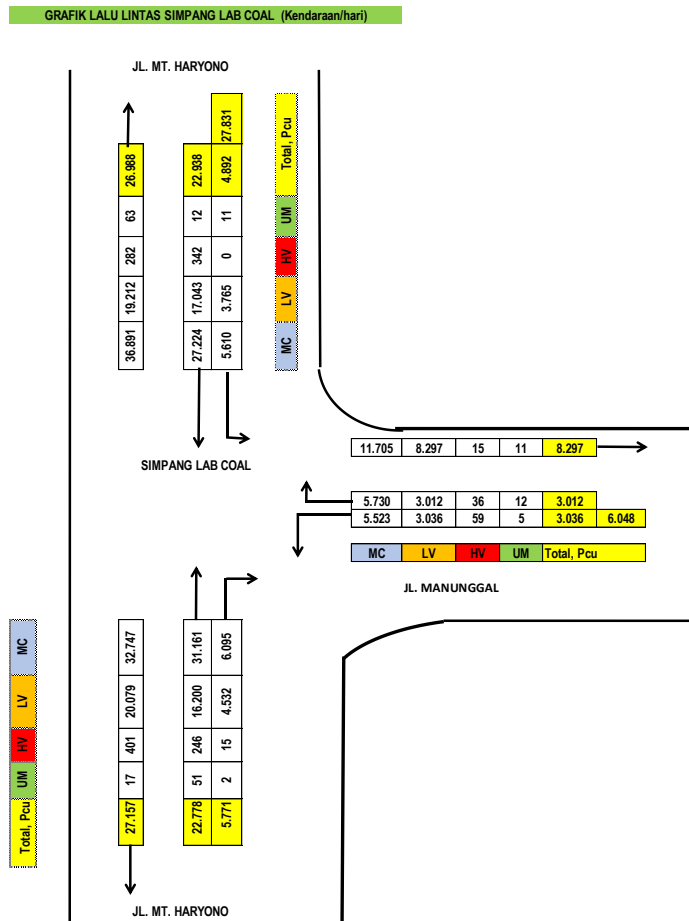
Volume Lalu Lintas Per Lengan (smp/jam) Simpang Lab Coal/BDS disajikan pada tabel 3

Tabel 3 Volume Lalu Lintas Per Lengan (smp/jam) Simpang Lab Coal/BDS

Waktu	Volume Lalin (smp/jam) Per Lengan						TOTAL
	Utara (Belok Kiri)	Utara (Belok kanan)	Timur (Belok Kiri)	Timur (Belok kanan)	Barat (Belok Kiri)	Barat (Belok Kanan)	
06.00-07.00	127	519	150	162	740	223	1.920
07.00-08.00	190	1.273	220	207	789	289	2.969
08.00-09.00	213	1.339	191	199	936	232	3.110
09.00-10.00	198	1.428	206	207	818	216	3.073
10.00-11.00	191	1.027	195	180	943	193	2.728
11.00-12.00	238	1.182	208	169	1.073	234	3.104
12.00-13.00	195	1.213	167	207	1.057	299	3.138
13.00-14.00	250	974	165	181	1.011	305	2.887
14.00-15.00	253	954	190	203	1.023	260	2.884
15.00-16.00	249	1.036	175	190	1.184	291	3.126
16.00-17.00	234	964	150	205	1.093	290	2.935
17.00-18.00	215	950	174	194	1.039	289	2.861
18.00-19.00	246	853	169	190	1.088	279	2.824

19.00-20.00	206	734	189	175	1.065	229	2.598
20.00-21.00	204	672	175	139	876	190	2.256
21.00-22.00	102	439	135	79	677	95	1.528
Total	3.312	15.558	2.858	2.888	15.411	3.913	43.939

Data volume dan komposisi lalu lintas yang disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram volume dan komposisi lalu lintas

Analisis Kapasitas Simpang. [2]

Penentuan arus puncak

Arus puncak ditentukan dengan membandingkan arus terbesar antara waktu pengamatan jam puncak pagi dan sore. Pada tabel 4, memperlihatkan bahwa arus terbesar yaitu pada jam ke empat yaitu jam 9.00 - 10.00 (WITA) sebesar 3.020,50 smp/jam.

Tabel 4. Volume Arus Lalu Lintas Jam Puncak

Hari : Senin
Tanggal : 1 Nopember 2021

KODE PENDEKAT	VOLUME LALU LINTAS (V)				TOTAL (Smp)
	MC	LV	HV	UM	
U (Jl. MT. Haryono)	1.426	710	5	1	1.002,20
T (Jl. Manunggal)	479	312	2	0	410,40
B (Jl. MT Haryono)	1.395	1.299	23	0	1.607,90
Total	3.300	2.321	30	1	3.020,50

Hasil perhitungan Tingkat kejenuhan, tundaan, panjang antrian disajikan pada Tabel 5 – Tabel 9 [2].

Tabel 5 Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Belok

Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Sepeda Motor (MC)		
		emp terlindung =		1	emp terlindung =		1,3	emp terlindung =		0,2
		emp terlawan =		1	emp terlawan =		1,3	emp terlawan =		0,4
		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam	
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan
U (Utara) JL. MT. Haryono Arah Balikpapan Baru	LT/LTOR	146	146,0	0,0	0,0	0,0	0,0	251,0	50,2	0,0
	ST	1.143	1143,0	0,0	20,0	26,0	0,0	1181,0	236,2	0,0
	RT	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total	1289,0	1289,0	0,0		26,0	0,0	1432,0	286,4	0,0
S (selatan) JL. MT. Haryono Arah Kota	LT/LTOR	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ST	559	559,0	0,0	166,0	215,8	0,0	1191,0	238,2	0,0
	RT	166	166,0	0,0	2,0	2,6	0,8	228,0	45,6	0,0
	Total	725,0	725,0	0,0	2,0	218,4	0,8	1419,0	283,8	0,0
T (Timur) Jl. ZA Maulani	LT/LTOR	156	156,0	0,0	3,0	3,9	0,0	214,0	42,8	0,0
	ST	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	RT	151	151,0	0,0	1,0	1,3	0,0	235,0	47,0	0,0
	Total	307,0	307,0	0,0	4,0	5,2	0,0	449,0	89,8	0,0

Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Total MV Bermotor			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		kend/jam	smp/jam		PLT	PRT		
			Terlindung	Terlawan			Kend/jam	
U (Utara) JL. MT. Haryono Arah Balikpapan Baru	LT/LTOR	397,0	196,2	0,0	0,14483765		0	0,00
	ST	2344,0	1405,2	0,0			0	0,00
	RT	0,0	0,0	0,0		0	0	0,00
	Total	2741,0	1601,4	0,0			0	0
S (selatan) JL. MT. Haryono Arah Kota	LT/LTOR	0,0	0,0	0,0	0		0	
	ST	1916,0	1013,0	0,0			0,0	
	RT	396,0	214,2	0,8		0,1712803	0,0	
	Total	2312,0	1227,2	0,8			0	0
T (Timur) Jl. ZA Maulani	LT/LTOR	373,0	202,7	0,0	0,49078947		0,0	
	ST	0,0	0,0	0,0			0,0	
	RT	387,0	199,3	0,0		0,5092105	0,0	
	Total	760,0	402,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0

Tabel 6 Data Arus Lalu Lintas dan Rasio Belok

Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase No.	Tipe Pendekat	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)
			PLTOR	PLT	PRT	Arah Diri	Arah Lawan	
						QRT	QRTO	We
U (Utara)	1	P	0,14483765	0,1448377	0			8,28
S (selatan)	2	P	0,453169347	0,4531693	0	0,0		8,28
T (Timur)	3	O	0,490789474	0,4907895	0,09366131		0,8	6,39

Kode	Hijau	Tipe	Arus jenuh smp/jam Hijau					Arus
------	-------	------	--------------------------	--	--	--	--	------

Pendekat	Dalam Fase No.	Pendekat	Nilai Dasar smp/jam Hijau	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan S smp/jam Hijau	Lalu Lintas smp/jam Q
				Ukuran Kota Fcs	Hambatan Samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan Frt	Belok Kiri Flt		
U (Utara)	1	P	4968	1	0,93	1,01	1	1,06	0,95	4699	1601,4
S (selatan)	2	P	4968	1	0,93	1,01	1	1,06	0,95	4699	1013,0
T (Timur)	3	O	3834	1	0,93	0,98	1	1,01	0,992	3501	2240,2

Tabel 7 Hasil perhitungan Derajat kejenuhan

Kode Pendekat	Rasio Arus FR = Q/S	Rasio Fase PR = (FRcr/IFR)	Waktu Hijau g	Kapasitas S x g/c	Derajat Kejenuhan Q/C
U (Utara)	0,341	0,284884578	39	1697	0,94
S (selatan)	0,216	0,180209865	39	1697	0,60
T (Timur)	0,640	0,534905557	47	1524	1,47
IFR =	1,196				

Tabel 8 Hasil perhitungan Panjang Antrian

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejenuhan DS = Q/C	Rasio Hijau GR = g/c	Jumlah Kendaraan antri (smp)			
					N1	N2	Total NQ = N1+N2	NQ max
U (Utara)	1601,4	1697	0,94	0,36	0,25	46,6	46,8	15
S (selatan)	1013,0	1697	0,60	0,36	0,25	24,8	25,0	12
T (Timur)	2240,2	1524	1,47	0,44	0,1	105,4	105,5	14
LTOR	398,9							
Qtot	4854,6							

Tabel 9 Hasil perhitungan Tundaan

Kode Pendekat	Panjang Antrian (m) QL	Rasio kendaraan stop NS	Jumlah Kendaraan terhenti	Tundaan			
				Tundaan Lalu lintas rata2 DT	Tundaan Geometrik rata2 DG	Tundaan Rata-rata D = DT+DG	Tundaan Total D*Q (smp)
U (Utara)	36,2	0,88	1404	30,2	3,2	33,4	53515
S (selatan)	29,0	0,74	750	86,9	3,9	90,8	91983
T (Timur)	43,8	1,41	3165	21,8	3,0	24,8	55552
	TOTAL		5319		TOTAL		201050
	Kendaraan terhenti Rata-rata		1,01		Tundaan Rata-rata		49,7

Berdasarkan data tabel 7 – tabel 9 terlihat bahwa kapasitas lengan terbesar adalah pada pendekat Utara

atau JL. MT Haryono Arah Balikpapan Baru atas yang disusul dengan pendekat Selatan dari arah Jl. MT. Haryono Arah Kota. Kapasitas dari kedua pendekat ini memang sudah seharusnya besar karena merupakan jalan major dari Simpang tersebut.

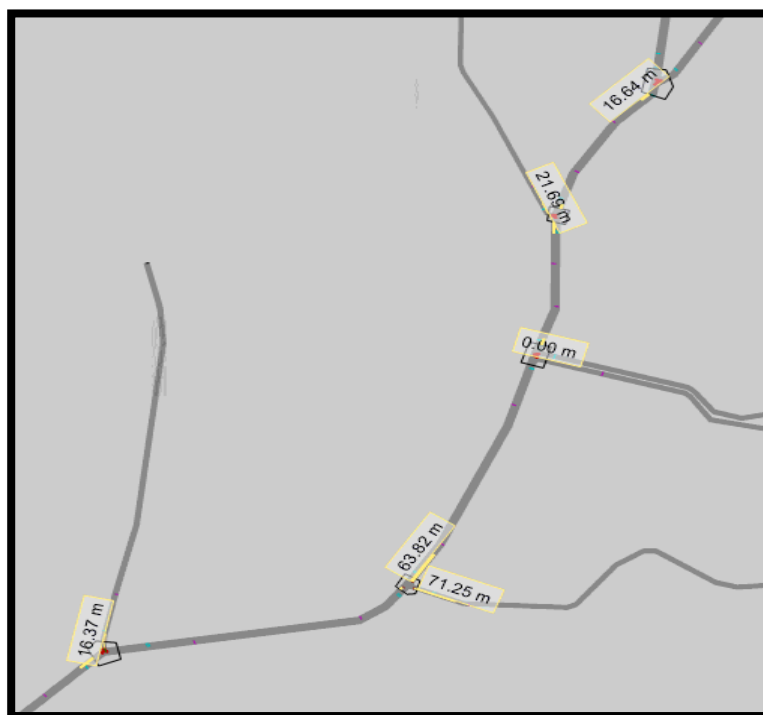
Berdasarkan data tabel di atas terlihat bahwa panjang antrian terbesar adalah pada pendekat Timur atau Pendekat JL. ZA Maulani yang disusul dengan pendekat Utara dari arah Jalan MT. Haryono arah Balikpapan Baru. Panjang antrian pada pendekat Utara adalah 36,2 meter atau 36 meter, Timur adalah sebesar 43,8 atau 44 meter, Selatan 29,0 atau 29 meter.

Pada kenyataannya, panjang antrian di sebelah Timur ini memang tergolong besar karena arus yang masuk ke pendekat ini berasal dari daerah JL. ZA Maulani dan Kawasan permukiman serta arah tembus JL. Syarifuddin Yoes menuju kawasan major dengan dimensi pendekat yang tidak terlalu besar yang menyebabkan pada besarnya panjang antrian kendaraan.

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terdiri atas tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik. Tundaan lalu lintas atau DT adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan geometrik atau DG disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di simpangan dan atau yang terhenti oleh lampu merah. Berdasarkan data tabel di atas terlihat bahwa tundaan rata-rata adalah sebesar 49,7 det/smp pada semua pendekat, dimana tundaan terbesar yaitu pada pendekat Selatan sebesar 86,9 det/smp.

Pemodelan dengan Perangkat Lunak Vissim

Dari hasil pemodelan Vissim yang telah disesuaikan panjang antriannya diperoleh panjang antrian rata-rata sebesar 144 meter dan kinerja simpang pada level of service A-C. Antrian terpanjang terjadi pada saat kendaraan yang menunggu waktu hijau pada pengaturan APILL



Gambar 4 Panjang Antrian Kawasan Simpang Jalan MT Haryono Kondisi Eksisting

Berdasarkan hasil pemodelan tersebut pada kondisi eksisting diperoleh parameter kinerja simpang yaitu tundaan dan tingkat pelayanan yang disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Kinerja Kawasan Lab Coal/BDS Kondisi Eksisting

	Antrian Rata-rata	Tundaan	Level of Service
Simpang Lab Coal/BDS	61 meter	17 detik	C

Pada kondisi eksisting antrian pada kawasan persimpangan 60, lama tundaan 17 detik/smp dan kinerja

simpang pada level of service C. Antrian terpanjang terjadi pada saat kendaraan menunggu waktu hijau pada pengaturan APILL. Waktu hijau pada Jalan Minor 23 detik, Jalan Mayor belok kanan ke jalan Minor 20 detik dan Jalan Mayor lurus ke jalan Mayor (yang terlawan oleh belok kanan) 40 detik

Berdasarkan hasil pemodelan tersebut pada kondisi tahun 2016 diperoleh parameter kinerja simpang yaitu tundaan dan tingkat pelayanan yang disajikan pada tabel 11.

Tabel 11. Kinerja Kawasan Lab Coal/BDS Kondisi proyeksi tahun 2026

	Antrian Rata-rata	Tundaan	Level of Service
Simpang Lab Coal/BDS	144 meter	31 detik	D

Proyeksi pada tahun 2026, antrian pada kawasan persimpangan ini bertambah panjang menjadi 144 meter, lama tundaan rata rata 31 detik/smp dan kinerja simpang pada level of service D. Antrian terpanjang 144 meter yang terjadi pada saat kendaraan menunggu waktu hijau pada pengaturan APILL. Waktu hijau pada Jalan Minor 23 detik, Jalan Mayor belok kanan ke jalan Minor 20 detik dan Jalan Mayor lurus ke jalan Mayor (yang terlawan oleh belok kanan) 40 detik

4. KESIMPULAN

Kinerja simpang bersinyal pada Lab Coal pada kondisi eksisting diperoleh nilai derajat kejenuhan (DS) yaitu = 1,196, untuk tundaan simpang sebesar 49,7 smp/det, panjang antrian pendekatutara 36,2 m, selatan 29,0m, pendekat barat 43,8 m, hal ini menunjukkan persimpangan tersebut berada dalam kondisi normal yang disarankan oleh MKJI 1997. Hasil pemodelan dengan Vissim pada kondisi eksisting didapatkan panjang antrian rata-rata sebesar 36,3 meter, tundaan simpang sebesar 17 dt/smp. Proyeksi pada tahun 2026 panjang antrian rata-rata sebesar 144 meter, tundaan simpang sebesar 31 dt/smp. Tingkat pelayanan simpang diperoleh D (arus lalu Lintas sudah tidak Stabil). Usulan Langkah penanganan yang dapat dilakukan dengan meningkatkan atau memperbaiki kinerja simpang pada kondisi 5 tahun kedepan adalah dengan Perubahan waktu siklus sinyal karena dapat memberikan dampak yang besar terhadap nilai derajat kejenuhan yaitu memperoleh nilai Derajat Kejenuhan (DS) yaitu = 0,84, Tundaan Lalu Lintas 21,29 det/smp, Panjang antrian (QL) yaitu sebesar 67 m. Tingkat pelayanan simpang diperoleh C (Arus Lalu Lintas Stabil).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hoobs. F. D, 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [2] Direktorat Jendral Bina Marga (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesi* (1997), Jakarta, Indonesia.
- [3] Tamin, Ofyar Z, 2000, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, ITB. Bandung.
- [4] R. Bian, P. Murray-Tuite, P. Edara, And K. Triantis, "Modeling The Impact Of Traffic Management Strategies On Households' Stated Evacuation Decisions," *Progress In Disaster Science*, Vol. 15, P. 100246, Oct. 2022, Doi: 10.1016/J.Pdisas.2022.100246.
- [5] I. Gokasar, D. Pamucar, M. Deveci, And W. Ding, "A Novel Rough Numbers Based Extended Macbeth Method For The Prioritization Of The Connected Autonomous Vehicles In Real-Time Traffic Management," *Expert Syst Appl*, Vol. 211, P. 118445, Jan. 2023, Doi: 10.1016/J.Eswa.2022.118445.
- [6] A. Andriyanto And A. Ma'ruf, "Evaluasi Kinerja Simpang Pada Persimpangan Bersinyal Jl. Asembagus-Jl. Seruni Kabupaten Situbondo," *Journal Gelagar*, Vol. 2, No. 1, 2020.
- [7] M. Rahman, M.-W. Kang, And P. Biswas, "Dynamic Dilemma Zone Protection System For High-Speed Signalized Intersections: A Comprehensive Safety -Operational Assessment," *Transportation Engineering*, Vol. 12, P. 100174, Jun. 2023, Doi: 10.1016/J.Treng.2023.100174.
- [8] R. Chauhan, A. Dhamaniya, S. Arkatkar, And Md. M. Haque, "A Conflict-Based Safety Assessment Technique For Rear-End Crash Risk At Signalized Intersections In A Lower- Middle-Income Country: A Comparison Between Homogeneous And Heterogeneous Traffic Conditions," *Saf Sci*, Vol. 161, P. 106075, May 2023, Doi: 10.1016/J.Ssci.2023.106075.
- [9] R. Chauhan, A. Dhamaniya, And S. Arkatkar, "Analysing Driver's Decision In Dilemma Zone At

- Signalized Intersections Under Disordered Traffic Conditions,” *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav*, Vol. 89, Pp. 222–235, Aug. 2022, Doi: 10.1016/J.Trf.2022.06.016.
- [10] F. Runa, S. I. Guler, And V. V. Gayah, “Do Existing Split Failure Metrics Accurately Reflect Pedestrian Operation At Signalized Intersections?,” *International Journal Of Transportation Science And Technology*, Mar. 2023, Doi: 10.1016/J.Ijtst.2023.02.006.
- [11] Sarwanta, Abdulgani Hamdani, “Pemodelan simpang tidak bersinyaal menggunakan prangkat lunak vissim,” *Jurnal Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Semarang*, Vol. 15 No.22,2022 Hal 1-11,p-ISSN : 2963-7287 e-ISSN : 2963-6721 Maret. 2023