

Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo

Traffic Management And Engineering At The Simpang 4 Pilang In Probolinggo City

Maulana Ananta H¹, Ir. Djamal Subastian, M.Sc.², Dr. I Made Arka Hermawan, M.T.³

¹Taruna Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat, Politeknik Transportasi Darat Indonesia Jalan Raya Setu No.89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

²Dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD Jalan Raya Setu No.89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia ³Dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD Jalan Raya Setu No.89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

* E-mail: maulana.ananta4002@gmail.com

Diterima: 31 Mei 2022, Direvisi: 30 Agustus 2022, Disetujui: 09 Agustus 2021, Diterbitkan online: 13 Agustus 2022

Abstract

Simpang 4 Pilang is one of the intersections located in Probolinggo City which has the worst performance. This is caused by the large volume of freight transportation that passes through Simpang 4 Pilang. In addition, there is a crossing of a plot that intersects the Northern short. With queue length values along the queue values (138 m) and delay (22.36 sec / smp) and saturation degree values (0.55). This study aims to analyze the performance of Simpang 4 Pilang in existing conditions, to determine the magnitude of the influence of the duration of closing a plot crossing on the length of the queue and delay time at each short, as well as model the existing performance to handling scenarios using the Vissim application. Based on the statistical analysis that has been carried out, the interchange shorts that have the greatest effect of closing a plot crossing on the length of vehicle queues and the delay time of vehicles at intersections, namely the North and West shorts.

In the first scenario, the first scenario is done by optimizing the APILL cycle time, the second scenario is by optimizing the cycle time added with changes in the intersection geometry, and the third scenario is by optimizing the APILL cycle time and changing the intersection geometry and the application of Left Turn On Red (LTOR). After the implementation of management and engineering scenarios and then on Simpang 4 Pilang, the performance results of each scenario were compared based on the parameters of queue length, delay time, and interchange Level of Service to find the best scenario to improve the performance of Simpang 4 Pilang Probolinggo City.

Keywords: *Traffic Management and Engineering, APILL Interchange, LTOR, Interchange Performance Improvement, Vissim Application.*

Abstrak

Simpang 4 Pilang merupakan salah satu simpang bersinyal yang berada di Kota Probolinggo yang memiliki kinerja terburuk. Hal itu disebabkan oleh banyaknya volume angkutan barang yang melewati Simpang 4 Pilang. Selain itu, terdapat perlintasan sebidang yang memotong pendekat Utara. Dengan nilai panjang antrian sepanjang nilai antrian (138 m) dan tundaan (22,36 det/smp) serta nilai derajat kejenuhan (0,55). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja Simpang 4 Pilang pada kondisi eksisting, untuk mengetahui besar pengaruh durasi penutupan perlintasan sebidang terhadap panjang antrian dan waktu tundaan pada setiap pendekat, serta memodelkan kinerja eksisting hingga penanganan skenario menggunakan aplikasi Vissim. Berdasarkan analisis statistik yang telah dilakukan, pendekat simpang yang paling besar menerima pengaruh penutupan perlintasan sebidang terhadap panjang antrian kendaraan dan waktu tundaan kendaraan pada simpang yakni pendekat Utara dan Barat.

Pada skenario yang pertama dilakukan yaitu dengan pengoptimalan waktu siklus APILL, skenario kedua yaitu dengan pengoptimalan waktu siklus ditambahkan dengan perubahan geometri simpang, dan skenario ketiga merupakan dengan pengoptimalan waktu siklus APILL dan dilakukannya perubahan geometri simpang serta penerapan Left Turn On Red (LTOR). Setelah dilakukannya penerapan skenario manajemen dan rekayasa lalu pada Simpang 4 Pilang, hasil kinerja setiap skenario dibandingkan berdasarkan parameter panjang antrian, waktu tundaan, dan Level Of Service simpang untuk menemukan skenario terbaik guna meningkatkan kinerja Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.

Kata Kunci: Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Simpang APILL, LTOR, Peningkatan Kinerja Simpang, Aplikasi Vissim

PENDAHULUAN

Simpang 4 Pilang merupakan akses untuk memasuki JLU (Jalur Lintas Utara) di Kota Probolinggo, dimana jalur tersebut memang khusus diperuntukkan dilalui oleh kendaraan angkutan barang terutama yang berdimensi besar. Sehingga, kendaraan angkutan barang tidak melewati jalur tengah Kota Probolinggo. Berdasarkan analisis, Simpang 4 Pilang merupakan salah satu simpang bersinyal yang memiliki kinerja buruk nomor tiga terendah dari 20 simpang bersinyal di Kota Probolinggo. Dimana untuk nilai Derajat Kejenuhan (DS) mencapai: 0,55 dan menghasilkan antrian kendaraan yang sepanjang 138 meter dengan tundaan rata-rata 22,36 det/smp (PKL PTDI-STTD Kota Probolinggo 2021). Kondisi tersebut semakin diperparah apabila terdapat kereta yang melintas, dikarenakan salah satu pendekat simpang di Simpang 4 Pilang, yaitu kaki pendekat utara (Jl Anggrek) terdapat perlintasan sebidang. Berdasarkan data jadwal pada pos perlintasan kereta di pilang, terhitung frekuensi kereta yang melintas sebanyak 20 kereta yang melintas dan memotong kaki pendekat utara dari Simpang 4 Pilang untuk setiap harinya. Alhasil, banyak kendaraan yang berhenti di tengah-tengah persimpangan dan bahkan terjadi *blocking*. Sehingga dibutuhkan suatu manajemen dan rekayasa lalu lintas guna menuntaskan permasalahan tersebut.

METODE

Penelitian ini dapat dilakukan dengan tahap awal yaitu mengidentifikasi berbagai permasalahan pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo. Lalu tahap berikutnya yaitu dengan pengumpulan data-data yang menunjang penelitian ini. Baik berupa data primer dan sekunder. Data primer meliputi data inventarisasi simpang, data waktu siklus simpang, data volume lalu lintas pada simpang, data antrian dan tundaan yang terjadi pada simpang, serta data jadwal kereta yang melintas. Sedangkan data sekunder meliputi data jaringan jalan Kota Probolinggo, data Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Probolinggo, data inventarisasi jalan Kota Probolinggo, dan data demografi Kota Probolinggo.

Pada tahap berikutnya pengolahan dan menganalisis data yang sudah di dapatkan. Pengolahan dan analisis data berpedoman dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dan menggunakan aplikasi KAJI. Hasil dari analisis data, dilakukan permodelan dengan menggunakan aplikasi VISSIM. Software VISSIM merupakan aplikasi permodelan transportasi yang dapat mensimulasikan kondisi lalu lintas yang dimodelkan.

Tahap berikutnya yaitu dilakukannya validasi dari hasil survey dengan hasil permodelan. Validasi dilakukan dengan menggunakan uji Chi-kuadrat. Apabila proses sudah dilakukan, hasil validasi akan digunakan sebagai tolak ukur terhadap indikator kinerja lalu lintas pada Simpang 4 Pilang. Jika kinerja Simpang 4 Pilang dinilai buruk berdasarkan indikator kinerja simpang, maka dilakukannya penyusunan alternatif pemecah permasalahan tersebut melalui beberapa skenario yang dilakukan. Untuk skenario yang pertama yaitu dengan melakukan optimalisasi waktu siklus pada APILL di Simpang 4 Pilang. Untuk Skenario kedua yaitu kanalisasi berupa penambahan lajur khusus belok kiri pada pendekat Barat dan Timur. Skenario ketiga yaitu pengaturan simpang ber-APILL dengan diberlakukan belok kiri langsung (LTOR) pada pendekat Barat & Timur. Pada tahap selanjutnya yaitu, memodelkan dan menganalisis setiap skenario yang telah direncanakan. Dari ketiga skenario tersebut akan dievaluasi dan akan masuk ke dalam tahap rekomendasi. Tahap akhir adalah mengambil kesimpulan, dampak positif dan negatif apa yang terjadi apabila skenario yang dinilai tepat tersebut diimplementasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kondisi Eksiting

Berdasarkan hasil analisis, berikut merupakan hasil inventarisasi Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

Tabel 1. Hasil Inventarisasi Simpang

Pendekat	Nama Jalan	Lebar Efektif (m)	W _{Keluar} (m)	W _{Masuk} (m)	Fase	Waktu Hijau (g)	Lose Time Intersection (LTI)
Utara	Jl. Anggrek	8.6	4.3	4.3	3	19	21 detik
Selatan	Jl. Brantas	7.5	3.75	3.75	3	19	
Timur	Jl. Soekarno Hatta Segmen 3	10	5	5	2	13	
Barat	Jl. Soekarno Hatta Segmen 2	8	4	4	1	21	

Sumber: Hasil Survey 2022

Tabel 2. Analisis Kapasitas Simpang

Arus Jenuh (smp/jam) Hijau							
Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Faktor-Faktor Koreksi						Nilai Kapasitas Disesuaikan (smp/jam)
	Semua Tipe Pendekat				Hanya Tipe P		
	Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri	
S _O	F _{CS}	F _{SF}	F _G	F _P	F _{RT}	F _{LT}	S
3936	0.88	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	3256
2514	0.88	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	2102
6000	0.88	0.95	1.00	1.00	1.00	0.97	4882
4800	0.88	0.97	1.00	1.00	1.00	0.98	3664

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Tabel 3. Analisis Kinerja Kondisi Eksisting Simpang

Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q)	Kapasitas (smp/jam) (C)	Derajat Kejenuhan (DS) Q/C	Panjang Antrian (QL) (m)	Tundaan Rata-Rata D=DT+DG det/smp	LOS Simpang
Utara	485	836	0.580	28	28.93	F
Selatan	306	540	0.567	21	29.06	
Timur	833	858	0.971	74	73.23	
Barat	3664	1040	1.361	778	692.1	
Rata-Rata			0.87	225.25	349.87	

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Berdasarkan tabel diatas diketahui untuk kondisi eksisting kinerja Simpang 4 Pilang rata-rata untuk panjang antrian 225,25 m, rata-rata tundaan 349,87 det/smp, derajat kejenuhan 0,87 dan LOS simpang F.

B. Analisis Pengaruh Durasi Penutupan

Berikut merupakan analisis pengaruh durasi penutupan terhadap panjang antrian dan tundaan untuk setiap pendekat pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo:

Tabel 4. Data Tundaan dan Panjang Antrian Pada Perlintasan Sebidang JPL 189

Hari	Kereta yang Melintas	Jadwal KA Melintas	Lama Waktu Palang Tertutup (s)	Pendekat							
				Utara		Selatan (Lurus)		Timur (Belok Kanan)		Barat (Belok Kiri)	
				Panjang Antrian (m)	Lama Tundaan (s)	Panjang Antrian (m)	Lama Tundaan (s)	Panjang Antrian (m)	Lama Tundaan (s)	Panjang Antrian (m)	Lama Tundaan (s)
Senin, 17 Januari 2022	Ka Ranggajati	7:02	174	180	183	2	177	8	175	184	185
	Ka Probowangi	7:42	211	219	224	2	214	8	216	221	215
	Ka Logawa	7:59	150	165	170	0	0	4	162	167	164
	Ka Tawang Alun	10:02	164	156	138	2	167	4	130	172	175
	Ka Sritanjung	11:23	150	130	135	6	153	6	127	132	135
	Ka Barang	12:15	190	162	156	2	193	6	148	153	195
	Ka Mutiara Siang	12:45	152	160	169	2	155	4	161	164	165
	Ka Sritanjung	15:34	205	187	192	2	208	6	184	189	194
	Ka Wijaya Kusuma	15:49	180	161	166	2	183	6	158	163	186
	Ka Barang	16:09	175	175	180	0	0	6	172	177	184

	Ka Logawa	16:38	238	250	249	15	241	8	241	246	249
	Ka Ranggajati	18:17	190	175	180	2	193	8	172	177	195
	Ka Tawang Alun	18:58	175	188	193	2	178	2	185	190	186
	Ka Probowangi	19:40	172	180	188	0	0	2	180	185	183
	Ka Mutiara Timur Malam	21:59	145	141	146	0	0	2	178	163	166
Selasa, 18 Januari 2022	Ka Ranggajati	7:02	171	175	180	4	175	12	173	172	179
	Ka Probowangi	7:42	208	216	221	8	212	16	214	203	210
	Ka Logawa	7:59	147	162	167	6	142	8	160	165	163
	Ka Tawang Alun	10:02	161	145	135	2	165	2	128	163	165
	Ka Sritanjung	11:23	147	125	132	12	151	2	125	155	161
	Ka Barang	12:15	187	158	153	8	191	8	146	172	190
	Ka Mutiara Siang	12:45	149	159	166	2	153	2	159	160	185
	Ka Sritanjung	15:34	202	184	189	8	206	8	182	199	182
	Ka Wijaya Kusuma	15:49	177	158	163	10	181	2	156	187	180
	Ka Barang	16:09	172	172	177	10	174	8	170	184	178
	Ka Logawa	16:38	235	241	246	34	239	8	239	259	243
	Ka Ranggajati	18:17	187	172	177	2	187	2	170	187	195
	Ka Tawang Alun	18:58	172	185	190	2	172	2	183	174	180
	Ka Probowangi	19:40	169	180	185	4	174	0	0	135	172
	Ka Mutiara Timur Malam	21:59	142	139	183	10	158	0	0	80	148
Rabu, 19 Januari 2022	Ka Ranggajati	7:02	169	170	177	2	171	8	161	150	172
	Ka Probowangi	7:42	206	225	218	2	207	12	221	170	198
	Ka Logawa	7:59	145	166	164	0	0	4	147	140	180
	Ka Tawang Alun	10:02	159	169	132	2	162	2	165	129	157
	Ka Sritanjung	11:23	145	150	129	6	154	2	167	153	189
	Ka Barang	12:15	185	180	150	2	187	6	225	139	167
	Ka Mutiara Siang	12:45	147	152	163	2	149	2	167	174	210
	Ka Sritanjung	15:34	200	185	186	2	203	6	164	166	194
	Ka Wijaya Kusuma	15:49	175	166	160	2	178	2	162	154	182
	Ka Barang	16:09	170	164	169	0	0	2	171	155	179
	Ka Logawa	16:38	233	229	235	15	236	6	225	214	254
	Ka Ranggajati	18:17	185	188	192	2	188	2	222	154	182
	Ka Tawang Alun	18:58	170	166	169	2	173	2	162	129	169
	Ka Probowangi	19:40	167	163	170	0	0	0	0	72	96
	Ka Mutiara Timur Malam	21:59	140	138	142	0	0	0	0	51	75
Sabtu, 22 Januari 2022	Ka Ranggajati	7:02	164	160	168	2	162	8	164	160	171
	Ka Probowangi	7:42	201	220	228	12	206	8	201	185	231
	Ka Logawa	7:59	140	161	169	4	142	12	147	137	172
	Ka Tawang Alun	10:02	154	164	172	6	161	0	0	132	175
	Ka Sritanjung	11:23	140	156	174	8	163	0	0	142	177
	Ka Barang	12:15	180	175	234	8	181	12	180	162	237
	Ka Mutiara Siang	12:45	142	166	174	10	163	0	0	140	177
	Ka Sritanjung	15:34	195	163	171	12	160	12	195	163	174
	Ka Wijaya Kusuma	15:49	170	161	169	4	158	0	0	151	172
	Ka Barang	16:09	165	160	167	2	156	12	170	144	170
	Ka Logawa	16:38	228	224	232	15	221	12	228	190	235
	Ka Ranggajati	18:17	180	221	229	4	218	2	180	163	195
	Ka Tawang Alun	18:58	165	161	169	4	164	2	165	152	172
	Ka Probowangi	19:40	162	158	166	2	163	0	0	140	168
	Ka Mutiara Timur Malam	21:59	135	163	171	0	0	0	0	102	138

Sumber: Hasil Survey 2022

1) Analisis Uji Korelasi Pearson

Dari data diatas dianalisis menggunakan uji korelasi pearson untuk mengetahui keeratan hubungan pengaruh dari variabel independen (x) yaitu durasi penutupan perlintasan

terhadap variabel dependen (y) yaitu panjang antrian dan waktu tundaan kendaraan (Radam 2018). Berikut merupakan hasil uji statistik korelasi pearson:

Tabel 5. Uji Korelasi Pearson Model Panjang Antrian dan Waktu Tundaan JPL 189

Variabel	Pelaksanaan Survey	Pendekat	Nilai Pearson Correlation	Derajat Hubungan	Keterangan
Panjang Antrian	Senin	Utara (keluar)	0.876242	0,00 - 0,20 = tidak berkorelasi 0,21 - 0,40 = korelasi lemah 0,41-0,60 = korelasi sedang 0,61-0,80 = korelasi kuat 0,81 - 1,00 = korelasi sempurna	Korelasi Sempurna
		Selatan (lurus)	0.598349		Korelasi Sedang
		Timur (belok kanan)	0.630669		Korelasi Kuat
		Barat (belok kiri)	0.803835		Korelasi Sempurna
	Selasa	Utara (keluar)	0.862134		Korelasi Sempurna
		Selatan (lurus)	0.579409		Korelasi Sedang
		Timur (belok kanan)	0.526357		Korelasi Sedang
		Barat (belok kiri)	0.838356		Korelasi Sempurna
	Rabu	Utara (keluar)	0.924903		Korelasi Sempurna
		Selatan (lurus)	0.598349		Korelasi Sedang
		Timur (belok kanan)	0.609333		Korelasi Kuat
		Barat (belok kiri)	0.598662		Korelasi Sedang
	Sabtu	Utara (keluar)	0.534421		Korelasi Sedang
		Selatan (lurus)	0.653220		Korelasi Kuat
		Timur (belok kanan)	0.530557		Korelasi Sedang
		Barat (belok kiri)	0.890168		Korelasi Sempurna
Waktu Tundaan	Senin	Utara (keluar)	0.823043	Sumber:(Sugiyono 2013)	Korelasi Sempurna
		Selatan (lurus)	0.62825		Korelasi Kuat
		Timur (belok kanan)	0.733283		Korelasi Kuat
		Barat (belok kiri)	0.935325		Korelasi Sempurna
	Selasa	Utara (keluar)	0.733283		Korelasi Kuat
		Selatan (lurus)	0.985996		Korelasi Sempurna
		Timur (belok kanan)	0.610036		Korelasi Kuat
		Barat (belok kiri)	0.899173		Korelasi Sempurna
	Rabu	Utara (keluar)	0.844146		Korelasi Sempurna
		Selatan (lurus)	0.627069		Korelasi Kuat
		Timur (belok kanan)	0.544964		Korelasi Sedang
		Barat (belok kiri)	0.561126		Korelasi Sedang
	Sabtu	Utara (keluar)	0.685784		Korelasi Kuat
		Selatan (lurus)	0.642746		Korelasi Kuat
		Timur (belok kanan)	0.710458		Korelasi Kuat
		Barat (belok kiri)	0.751481		Korelasi Kuat

Hasil Analisis Dengan SPSS 2022

2) Analisis Uji Regresi Linear Sederhana dan Uji Determinasi

Analisis ini dilakukan bertujuan guna mengetahui model yang dapat menunjukkan pengaruh penutupan pintu perlintasan sebidang terhadap waktu tundaan dan panjang antrian kendaraan. Sedangkan dilakukannya uji koefisien determinasi bertujuan untuk mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menjelaskan besar pengaruh dari variabel independen (durasi penutupan pintu perlintasan sebidang) secara bersama-sama memberikan pengaruh terhadap variabel dependen (panjang antrian dan waktu tundaan) yang dapat dilihat melalui nilai *adjusted R-squared*. Semakin besar nilai R^2 maka variabel independen semakin dapat memberikan informasi yang digunakan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen (Mangkunegara 2018) .Berikut merupakan hasil uji statistik regresi linear sederhana dan uji determinasi:

Tabel 6. Uji Regresi Linear dan Uji Determinasi Model Panjang Antrian dan Waktu Tundaan JPL 189

Variabel	Pelaksanaan Survey	Pendekat	Persamaan	Koefisien Determinasi (Rsquare)
Panjang Antrian	Senin	Utara (keluar)	$y = -3.025717 + 1.001268x$	0.7678
		Selatan (lurus)	$y = -12.844415 + 0.086734x$	0.3580
		Timur (belok kanan)	$y = -4.358480 + 0.054428x$	0.3977
		Barat (belok kiri)	$y = 27.882242 + 0.847910x$	0.5377
	Selasa	Utara (keluar)	$y = 1.718206 + 0.969241x$	0.7433
		Selatan (lurus)	$y = -23.120243 + 0.178524x$	0.3357
		Timur (belok kanan)	$y = -11.680107 + 0.097183x$	0.2771
		Barat (belok kiri)	$y = -43.404185 + 1.236124x$	0.7028
	Rabu	Utara (keluar)	$y = 18.531747 + 0.898699x$	0.8554
		Selatan (lurus)	$y = -12.410745 + 0.086734x$	0.3580
		Timur (belok kanan)	$y = -9.694659 + 0.077589x$	0.3713
		Barat (belok kiri)	$y = -14.910982 + 0.914355x$	0.5987
	Sabtu	Utara (keluar)	$y = 55.351877 + 0.707149x$	0.5344
		Selatan (lurus)	$y = -12.717340 + 0.112559x$	0.4267
		Timur (belok kanan)	$y = -13.816305 + 0.113941x$	0.2815
		Barat (belok kiri)	$y = 25.874049 + 0.743709x$	0.7924
Waktu Tundaan	Senin	Utara (keluar)	$y = 5.028833 + 0.971010x$	0.6774
		Selatan (lurus)	$y = -247.104487 + 2.159703x$	0.3947
		Timur (belok kanan)	$y = 24.996233 + 0.828924x$	0.5377
		Barat (belok kiri)	$y = 20.591847 + 0.924044x$	0.8748
	Selasa	Utara (keluar)	$y = 32.483006 + 0.828924x$	0.5377
		Selatan (lurus)	$y = 6.977613 + 0.980707x$	0.9722
		Timur (belok kanan)	$y = -127.872997 + 1.570105x$	0.3721
		Barat (belok kiri)	$y = 44.330521 + 0.786764x$	0.8085
	Rabu	Utara (keluar)	$y = 5.835828 + 0.950872x$	0.7126
		Selatan (lurus)	$y = -229.357177 + 2.098751x$	0.4008
		Timur (belok kanan)	$y = -96.780684 + 1.467916x$	0.3932
		Barat (belok kiri)	$y = 13.389948 + 0.925713x$	0.3149
	Sabtu	Utara (keluar)	$y = 61.375890 + 0.742706x$	0.4703
		Selatan (lurus)	$y = -50.086354 + 1.257158x$	0.4131
		Timur (belok kanan)	$y = -324.860213 + 2.579494x$	0.5048
		Barat (belok kiri)	$y = 45.812732 + 0.823804x$	0.5647

Sumber: Hasil Analisis SPSS 2022

C. Pemodelan Lalu Lintas Menggunakan Aplikasi Vissim

Pemodelan lalu lintas bertujuan untuk mensimulasi kondisi lalu lintas mendekati kondisi eksisting. Pemodelan melalui beberapa tahap yaitu tahap kalibrasi dan validasi model.

1) Kalibrasi Pemodelan

Kalibrasi model pada Aplikasi Vissim dengan merubah parameter pada *Driving Behavior* seperti tabel berikut dibawah ini:

Tabel 7. Kalibrasi Parameter Driving Behavior Pada Aplikasi Vissim

No	Paramter yang disesuaikan	Pengaturan Default	Percobaan Simulasi									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Desired position at free flow</i>	<i>Middle of Lane</i>	any	any	any	any	any	any	any	any	any	any
2	<i>Overtake on same line</i>	<i>off</i>	on	on	on	on	on	on	on	on	on	on
3	<i>Distance standing</i>	1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1
4	<i>Distance driving</i>	1	0,5	0,5	0,5	0,1	0,5	0,6	0,3	0,1	0,3	0,2
5	<i>Average standstill distance</i>	2	1	1,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3
6	<i>Additive part of safety distance</i>	2	1	1,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3
7	<i>Multiplicative part of safety distance</i>	3	2	3	1	1	0,8	0,6	0,8	0,5	0,6	0,6

Sumber: (Irawan and Putri 2015)

2) Validasi Pemodelan

Validasi menggunakan metode *Chi-Square* berikut tahapannya:

a) Menyatakan hipotesis awal dan hipotesis alternatif

H_0 : hasil model = hasil survey

H_1 : hasil model $\neq$ hasil survey

b) batas kritis atau Batasan daerah penolakan dari tabel χ^2 menentukan tingkat signifikan

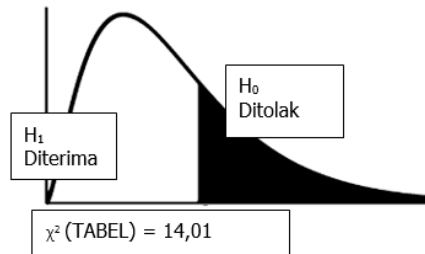
dengan derajat keyakinan 95% atau $\alpha=5\%$, Sementara itu terdapat 8 data volume lalu lintas, yang berarti nilai $k = 4$, sehingga df (derajat kebebasan) = $k-1 = 8-1 = 7$ dengan melihat tabel distribusi χ^2 dapat diketahui nilai $\chi^2 (0.05;7) = 14,01$

c) Aturan keputusan

Menentukan kriteria uji

H_0 : diterima jika χ^2 hitung $< 14,01$

H_1 : ditolak jika χ^2 hitung $> 14,01$



Gambar 1. Grafik Uji-Square

Berikut merupakan hasil dari validasi model berdasarkan analisis menggunakan Aplikasi Vissim:

Tabel 8. Hasil Validasi Volume Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Simpang 4 Pilang

kode	NAMA JALAN	SIMULASI										
		DEFAULT (kend/jam)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	JL ANGGREK (MASUK)	0.94	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
2	JL ANGGREK (KELUAR)	1078.87	51.24	75.80	23.90	15.24	35.63	2.73	10.19	5.38	9.03	3.68
4	JL BRANTAS SEGMENT 1 (MASUK)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
3	JL BRANTAS SEGMENT 1 (KELUAR)	1110.28	164.90	191.66	134.89	47.51	156.10	3.59	106.59	0.75	106.59	0.90
6	JL SOEKARNO HATTA 3 (MASUK)	223.16	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	0.10
5	JL SOEKARNO HATTA 3 (KELUAR)	3614.00	6198.08	8801.83	5457.68	5664.76	5191.17	0.79	4752.86	0.18	4647.09	1.04
8	JL SOEKARNO HATTA 2 (MASUK)	4827.26	531.49	782.26	267.20	11.54	254.96	4.35	218.00	4.35	46.13	0.00
7	JL SOEKARNO HATTA 2 (KELUAR)	2289.50	101.59	116.95	73.80	40.60	96.77	2.24	42.03	1.57	42.39	3.13
TOTAL		10854.64	6947.91	9853.74	5885.88	5741.26	5640.07	13.66	5089.84	12.86	4811.05	6.58
KEPUTUSAN		TIDAK DITERIMA	TIDAK DITERIMA	TIDAK DITERIMA	TIDAK DITERIMA	TIDAK DITERIMA	TIDAK DITERIMA	DITERIMA	TIDAK DITERIMA	DITERIMA	TIDAK DITERIMA	DITERIMA

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan tabel diatas, hasil validasi kalibrasi ke 6,8,10 yang diterima dengan ketentuan nilai χ^2 dibawah 14,01. Dari hasil 3 kalibrasi, dipilih model dengan nilai ketentuan χ^2 terendah yaitu pada simulasi ke 10 sebagai representasi kondisi dan situasi lalu lintas yang sesuai terjadi di lapangan. Hasil pemodelan ke 10 digunakan sebagai analisis berikutnya.

D. Treatment (Skenario) Peningkatan Kinerja Simpang 4 Pilang

1) Skenario 1 (Optimalisasi Pengaturan Waktu Siklus APILL)

Pada skenario 1 dilakukan optimalisasi waktu siklus APILL sebagai berikut:

Tabel 9. Pengaturan APILL Pada Skenario 1

Pendekat	Fase	Merah	Hijau	All Red	Kuning
Barat	1	42	25	4	3
Timur	2	54	13		3
Utara	3	52	15		3
Selatan					

Sumber: Hasil Analisis 2022

2) Skenario 2 (Perubahan Geometri Simpang)

Pada Skenario 2 dilakukannya perubahan geometri simpang berupa ditambahkan lajur khusus yang akan berbelok ke kiri pada pendekat Barat dan Timur. Dengan begitu akan terjadi perubahan tipe simpang dimana pada kondisi eksisting tipe simpang adalah 411 dirubah menjadi tipe 412 (4 pendekat 1 lajur pendekat minor 2 lajur pendekat mayor).

Tabel 10. Perubahan Geometri Pada Skenario 2

Pendekat	Nama Jalan	Lebar Efektif (m)	W _{keluar} (m)	W _{masuk} (m)
Utara	Jl. Anggrek	8.6	4.3	4.3
Selatan	Jl. Brantas	7.5	3.75	3.75
Timur	Jl. Soekarno Hatta Segmen 3	10	6.5	3.5
Barat	Jl. Soekarno Hatta Segmen 2	10	6.5	3.5

Sumber: Hasil Analisis 2022

Dengan adanya perubahan pada geometri simpang maka terdapat perubahan kapasitas simpang sebagai berikut:

Tabel 11. Kapasitas Pada Skenario 2

Pendekat	Kapasitas (c)
Utara	1.700
Selatan	1.482
Timur	1.352
Barat	2.278
Total	6.812

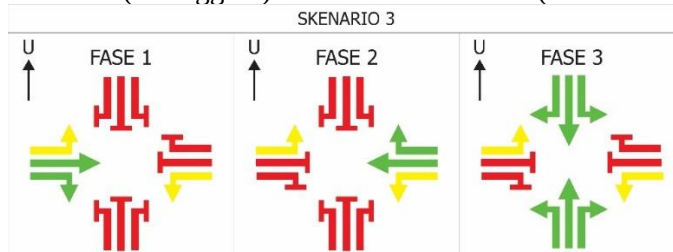
Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Sedangkan untuk pengaturan APILL pada skenario 2 serupa dengan pengaturan APILL pada skenario 1.

3) Skenario 3 (Pemberlakuan *Left Turn On Red*)

Pada skenario 3 diberlakukan LTOR pada pendekat Timur dan Barat dengan telah terdapat perubahan geometri simpang seperti pada skenario 2. Berikut merupakan pengaturan APILL pada skenario 3:

- Fase 1 : Pendekat Barat (Jl Soekarno Hatta Segmen 2)
- Fase 2 : Pendekat Timur (Jl Soekarno Hatta Segmen 3)
- Fase 3 : Pendekat Utara (Jl Anggrek) dan Pendekat Selatan (Jl Brantas Segmen 1)



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar 2. Ilustrasi Fase Pada Skenario 3

Tabel 12. Pengaturan APILL Pada Skenario 3

Pendekat	Fase	Merah	Hijau	All Red	Kuning
Barat	1	42	23	4	3
Timur	2	54	15		3
Utara Selatan	3	52	15		3

Sumber: Hasil Analisis 2022

E. Hasil Dari Analisis Kondisi Eksisting dan *Treatment* (Skenario)

Berikut merupakan hasil dari analisis kondisi eksisting dan skenario menggunakan Aplikasi VISSIM dan KAJI. Baik pada saat kondisi normal (tanpa adanya pengaruh kereta yang melintas) maupun kondisi dengan adanya pengaruh kereta yang melintas. Seperti tabel dibawah ini:

Tabel 13. Perbandingan Kinerja Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan Treatment Berdasarkan Analisis Aplikasi Vissim

Pendekat	Tundaan (Det/Kend)				Panjang Antrian (m)				LOS (<i>Level Of Service</i>)			
	EKS	1	2	3	EKS	1	2	3	EKS	1	2	3
Jl. Anggrek	54.68	113.21	52.69	38.25	52.38	24.5	28.24	18.88	F	D	D	C
Jl. Brantas Segmen 1	37.73	40.52	32.02	26.36	8.89	8.69	8.44	9.17	D	D	C	D
Jl. Suhat Segmen 3	658.09	491.15	525.63	268.81	233.42	208.4	189.4	131.26	F	F	F	F
Jl. Suhat Segmen 2	265.09	287.61	256.16	285.21	394.06	343.92	322.34	311.83	F	F	F	F
Rata-Rata Total	253.90	233.12	216.63	154.66	172.19	146.38	137.11	117.79	E	E	E	D

Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Tabel 14. Perbandingan Kinerja Tanpa Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan Treatment Berdasarkan Analisis Aplikasi KAJI

Pendekat	Tundaan (det/Smp)				Panjang Antrian (m)				Derajat Kejenuhan				LOS Simpang			
	EKS	1	2	3	EKS	1	2	3	EKS	1	2	3	Eks	1	2	3
Jl. Anggrek	28.93	36.46	39.67	39.67	28	33	37	37	0.58	0.74	0.79	0.79	F	F	E	D
Jl. Brantas Segmen 1	29.06	38.03	48.6	51.69	21	24	29	29	0.57	0.72	0.82	0.84				
Jl. Suhat Segmen 3	73.23	73.23	73.23	70.24	74	74	74	83	0.97	0.97	0.97	0.96				
Jl. Suhat Segmen 2	692.1	300.2	37.6	22.63	778	433	90	23	1.36	1.14	0.91	0.32				
Rata-Rata Total	349.87	169.52	48.72	32.29	225.25	141	57.5	43	0.87	0.89	0.87	0.73				

Sumber: Hasil Analisis KAJI 2022

Tabel 15. Perbandingan Kinerja Dengan Dipengaruhi Kereta Melintas Sebelum dan Sesudah Dilakukan Treatment Berdasarkan Analisis Aplikasi Vissim

Pendekat	Tundaan (Det/Kend)				Panjang Antrian (m)				LOS (<i>Level Of Service</i>)			
	EKS	1	2	3	EKS	1	2	3	EKS	1	2	3
Jl. Anggrek	132.94	80.77	52.67	30.21	69.66	13.39	28.93	15.9	F	E	D	D
Jl. Brantas Segmen 1	55.35	58.36	42.92	38.89	15.92	8.27	8.84	9.55	E	D	C	C
Jl. Suhat Segmen 3	563.94	619.42	517.96	516.64	242.78	216.65	194.64	183.45	F	F	F	F
Jl. Suhat Segmen 2	776.34	715.73	315.15	321.16	382.78	366.84	319.7	341.99	F	F	F	F
Rata-Rata Total	382.14	368.57	232.18	226.73	177.79	151.29	138.03	137.72	F	E	E	E

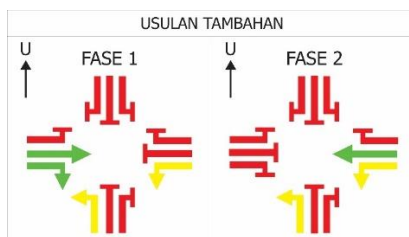
Sumber: Hasil Analisis Vissim 2022

Berdasarkan tabel diatas merupakan hasil kinerja simpang dari masing-masing skenario. Terjadi penurunan kinerja simpang pada masing-masing skenario pada saat dipengaruhi oleh kereta yang melintas. Pada tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa skenario ketiga berupa optimalisasi waktu siklus APILL dengan perubahan geometri dan pemberlakuan LTOR pada pendekat Barat dan Timur merupakan skenario terbaik guna mengatasi permasalahan yang terjadi pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.

- F. Rekomendasi Tambahan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Pada Simpang 4 Pilang
- Terdapat rekomendasi tambahan manajemen dan rekayasa lalu lintas pada Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo berupa pengaturan lalu lintas khusus ketika kereta melintas yakni mengkoordinasikan APILL dengan persinyalan sebidang berupa perubahan *Stage* APILL yang semula dari 3 fase menjadi 2 fase serta dilengkapi dengan *Yellow Box Junction* selama perlintasan sebidang. Usulan ini memiliki tujuan agar mengurangi terjadinya konflik ditengah simpang yang terjadi pada kondisi eksisting. Sehingga mengurangi resiko terjadinya *blocking* di tengah simpang yang disebabkan oleh kendaraan dari pendekat Timur, Selatan, dan Barat yang akan memasuki pendekat Utara.

Berikut ini merupakan pengaturan APILL yang dilakukan penyesuaian pada saat pintu perlintasan sebidang tertutup:

1. Fase 1 : Pendekat Barat arah lurus dan belok kanan (Jl Soekarno Hatta Segmen 2)
2. Fase 2 : Pendekat Timur arah lurus (Jl Soekarno Hatta Segmen 3)



Sumber: Hasil Analisis 2022

Gambar 3. Ilustrasi Fase Pada Usulan Rekomendasi Tambahan

Berikut ini merupakan pengaturan waktu APILL pada Simpang 4 Pilang skenario 4:

Tabel 16. Rambu-Rambu Pada Usulan Tambahan

Pendekat	Fase	Merah	Hijau	All Red	Kuning
Barat (lurus dan belok kanan)	1	22	21	4	3
Timur (lurus)	2	28	15		3

Sumber: Hasil Analisis 2022

Berdasarkan Tabel diatas diketahui untuk 1 kali siklus APILL menghabiskan waktu selama 50 detik. Dengan durasi penutupan terlama selama 238 detik, maka perubahan *stage* APILL dapat berlangsung 5 kali untuk kembali ke pengaturan semula.

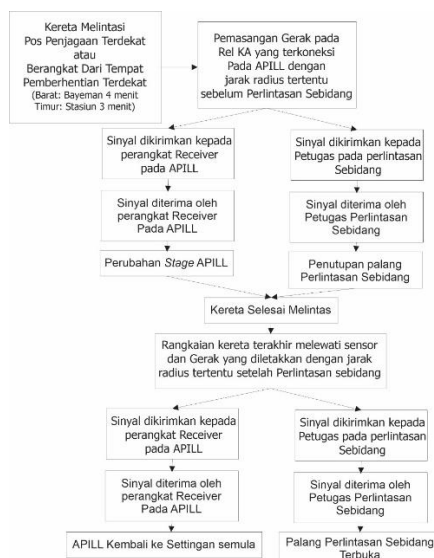
Berikut merupakan konsep dari pengaplikasian dari usulan tambahan:

A. Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Mekanis (Manual)



Gambar 4. Bagan Alir Konsep Pengaplikasian Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Mekanis (Manual)

B. Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Otomatis



Gambar 5. Bagan Alir Konsep Pengaplikasian Usulan Rekomendasi Tambahan Secara Otomatis

Selain itu dilakukan penambahan rambu dan marka pada simpang. Seperti pada tabel dibawah ini:

1) Rambu

Tabel 17. Rambu-Rambu Pada Usulan Tambahan

No	Gambar Rambu	No	Gambar Rambu
1	 1a	4.	 3a
2	 1e	5	 8e
3	 6	6	 9

Sumber: Hasil Analisis 2022

2) Marka

Tabel 18. Marka Pada Usulan Tambahan

No	Gambar Marka	Makna Marka
1		Marka Jalan Pada Perlintasan Sebidang Dengan Jalan Kereta Api

Sumber: Hasil Analisis 2022

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis data serta pemecahan masalah maka didapatkan kondisi eksisting tanpa dipengaruhi oleh kereta yang melintas dengan panjang antrian 172,19 m, waktu tundaan 253,90 detik/kend, LOS Simpang E. Dan terjadi penurunan kinerja pada saat kereta melintas yakni panjang antrian menjadi 177,79 m, waktu tundaan 382,14 detik/kend, dan LOS simpang menjadi F.
2. Dimana kondisi eksisting panjang antrian dan waktu tundaan pendekat Utara dan Barat yang paling terpengaruh oleh durasi penutupan perlintasan sebidang yakni pengaruh sebesar 85,55% s/d 53,44% terhadap panjang antrian dan 71,26% s/d 47,03% waktu tundaan pada pendekat Utara. Besar pengaruh pada pendekat Barat sebesar 79,24% s/d 53,77% terhadap panjang antrian dan 87,48% s/d 31,49 terhadap waktu tundaan. Jika durasi penutupan sebesar 135 detik maka dihasilkan 151 m panjang antrian dan 162 detik tundaan pada pendekat Utara. Pada pendekat Selatan 2 m panjang antrian dan 120 detik waktu tundaan. Pada pendekat Timur dihasilkan panjang antrian 2 m dan 23 detik untuk waktu tundaan. Pada pendekat Barat dihasilkan panjang antrian 126 meter dan 157 detik untuk waktu tundaan.
3. Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dilakukan pada Simpang 4 Pilang, pada skenario 1

yaitu pengoptimalan waktu siklus APILL pada pendekat Barat (Jl. Soekarno Hatta Segmen 2). Skenario 2 yaitu pengoptimalan siklus disertai perubahan geometri berupa pemberian lajur khusus kendaraan yang akan berbelok ke kiri pada pendekat Barat (Jl. Soekarno Hatta Segmen 2 dan pendekat Timur (Jl. Soekarno Hatta Segmen 3). Dan skenario 3 yaitu pemberlakuan skenario 2 ditambahkan dengan sistem LTOR pada pendekat Barat dan Timur.

4. Skenario 3 merupakan skenario yang terbaik guna meningkatkan kinerja Simpang 4 Pilang Kota Probolinggo.
5. Terdapat usulan tambahan manajemen dan rekayasa lalu lintas tambahan berupa perubahan stage secara mekanik dan otomatis ketika kereta melintas dan ditambahkan perlengkapan jalan berupa rambu dan marka pada simpang dan sekitar perlintasan sebidang guna meningkatkan keamanan pada Simpang 4 Pilang.

SARAN

Semua skenario bertujuan untuk meningkatkan kinerja Simpang 4 Pilang dengan metode yang paling ekonomis dan mudah di implementasikan di lapangan dan perlu diadakan kajian lebih lanjut terutama pada usulan tambahan yakni mengkoordinasikan APILL terhadap perlintasan sebidang dengan perubahan *stage* fase dari 3 fase menjadi 2 fase. Serta kajian lebih lanjut mengenai posisi peletakan dan ukuran dari rambu dan marka sesuai dengan standar ketentuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah Yang Maha Esa, Kedua Orang Tua, Dinas Perhubungan Kota Probolinggo yang telah membantu dalam penyediaan data sekunder, Dosen Pembimbing, Dosen Penguji, serta rekan-rekan Taruna Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD yang membantu dalam proses pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- . 2011. “PM No 36 Tahun 2011 Tentang Perpotongan Dan/Atau Persinggungan Antara Alur Kereta Api Dengan Bangunan Lain.”
- . 2014. “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. Pm 13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas.”
- . 2015. “PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas.” *Jakarta: Departemen Perhubungan*.
- Hendiarto, Iwan Arsiawan, And Arief Hilwan. 1999. “Analisis Kemacetan Arus Lalu Lintas Pada Pertemuan Sebidang Jalan Kereta Api Dengan Simpang Lima Di Palang Joglo, Surakarta.” *Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*.
- Irawan, Muhammad Zudhy, and Nurjannah Haryanti Putri. 2015. “Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta).” *Jurnal Penelitian Transportasi Multimoda*.
- Kementerian Perhubungan. 2009. “Undang-Undang RI No.22 Tahun 2009.” *Undang-Undang RI No.22 Tahun 2009*.
- Mulyono, gotot slamet, and Suwardi. 2006. “Analisis Lalu Lintas Pertemuan Jalan Raya Dengan Lintasan Kereta Api Ledok Sari Di Surakarta.” *Jurnal Eco Rekayasa*.
- PKL PTDI-STTD Kota Probolinggo. 2021. “Laporan Umum Kinerja Transportasi Darat Di Kota Probolinggo.”
- Pratama, Tommy, and Budi Hartanto Susilo. 2019. “Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Pada Lintaasan Kereta Api Di Jalan Abdul Rahman Saleh.” *Jurnal Teknik Sipil*.
- Radam, Iphan F. 2018. “Perancangan Rekayasa Lintas Menggunakan Software KAJI,” no. April.
- Sugiyono, D. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan Tindakan*.