

MANAJEMEN LALU LINTAS PADA SIMPANG BOROBUDUR KOTA MALANG

Erwin Aras G*¹, Ludfi Djakfar², Achmad Wicaksono²

¹Mahasiswa / Program Magister / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik
Universitas Brawijaya

²Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur
Korespondensi : erwints2003@gmail.com

ABSTRAK

Di Jalan Borobudur, Jalan A. Yani dan Jalan Adi Sucipto Kota Malang terdapat dua simpang bersinyal yang berjarak sangat dekat. Hal ini membuat tundaan ganda untuk kendaraan yang akan berbelok ke kanan. Dengan adanya jarak simpang yang berdekatan, terkadang membuat tundaan pada saat-saat jam puncak (*peak hour*). Dengan adanya masalah ini perlu adanya pengkajian ulang untuk meningkatkan kinerja simpang. Simpang yang dianalisa pada penelitian ini adalah simpang bersinyal tiga lengan Jalan Borobudur dan Jalan A. Yani Kota Malang. Kondisi simpang tersebut menunjang terjadinya kemacetan lalu lintas karena kawasan tersebut merupakan jalan menuju pusat perekonomian, pusat perkantoran, kampus dan rekreasi. Kemacetan yang ada semakin bertambah karena jarak simpang yang sangat pendek sehingga terkadang menambah antrian kendaraan yang akan berbelok arah ke kanan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan cara diskriptif analitis. Diskriptif berarti penelitian memusatkan pada masalah-masalah yang ada pada saat sekarang. Keadaan lalu lintas di daerah penelitian dapat diperoleh data yang akurat dan cermat, sedangkan analitis berarti data yang dikumpulkan mula-mula disusun, dijelaskan kemudian dianalisis. Dari hasil penelitian didapatkan jam puncak pada hari sabtu sore sebesar 2423 smp/jam. Tingkat pelayanan Simpang Borobudur masuk dalam kelas pelayanan jalan F. Dari prediksi 5 tahunan diketahui bahwa tundaan rata-rata pada simpang bersinyal Borobudur paling tinggi adalah 44,6. Keadaan tersebut masuk ke dalam kelas E. Perekayasa didasarkan dengan memperbaiki waktu siklus yang ada sebagai salah satu alternatif perbaikan simpang.

Kata Kunci : Simpang bersinyal, SIG, analisis SWOT, kemacetan, kecelakaan

1. PENDAHULUAN

Transportasi di negara Indonesia merupakan hal yang sangat penting sebagai sarana penunjang bagi pembangunan negara yang sedang berkembang. Hal ini tercermin pada semakin meningkatnya kebutuhan moda transportasi untuk mobilitasi manusia, barang maupun jasa yang ada. Laju pembangunan tiap daerah di Indonesia sangatlah berbeda-beda. Meningkatnya pembangunan pada daerah didasarkan pada jumlah populasi daerah tersebut. Hal inilah yang mengakibatkan kebutuhan akan moda transportasi di kota-kota besar semakin meningkat.

Dengan menurunnya kinerja simpang akan menimbulkan kerugian pada

pengguna jalan karena terjadinya penurunan kecepatan, peningkatan tundaan, dan antrian kendaraan yang mengakibatkan naiknya biaya operasi kendaraan dan menurunnya kualitas lingkungan. Tundaan yang terjadi bisa diatasi dengan memberi waktu lampu hijau lebih lama pada lengan simpang yang sangat padat jumlah kendaraannya. Perhitungan waktu pada *traffic light* bisa ditentukan dari perhitungan *level of service* yang ada.

Dengan adanya *traffic light* membuat kendaraan yang akan melintas jalur tersebut mengalami tundaan sementara. Tundaan ini bertujuan untuk pengendalian lalu lintas dengan meminimalisir kecelakaan dan kemacetan yang ada. Di Kota Malang

sendiri sudah ada penambahan *traffic light* baru untuk mengurangi kemacetan seperti pada Jalan Soekarno Hatta dan Jalan Kalpataru. Untuk beberapa titik kemacetan yang ada bisa teratasi dengan adanya *traffic light* sedangkan ada pula beberapa titik yang malah bertambah macet setelah adanya pemasangan *traffic light*.

Di Jalan Borobudur, Jalan A. Yani dan Jalan Adi Sucipto Kota Malang terdapat dua simpang bersinyal yang berjarak sangat dekat. Hal ini membuat tundaan ganda untuk kendaraan yang akan berbelok ke kanan. Dengan adanya jarak simpang yang berdekatan, terkadang membuat tundaan pada saat-saat jam puncak (*peak hour*). Dengan adanya masalah ini perlu adanya pengkajian ulang untuk meningkatkan kinerja simpang.

Kota Malang merupakan salah satu kota di Indonesia yang mempunyai populasi penduduk yang sangat pesat. Hal ini dikarenakan karena banyaknya pendatang dari luar daerah yang ingin menetap di kota tersebut. Kota Malang sendiri merupakan kota administratif yang berada di wilayah Kabupaten Malang. Kabupaten Malang merupakan daerah dataran tinggi sehingga sering dikunjungi oleh banyak wisatawan.

Kota Malang merupakan kota pendidikan karena ada beberapa universitas negeri dan swasta ternama yang berada di kota ini. Hal ini yang menyebabkan jumlah populasi di kota ini semakin meningkat. Semakin tinggi pertumbuhan populasi di Kota Malang, semakin tinggi pula kenaikan jumlah kendaraan yang mengakibatkan kepadatan pada sistem transportasi di Kota Malang. Karena semakin padat keadaan lalu lintas di Kota Malang, maka sering juga terjadi kemacetan salah satunya diakibatkan meningkatnya jumlah kendaraan.

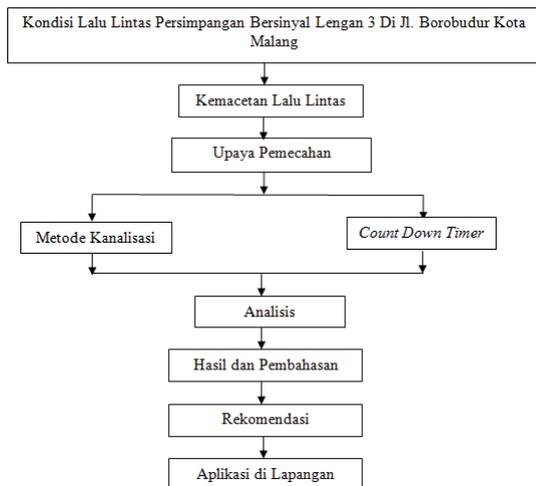
2. KERANGKA KONSEP PENELITIAN

Indonesia adalah negara yang sedang berkembang. Di negara kita pertumbuhan

jumlah penduduk sangat sulit untuk di kendalikan. Bertambahnya jumlah penduduk yang ada menyebabkan bertambahnya jumlah kendaraan yang beroperasi di jalanan. Hal ini mengakibatkan ruas jalan di berbagai kota menjadi macet, karena adanya urbanisasi besar-besaran. Masyarakat pinggiran banyak yang bepergian ke kota untuk melakukan aktivitas kerja, sekolah dsb.

Peningkatan jumlah penduduk semakin tahun semakin bertambah, sehingga kebutuhan akan hidup yang sangat tinggi. Hal ini menyebabkan banyaknya kendaraan yang ada di perkotaan yang bisa menimbulkan macet berkepanjangan di berbagai penjuru kota. Berbagai permasalahan lalu lintas mulai muncul. Apabila permasalahan ini tidak segera dicarikan solusi, dikhawatirkan akan berdampak meluas dan mungkin saja masalah ini tidak akan terpecahkan. Kepadatan kendaraan yang tidak segera diatasi akan menyebabkan turunnya kualitas pelayanan jalan raya itu sendiri. Diperlukan analisis lebih lanjut untuk mengurai kepadatan tersebut. Di berbagai protokol kota tepatnya pada persimpangan bersinyal, sering kita jumpai adanya sistem kanalisasi pada daerah persimpangan bersinyal yang sangat berdekatan. Ini berfungsi mengurangi tingkat konflik yang ada serta pengendali lalu lintas. Terkait dengan hipotesa tersebut maka penelitian ini dilakukan sebagai usaha untuk memahami perbaikan persimpangan lalu lintas dengan metode kanalisasi dan lampu lalu lintas untuk meningkatkan pelayanan simpang bersinyal di Jalan Borobudur Kota Malang.

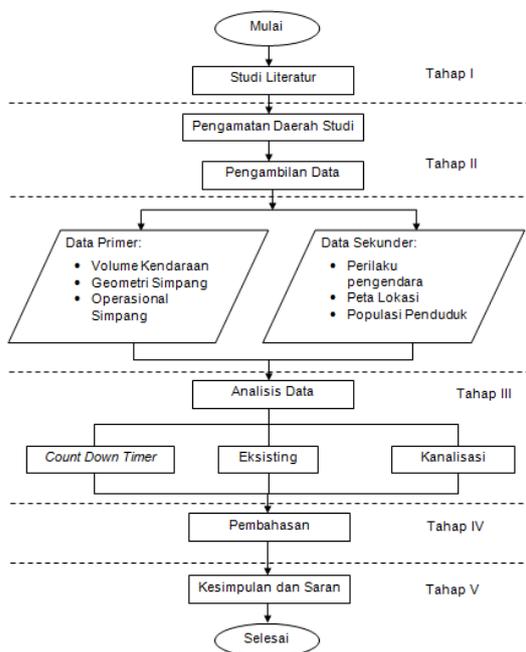
Perhitungan dan analisa dari kinerja simpang bersinyal menggunakan teori-teori dan pembahasan yang ada dalam panduan manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI, 1997) serta literatur yang bersangkutan dengan hipotesis ini. Gambaran dari kerangka konsep penelitian diperlihatkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Kerangka konsep penelitian

3. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan di dalam studi ini digambarkan dalam diagram alir tahapan penelitian yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3.1. Perhitungan Volume Jam Puncak Simpang Borobudur

Dari data-data survey yang telah dilakukan akan dicari jam puncak terlebih dahulu. Pada penelitian ini jam puncak terjadi pada Sabtu sore. Setelah data yang

ada terkumpul barulah dimasukkan keperhitungan SIG untuk mengetahui derajat kejenuhan pada simpang serta panjang antrian yang terjadi (dapat dilihat pada Tabel 1).

3.2 Analisis Kapasitas Jalan

Untuk derajat kejenuhan yang ada dapat dilihat pada SIG 4 sedangkan untuk panjang antrian dapat dilihat pada kolom SIG 5. Pada SIG 1 akan dijelaskan secara rinci geometri simpang yang ada serta penggunaan fase.

3.3 Perhitungan Rekeyasa Lalu Lintas

Dari hasil penelitian di atas didapatkan nilai derajat kejenuhan sesungguhnya dengan nilai 1,6. Oleh karena perlu adanya rekeyasa lalu lintas untuk perbaikan simpang bersinyal yang lebih baik. Untuk itu dicarikan nilai $C_{optimum}$ agar derajat kejenuhan tiap pendekatan sama dengan teori yang ada.

$$C_{opt} = \frac{1,5 \times LTI^{\frac{1}{2}}}{1 - IFR} = \frac{1,5 \times 9^{\frac{1}{2}}}{1 - 0,611} = 47,5677 = \sim 48 \text{ detik}$$

$$ge_1 = \frac{[C_{opt} - LTI] \times (Q/S)}{IFR} = \frac{(48 - 9) \times 0,300}{0,611} = 18,91778 = \sim 19 \text{ detik}$$

$$ge_2 = \frac{[C_{opt} - LTI] \times (Q/S)}{IFR} = \frac{(48 - 9) \times 0,100}{0,611} = 6,303549 = \sim 6 \text{ detik}$$

$$ge_3 = \frac{[C_{opt} - LTI] \times (Q/S)}{IFR} = \frac{(48 - 9) \times 0,211}{0,611} = 13,34639 = \sim 13 \text{ detik}$$

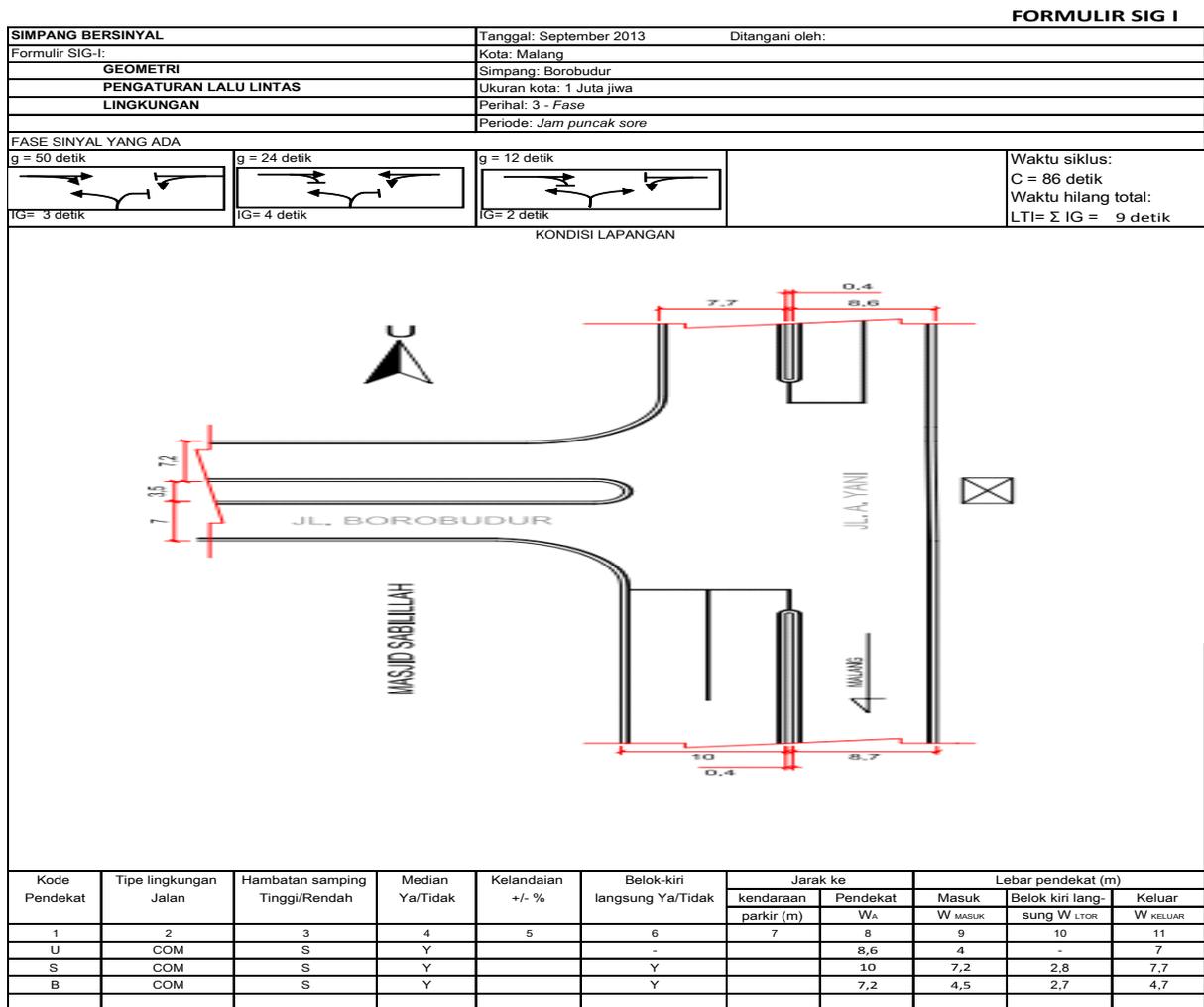
Dengan perubahan waktu sinyal sesuai dengan perhitungan teori, derajat kejenuhan tiap pendekatan simpang berubah. Dari nilai Rata-rata derajat kejenuhan yang sesungguhnya mencapai > 1. Sekarang dengan adanya rekeyasa perubahan nilai waktu sinyal, diketahui derajat kejenuhan paling tinggi adalah 0,78.

Akan tetapi perubahan derajat kejenuhan tidak membuat tundaan rata-rata menjadi lebih baik, ada salah satu ruas yang masuk dalam kelas E karena memiliki tundaan rata-rata antara 40-60. Nilai derajat kejenuhan yang ada bisa di rekeyasa lagi agar menjadi bagus lagi dengan mengubah nilai sinyal perhitungan rekeyasa.

Tabel 1. Volume kendaraan puncak

No.	Interval waktu	BARAT			UTARA			SELATAN			VOLUME TOTAL 2 ARAH (smp/jam)
		LTOR	RT	TOTAL	RT	ST	TOTAL	LTOR	ST	TOTAL	
		(KIRI)	(KANAN)		(KANAN)	(LURUS)		(KIRI)	(LURUS)		
1	16.00-17.00	124,4	281,6	693,3	181,6	597,8	878,1	137,3	458,3	851,6	2423
2	16.05-17.05	128,8	288	711,9	167	592,7	858,4	131,4	435,1	807,1	2377,4
3	16.10-17.10	125	265,5	673,8	170,2	590	859,9	136,6	431,9	798,2	2331,9
4	16.15-17.15	120,2	269,3	661,6	173,3	597,8	870,6	143,7	431,2	809,6	2341,8
5	16.20-17.20	118,4	233,5	634,4	175,9	603,6	877,8	146,2	440,9	814,4	2326,6
6	16.25-17.25	120,8	203,9	606,2	183,3	597,4	874,3	146	459,9	827,9	2308,4
7	16.30-17.30	121	202,2	603,6	177	588,1	861,7	139,4	465,4	824	2289,3
8	16.35-17.35	118,2	180,7	575,6	177,2	580,9	854,3	143	472,1	831,9	2261,8
9	16.40-17.40	120,3	175,1	569,5	186,2	571,5	847,7	138,7	470,6	819,7	2236,9
10	16.45-17.45	120,3	169,5	556,8	200,8	560,4	856	143,1	476,8	839,5	2252,3
11	16.50-17.50	117,4	137,3	528,1	204,4	538,6	836,8	141,5	475,9	843,6	2208,5
12	16.55-17.55	116,2	134,9	531,3	200	530,6	821,2	141,7	472,8	844,1	2196,6
13	17.00-18.00	116	132,1	524,1	203	535,4	829,8	137,9	467,2	844,3	2198,2

Tabel 2. SIG I denah jalan



Dalam formulir SIG-IV ini bisa dilihat bahwa derajat kejenuhan paling tinggi mencapai 0,69. Dimana menurut tamin angka 0,67 sedangkan tundaan maksimum terjadi pada arah Jalan Borobudur dengan tundaan rata-rata sebesar 37,84 sehingga mengakibatkan simpang tersebut masuk dalam kelas D yaitu tundaan rata-rata antara 21-40.

3.4 Prediksi dan Peramalan

Dari data BPS diketahui bahwa tingkat pertumbuhan ekonomi daerah Jawa Timur rata-rata mencapai 6% tiap tahunnya. Dari prediksi 5 tahunan (**Tabel 6**) diketahui bahwa tundaan rata-rata pada simpang bersinyal borobudur paling tinggi adalah 44,6. Keadaan tersebut masuk ke dalam kelas E. Perencanaan didasarkan dengan memperbaiki waktu siklus yang ada sebagai salah satu alternatif perbaikan simpang.

Tabel 3. SIG II jam puncak

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : September 2013											Ditangani oleh				
Formulir SIG-II:		Kota : Malang															
ARUS LALU LINTAS		Simpang : Borobudur											Perihal : 3 Fase				
													Periode : Jam puncak sore				
Kode Pendekat	Arah	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)												KEND.TAK BERMOTOR			
		Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Sepeda Motor (MC)			Kendaraan Bermotor Total (MV)		Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV	
		emp terlindung = 1.0			emp terlindung = 1.3			emp terlindung = 0.2									
		emp terlawan = 1.0			emp terlawan = 1.3			emp terlawan = 0.4									
		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	PLT Rms.(13)	PRT Rms.(14)	kend/jam	Rms.(15)		
		Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan	Terlindung	Terlawan						
1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	12		14	15	16	17	18
U	LT/LTOR															0	
	ST	272	272		16	20,8		1525	305		1813	597,8				0	
	RT	66	66		1	1,3		157	31,4		224	98,7		0,142		0	
	Total	338	338		17	22,1		1682	336,4		2037	696,5				0	0,000
S	LT/LTOR	89	89		1	1,3		235	47		325	137,3		0,231		0	
	ST	236	236		17	22,1		1001	200,2		1254	458,3				0	
	RT															0	
	Total	325	325		18	23,4		1236	247,2		1579	595,6				0	0,000
T	LT/LTOR																
	ST																
	RT																
	Total																
B	LT/LTOR	80	80		0	0		222	44,4		302	124,4		0,179		0	
	ST	220	220		1	1,3		330	66		551	287,3				0	
	RT	225	225		2	2,6		270	54		497	281,6		0,406		0	
	Total	525	525		3	3,9		822	164,4		1350	693,3				0	0,000

Tabel 4. SIG IV perhitungan

kondisi real	Formulir SIG-IV																								
SIMPANG BERSINYAL						Tanggal : September 2013						Ditangani oleh:													
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS						Kota : Malang						Perihal : 3-fase													
						Simpang : Borobudur						Periode : Jam puncak sore													
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)		Fase 1			Fase 2			Fase 3			Fase 4														
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus jenuh smp/jam hijau																			
			P	L	R	Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Faktor-faktor penyesuaian								Arus lalu lintas	Rasio arus fase	Waktu hijau	Kapasitas	Derajat keje- nuhan				
						Diri	Lawan		Semua tipe pendekat				Hanya tipe P									sesuaikan	FR	PR=	S x g/c
						Q, RT	Q, RTO		We	So	F _{CS}	F _{SF}	F _G	F _P	F _{RT}	F _{LT}									
Ukuran kota	Hambatan sampling	Kelan- daian	Parkii	Belok kanan	Belok kiri	Hijau																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
U	1	P			0,142	98,7		4	2400	1,00	0,94	1	1	1,030		2323,68	696,50	0,300	0,491	50	1222,99	0,57			
S	2	P	0,231				7,2	4320	1,00	0,94	1	1	1,130		4588,704	458,30	0,100	0,163	24	1159,25	0,40				
B	3	P	0,179		0,406	281,6		4,5	2700	1,00	0,94	1	1	1,060		2690,28	568,90	0,211	0,346	12	339,82	1,67			
Waktu hilang total L LTI (det)			9			Waktu siklus eksisting disesuaikan c										95,00		IFR = 0,611		Σg		86			

Tabel 5. SIG V perhitungan

kondisi real	FORMULIR SIG V														
SIMPANG BERSINYAL						Tanggal : September 2013						Ditangani oleh :			
FORMULIR SIG V : PANJANG ANTRIAN						Kota : Malang						Perihal : 3 Fase			
JUMLAH KEND. BERHENTI						Simpang : Borobudur						Periode : Jam Puncak Sore			
TUNDAAN						Waktu Siklus :									
kode Pendekat	Arus Lalu lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS=Q/C)	Rasio Hijau (GR=g/c)	Jumlah Kendaraan antri (smp)			Panjang antrian (m)	Rasio Kendaraan (stop/smp)	Jumlah Kend. Terhenti (smp/jam)	Tundaan				
					N1	N2	Total				Nqmax	Tundaan lalu lintas Rata-rata (det)	Tundaan Geometrik rata-rata (det)	Tundaan rata-rata (det/smp)	Tundaan total (smp.det)
	(Q)	(C)	(DS=Q/C)	(GR=g/c)	rms (34.1)	rms (35)	rms (37)	Gb.E2.2	rms (38)	rms (39)	Rms (40)	rms (42)	rms (43)	(13)+(14)	(2)x(15)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
U	696,5	1222,99	0,57	0,53	0,16	10,60	10,76	11,5	57,50	0,53	367	13,45	2,51	15,96	11117,6
S	458,3	1159,25	0,40	0,25	-0,17	8,56	8,39	12	33,33	0,62	286	24,59	3,02	27,61	12654,0
B	568,9	339,82	1,67	0,13	116,25	14,18	130,44	20	88,89	7,82	4449	1270,76	7,32	1278,08	727098,0
LTOR (semua)															
Arus kor. Q.kor											Total: 5101,694		Total: 750869,50		
Arus total Q.tot											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp: 2,960		Tundaan simpang rata-rata(det/smp): 435,615		

Tabel 6. Prediksi 5 tahunan

Arah	Arah Lalu Lintas Q (smp/jam)	Pertumbuhan (%)	Prediksi 5 Tahunan Q (smp/jam)
U	695,5	6	922,57
S	458,3	6	555,76
B	568,9	6	588,68

3.5 Metode SWOT

1) Analisis faktor-faktor internal (IFAS) Kekuatan (*strength*)

- Penggunaan *traffic light* sangat membantu dalam penerapan Simpang Borobudur.

- Adanya JPO di ruas bagian selatan sebagai pedestrian dan tidak mengakibatkan konflik.

Kelemahan (*weakness*)

- Adanya pasar tradisional (Pasar Blimbing) di Jalan Borobudur sebelah barat Simpang Borobudur.
- Angka kecelakaan lalu lintas tinggi di daerah Simpang Borobudur.

2) Analisis faktor *external* (EFAS)

Peluang (*Opportunity*)

- Koordinasi antara Dishub dan polisi lalu lintas untuk mengatasi permasalahan pada Simpang Borobudur.

Ancaman (*treaths*)

- Pergerakan arus lalu lintas pada Simpang Borobudur sangat tinggi sehingga sering terjadinya permasalahan dalam transportasi.

3.6 Analisa SWOT

Dalam keadaan demikian secara analisis simpang bersinyal Borobudur memerlukan perbaikan pada sarana lalu lintas. Hal ini dikarenakan Simpang Borobudur tidak layak dari segi tingkat pelayanan. Simpang Borobudur termasuk dalam kelas F yaitu perlu adanya perbaikan terhadap simpang tersebut.

Pada kondisi eksisting, perbaikan itu bisa dilakukan dengan cara:

- Penempatan personil untuk mengatur kelancaran lalu lintas pada jam-jam padat,
- Pengarahan penggunaan JPO yang efisien terhadap pengguna jalan,
- Pengaturan ulang waktu signal,
- Pembangunan JPO di Jalan Borobudur untuk menghindari konflik.

Untuk jangka panjang, perbaikan yang diperlukan antara lain:

- Pelebaran jalan
- Membuat jalur alternatif yang ideal untuk menghindari kemacetan di salah satu titik simpang.
- Membuat *fly over* untuk menghindari konflik di Simpang Borobudur.
- Memindahkan tarikan yang ada seperti Pasar Belimbing ke lokasi yang lebih

teratur agar tidak menimbulkan kemacetan.

Serta perlunya kesadaran masyarakat akan kebutuhan kendaraan bermotor. Prasarana yang tidak diimbangi dengan sarana yang ada akan menimbulkan masalah yang berat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis-analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan kesimpulan, antara lain:

- Kondisi kinerja simpang bersinyal Jalan Borobudur saat ini:
 - Ruas Jalan Borobudur memiliki geometri jalan kurang lebar. Penyempitan terjadi pada simpang ini juga ditambah dengan sering terjadi hambatan pergerakan dikarenakan aktivitas pasar serang menyebabkan kemacetan.
 - Dari hasil penelitian didapatkan jam puncak pada sabtu sore hari sebesar 2423 smp/jam.
 - Dari hasil perhitungan analisis Simpang Borobudur dengan menggunakan komposisi kendaraan dan didapatkan hasil nilai tundaan rata-rata mencapai > 60 .
 - Tingkat pelayanan Simpang Borobudur masuk dalam kelas pelayanan jalan F.
- Kondisi kinerja simpang bersinyal Jalan Borobudur yang akan datang:

Dari prediksi 5 tahunan diketahui bahwa tundaan rata-rata pada simpang bersinyal Borobudur paling tinggi adalah 44,6. Keadaan tersebut masuk ke dalam kelas E. Perekeyasaan didasarkan dengan memperbaiki waktu siklus yang ada sebagai salah satu alternatif perbaikan simpang.
- Rekayasa lalu lintas untuk meningkatkan kinerja Simpang Borobudur.

Pada kondisi eksisting, perbaikan itu bisa dilakukan dengan cara:

- a. Penempatan personil untuk mengatur kelancaran lalu lintas pada jam-jam padat.
- b. Pengarahan penggunaan JPO yang efisien terhadap pengguna jalan.
- c. Pengaturan ulang waktu sinyal,
- d. Pembangunan JPO di Jalan Borobudur untuk menghindari konflik

Untuk jangka panjang, perbaikan yang diperlukan antara lain:

Pelebaran jalan

- a. Membuat jalur alternatif yang ideal untuk menghindari kemacetan disalah satu titik simpang.
- b. Membuat *fly over* untuk menghindari konflik di Simpang Borobudur.
- c. Memindahkan tarikan yang ada seperti Pasar Belimbing kelokasi yang lebih teratur agar tidak menimbulkan kemacetan.

4.2 Saran

Untuk memperbaiki pelayanan simpang bersinyal di Jalan Borobudur ini perlu adanya rekayasa lalulintas yang bias difungsikan secara cepat dan tepat agar tidak menghambat pergerakan kendaraan yang ada. Beberapa saran yang dapat dilakukan seperti :

1. Perlunya pengaturan ulang lama sinyal, untukklengan yang padat perlu penambahan waktu green.
2. Adanya pelebaran di sisi Jalan Borobudur.

Perlunya penanganan petugas yang berwajib untuk membantu mengatur jalannya kendaraan pada saat jam-jam tertentu.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Tamin, Ofyar Z, 2000, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, ITB, Bandung
- Morlok, E. K, 1991, Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Erlangga, Jakarta
- Khisty, C Jotin dan B. Kent Lall, 2005, Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi, Erlangga, Jakarta
- Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu-Lintas dan Angkutan Jalan
www.ditjenpum.go.id/hukum/2009/uu/UU_22_Tahun_2009.

Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia Balai Teknik Lalu Lintas dan Lingkungan Jalan, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Jalan. (1996). Pengembangan Perencanaan Transportasi Jalan Perkotaan

Kementerian Perhubungan RI (2006), Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan. Jakarta

Rangkuti, F. (2005), Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis Reorientasi Konsep Perencanaan Strategis untuk Menghadapi Abad 21, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta