

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu dampak dari jumlah penduduk yang semakin bertambah disetiap tahunnya maka bertambah juga kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi. Pada daerah perkotaan transportasi darat merupakan masalah yang paling dominan bila dibandingkan dengan transportasi lainnya, belum terpenuhinya sarana dan prasarana transportasi yang memadai membuat permasalahan dalam transportasi lalu lintas, permasalahan transportasi perkotaan umumnya meliputi kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas akan selalu menimbulkan dampak negatif, baik terhadap pengemudinya sendiri maupun ditinjau dari segi ekonomi dan lingkungan.

Persimpangan merupakan tempat pertemuan ruas-ruas jalan dan tempat terjadinya konflik lalu lintas, persimpangan berfungsi sebagai tempat kendaraan melakukan perubahan arah pergerakan arus lalu lintas, namun dengan tingkat pergerakan yang beragam dari berbagai jenis kendaraan mengakibatkan masalah pada persimpangan kendaraan seperti mengalami tundaan perjalanan yang cukup besar, sehingga menimbulkan kemacetan.

Salah satu simpang yang pada waktu-waktu tertentu mengalami penumpukan kendaraan yaitu di persimpangan Pelemgurih, Gamping, Sleman, peningkatan pelayanan simpang tersebut menjadi sangat diperlukan. Untuk meningkatkan pelayanan simpang tersebut perlu dilakukan evaluasi, analisis dan juga pemodelan pada simpang bersinyal Pelemgurih. Pemodelan simpang bersinyal Pelemgurih menggunakan *software* VISSIM 8.

. Diharapkan peningkatan pelayanan tersebut dapat memberikan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan di simpang bersinyal Pelemgurih.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

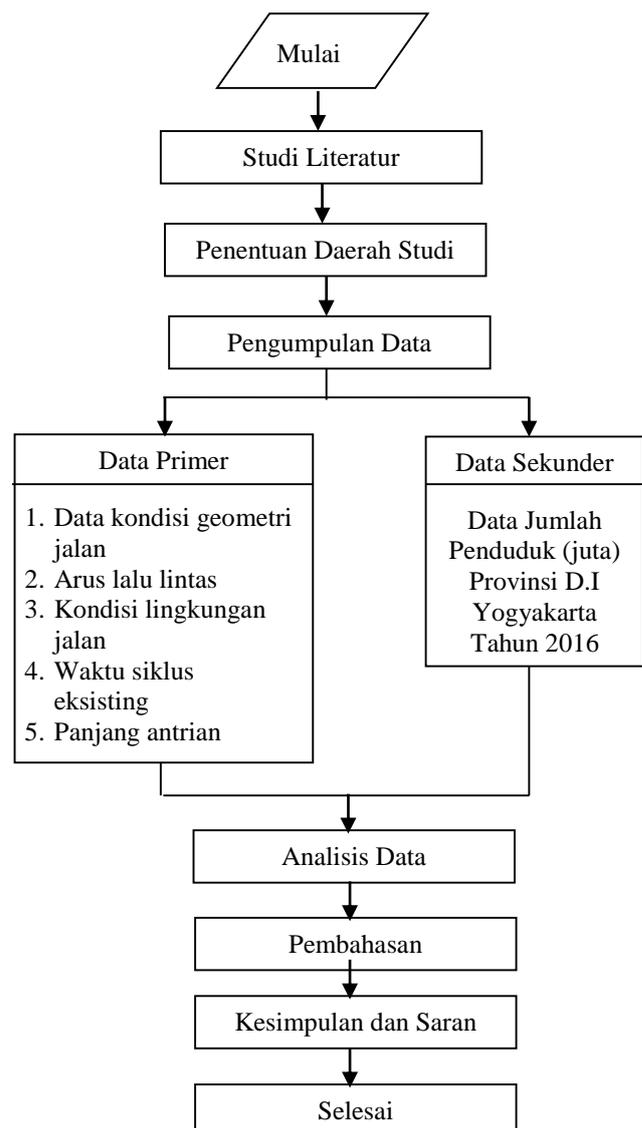
1. Mengetahui factor-faktor yang mempengaruhi kinerja simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta.
2. Mengevaluasi kinerja simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta.

3. Memberikan alternatif solusi yang berupa rekomendasi terbaik untuk menyelesaikan masalah terkait yang ada pada simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta.

2. METODE PENELITIAN

Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian secara sistematis dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Simpang Pelemgurih, Yogyakarta. Jenis simpang bersinyal dengan tipe pendekatan terlindung (P).



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan survei sebagai berikut:

1. Survei Pendahuluan (Observasi)

Survei dilakukan sebelum penelitian lapangan dilakukan, adapun yang termasuk dalam survei ini adalah:

- a. Peninjauan lokasi penelitian
- b. Penentuan titik *surveyor* agar memudahkan dalam pengamatan
- c. Pencacahan arus lalu lintas

2. Survei Geometri Simpang

Survei geometri simpang dilakukan untuk memperoleh data fisik lengan simpang yang selanjutnya digunakan untuk menghitung kapasitas *link*.

3. Survei Lapangan

Survei pengamatan langsung di lapangan dilakukan untuk memperoleh data sebagai berikut:

- a. Arus lalu lintas
- b. Kondisi lingkungan jalan
- c. Waktu siklus eksisting
- d. Panjang antrian

Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari instansi terkait dengan perencanaan suatu simpang.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk dari Badan Pusat Statistik (BPS) provinsi D.I.Yogyakarta tahun 2016.

Proses Analisis Data

1. Perhitungan arus lalu lintas

Dalam perhitungan arus lalu lintas dilakukan per satuan jam dalam satu atau lebih periode yaitu sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada berdasarkan pada arus lalu lintas rencana pada jam puncak pagi, siang, dan sore.

$$Q = \{(Q_{LV} \times emp_{LV}) + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} + emc_{MC})\} \quad (1)$$

Dimana:

Q = Arus kendaraan total

Q_{LV} , Q_{HV} , Q_{MC} = Arus kendaraan untuk masing-masing tipe

emp_{LV} , emp_{HV} , emp_{MC} = Nilai emp untuk tiap-tiap kendaraan

Tabel 1. Klasifikasi kendaraan

No	Klasifikasi	Jenis Kendaraan
1	<i>Light Vehicle (LV)</i>	Sedan, jeep, oplet, microbus, pick up
2	<i>Heavy Vehicle (HV)</i>	Bus standar, bus besar, truk sedang, truk berat
3	<i>Motor Cycle (MC)</i>	Sepeda motor dan sejenisnya
4	<i>Unmotorised Vehicle (UM)</i>	Becak, sepeda, andong, dan sejenisnya

Sumber : Abu Bakar, 1995

Tabel 2. Nilai ekivalen mobil penumpang (emp)

Jenis Kendaraan	emp untuk tiap-tiap tipe kendaraan	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

2. Perhitungan penilaian arus jenuh (S)

Yang dimaksud dengan arus jenuh adalah hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) untuk keadaan ideal dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dalam satuan smp/jam hijau. Perhitungan ini dapat menggunakan rumus dibawah ini :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (2)$$

dengan :

- S_0 = arus jenuh dasar
- F_{CS} = faktor koreksi ukuran kota
- F_{SF} = faktor koreksi gangguan samping
- F_G = faktor koreksi kelandaian
- F_P = faktor koreksi parkir
- F_{RT} = faktor koreksi belok kanan
- F_{LT} = faktor koreksi belok kiri

3. Perhitungan waktu siklus dan waktu hijau

Waktu siklus sebelum penyesuaian (C_{ua}) adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal. Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metode Webster (1996) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama-tama

ditentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g), pada masing-masing fase.

Penentuan waktu siklus dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)} \quad (3)$$

dengan :

C_{ua} = waktu siklus sinyal (detik)

LTI = total waktu hilang persiklus (detik)

IFR = perbandingan arus simpang $\sum FR_{CRIT}$

Penentuan waktu hijau dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (4)$$

dengan :

g_i = waktu hijau dalam fase - i (detik)

PR_i = perbandingan fase $FR_{CRIT} \div \sum (FR_{CRIT})$

Penentuan Waktu siklus yang disesuaikan:

$$C = \sum g + LTI \quad (5)$$

4. Perhitungan kapasitas

Kapasitas adalah jumlah maksimum arus kendaraan yang dapat melewati persimpangan jalan (*intersectiaon*). Kapasitas untuk tiap lengan simpang dihitung dengan formula dibawah ini:

$$C = S \times g/c \quad (6)$$

dengan:

- C = kapasitas (smp/jam)
- S = arus jenuh (smp/jam)
- g = waktu hijau (detik)
- c = waktu siklus yang ditentukan (detik)

5. Perhitungan derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) dedefinisikan sebagai rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam

menentukan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Dari perhitungan kapasitas dapat dicari nilai derajat jenuh dengan rumus dibawah ini:

$$DS = Q/C \tag{7}$$

dengan :

- DS = derajat jenuh
- Q = arus lalu lintas (smp/jam)
- C = kapasitas (smp/jam)

6. Perhitungan panjang antrian

Dalam MKJI 1997, antrian yang terjadi pada suatu pendekatan adalah jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) yang merupakan jumlah antrian tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ₁).

Untuk DS > 0,5

$$NQ_1 = 0,25xCx \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8x(DS-0,5)}{c}} \right] \tag{8}$$

Untuk DS ≤ 0,5 atau DS = 0,5; NQ₁ = 0

dengan:

- NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
- DS = derajat jenuh
- GR = rasio hijau
- C = kapasitas (smp/jam) = S x GR

Kemudian dihitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ₂), dengan formula berikut.

$$NQ_2 = c x \frac{1-GR}{1-GR x ds} x \frac{Q}{3600} \tag{9}$$

dengan:

- NQ₂ = jumlah smp yang datang selama fase merah
- Q = volume lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/detik)

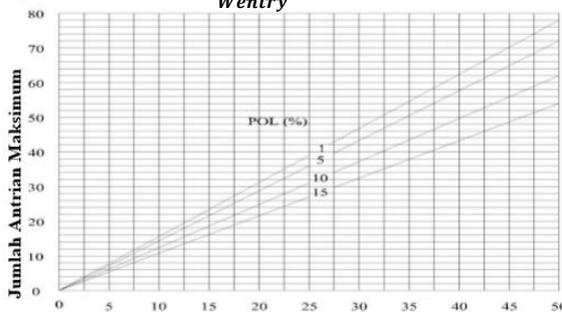
- C = waktu siklus (detik)
- DS = derajat jenuh
- GR = rasio hijau (detik)

Untuk menghitung jumlah antrian total dengan menjumlahkan kedua hasil diatas.

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \tag{10}$$

Perhitungan panjang antrian (QL) didapat dari perkalian antara NQ_{MAX} dengan rata-rata area yang ditempati tiap smp (20 m²) dan dibagi lebar entry (W_{ENTRY}) yang dirumuskan dibawah ini.

$$QL = \frac{NQ_{max} x 20}{W_{entry}} \tag{11}$$



Gambar 3. Perhitungan Jumlah Antrian (NQ_{max}) dalam smp

(Sumber : (MKJI), 1997)

7. Perhitungan tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui simpang. Perhitungan tundaan berdasarkan MKJI (1997) dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut:

- a. Perhitungan tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekatan (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$DT = c x A + \frac{NQ_1 x 3600}{c} \tag{12}$$

dengan :

- DT = tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times ds)} \quad (13)$$

dengan :

GR = rasio hijau (g/c)

Ds = derajat jenuh

NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

- b. Tundaan geometri rata-rata masing-masing *approach* (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan atau dihentikan oleh lampu lalu lintas dihitung berdasarkan formula berikut.

$$DG = (1 - \rho_{sv}) \times \rho_T \times 6 + (\rho_{sv} \times 4) \quad (14)$$

dengan :

DG_j = tundaan geometri rata-rata untuk *approach* j (detik/smp)

ρ_{sv} = rasio kendaraan terhenti pada *approach* = min

ρ_T = rasio kendaraan berbelok pada *approach*

Tundaan rata-rata (det/smp) adalah penjumlahan dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometri rata-rata. Sehingga didapatkan tundaan rata-rata melalui persamaan sebagai berikut:

$$(D = DT + DG) \quad (15)$$

- c. Tundaan total (smp.det) adalah perkalian antara tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas (D x Q)
- d. Perhitungan tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D₁) yaitu dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total dalam detik dengan mengalihkan tundaan rata-rata.

$$D_1 = \frac{\sum(Q \times D_j)}{Q_{tot}} \text{ (det/jam)} \quad (16)$$

Untuk mengetahui tingkat pelayanan suatu simpang dapat disimpulkan dari besarnya nilai tundaan yang terjadi. Dalam hal ini dapat dilihat sesuai dengan Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 4. Tingkat pelayanan berdasarkan Tundaan (D)

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)	Keterangan
A	< 5	Baik Sekali
B	5,1 – 15	Baik
C	15,1 – 25	Sedang
D	25,1 – 40	Kurang
E	40,1 – 60	Buruk
F	> 60	Buruk Sekali

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997*

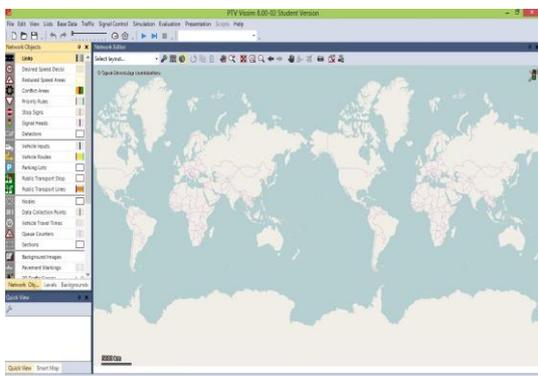
Program Komputer VISSIM

1. Definisi VISSIM 8

Menurut PTV-AG (2013), VISSIM adalah multi-moda lalu lintas perangkat lunak aliran mikroskopis simulasi. Hal ini dikembangkan oleh PTV (*Planung Transportasi Verkehr AG*) di Karlsruhe, Jerman. Nama ini berasal dari "*Verkehr Städten - SIMulationsmodell*" (bahasa Jerman untuk "Lalu lintas di kota - model simulasi"). VISSIM dimulai pada tahun 1992 dan saat ini pemimpin pasar global. VISSIM model simulasi telah dipilih untuk mengkalibrasi kondisi lalu lintas.

2. Kemampuan VISSIM 8

Menurut PTV-AG (2013), VISSIM menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan besar dalam 3-D. Simulasi jenis kendaraan (yaitu dari motor, mobil penumpang, truk, kereta api ringan dan kereta api berat). Selain itu, klip video dapat direkam dalam program, dengan kemampuan untuk secara dinamis mengubah pandangan dan perspektif. Elemen visual lainnya, seperti pohon, bangunan, fasilitas transit dan rambu lalu lintas, dapat dimasukkan ke dalam animasi 3-D.



Gambar 4. Dekstop Pada *Software* VISSIM

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil survei kondisi lingkungan, geometrik persimpangan dan pengaturan waktu sinyal dilakukan dengan pengamatan langsung di lokasi penelitian sebagai data masukan dapat dilihat pada Tabel 5, 6 dan 7.

Tabel 5. Kondisi lingkungan

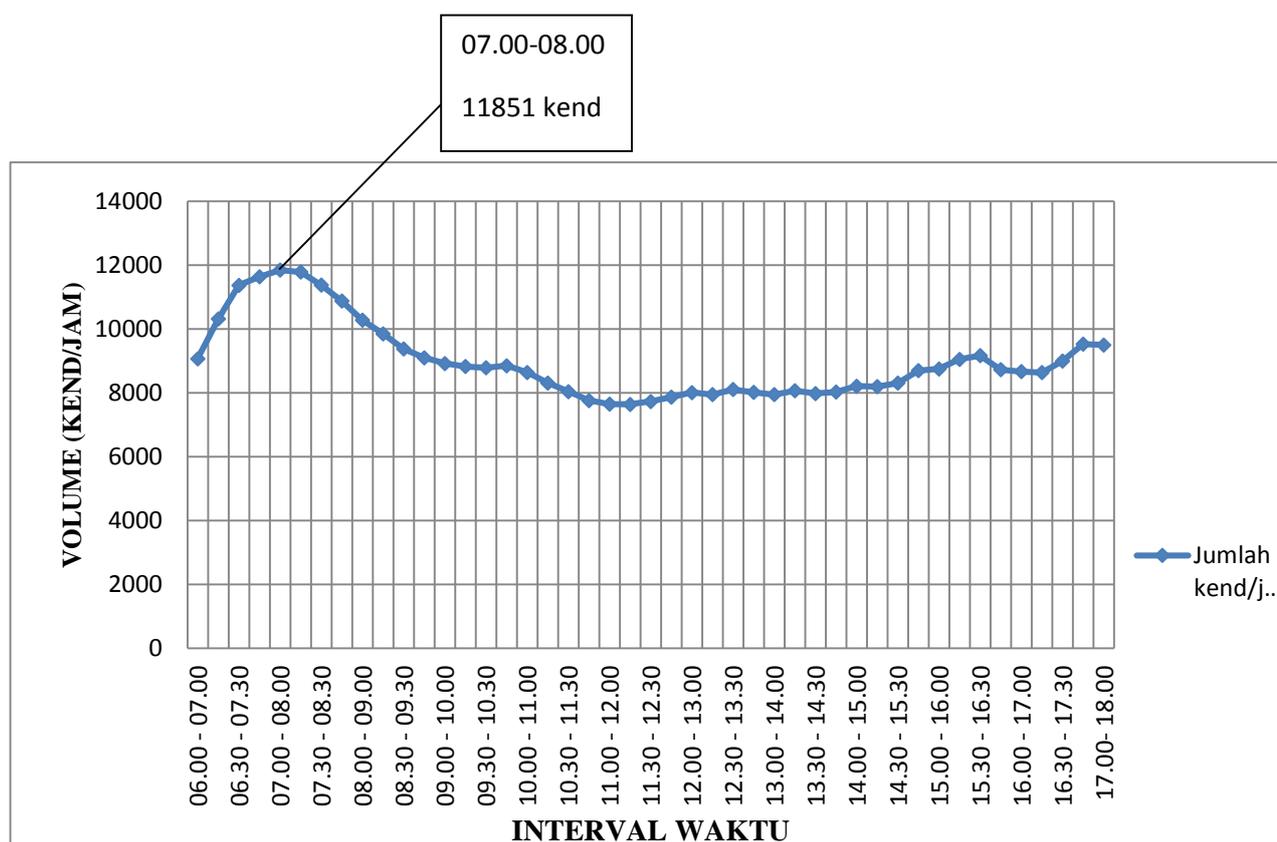
Nama Jalan	Kondisi Lingkungan	Hambatan Samping	Median	LTOR
Jl. Ring Road Barat (U)	Komersial	Tinggi	Ya	Ya
Jl. Wates Km.5,5 (S)	Komersial	Tinggi	Ya	Tidak
Jl. Gamping (B)	Komersial	Tinggi	Tidak	Tidak
Jl. Wates Km.5 (T)	Komersial	Tinggi	Ya	Ya

Tabel 6. Geometrik simpang

Nama Jalan	Pendekat (m)			
	Lebar Pendekat	Lebar Masuk	Lebar Keluar	Lebar LTOR
Jl. Ring Road Barat (U)	10,94	7,74	11,57	3,2
Jl. Wates Km.5,5 (S)	8,04	8,04	8,98	-
Jl. Gamping (B)	7,85	5,15	7,65	-
Jl. Wates Km.5 (T)	6,92	6,92	6,92	2,7

Sinyal	Lengan	Tipe pendekat	Waktu (detik)			
			Merah	Hijau	Kuning	All red
Fase 1	A (Utara)	Terlindung (P)	99	26	3	3
Fase 2	B (Timur)	Terlindung (P)	106	19	3	3
Fase 4	C (Selatan)	Terlindung (P)	83	42	3	12
Fase 3	D (Barat)	Terlindung (P)	100	25	3	3
Waktu siklus (detik)			141			

Tabel 7. Pengaturan waktu sinyal



Gambar 5. Grafik lalu lintas wilayah penelitian

Berdasarkan hasil survei volume lalu lintas pada jam puncak di wilayah penelitian adalah seperti yang ditampilkan Tabel 8.

Interval	Lengan	HV	LV	MC	UM
07.00-08.00	A ke B (KIRI)	13	96	943	8
	A ke C (LURUS)	31	408	965	4
	A ke D(KANAN)	1	12	56	1
		0	0	0	0
	B ke C (KIRI)	20	165	1335	1
	B ke D (LURUS)	1	74	542	10
	B ke A (KANAN)	19	116	863	3
		0	0	0	0
	C ke D (KIRI)	2	1	5	0
	C ke A (LURUS)	68	269	975	0
	C ke B (KANAN)	31	518	2610	0
		0	0	0	0
	D ke A (KIRI)	2	24	141	0
	D ke B (LURUS)	5	166	1289	25
	D ke C (KANAN)	0	2	4	0

Tabel 8. Data Lalu Lintas Wilayah Penelitian

Agar dapat dihitung menggunakan persamaan yang ada pada MKJI (1997) hasil survei harus diekivalensi dari kendaraan/jam menjadi smp/jam dengan menggunakan Tabel 2.

Analisis Data Kondisi Eksisting

1. Kapasitas

Tabel 9. Kapasitas simpang

Interval	kode pendekat	Tipe Pendekat	Arus jenuh (S)	Waktu hijau (g)	Waktu Siklus yang disesuaikan (c)	kapasitas
			Smp/jam	Detik	Detik	Smp/jam
07.00 s/d 08.00	A (utara)	P	4367,39	26	141	805
	C (selatan)	P	5568,29	42		1659
	B (timur)	P	3102,04	19		418
	D (barat)	P	3988,70	21		594

2. Derajat Kejenuhan

Tabel 10. Derajat kejenuhan

Interval	kode pendekat	Tipe Pendekat	Arus lalu lintas (Q)	kapasitas	derajat Jenuh
				Smp/jam	
07.00 - 08.00	A (utara)	P	967	805	1.201
	C (selatan)	P	1664	1659	1.003
	B (timur)	P	726	418	1.737
	D (barat)	P	488	594	0.821

3. Panjang Antrian

Tabel 11. Panjang antrian

Interval	Kode Pendekat	Tipe Pendekat	Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau (NQ_1)	Jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2)	NQ TOTAL	NQ MAX	Panjang antrian (QL) (m)
07.00 s/d 08.00	A (utara)	P	84.33	39.69	124.02	70	181
	B (selatan)	P	21.90	65.28	87.18	70	174
	C (timur)	P	155.66	32.12	187.78	70	272
	D (barat)	P	1.74	18.53	20.27	24	69

Tabel 12. Tundaan kendaraan

Interval	kode pendekat	Tipe Pendekat	Tundaan				Tundaan Total	Tingkat Pelayanan
			Tundaan Lalulintas Rata-Rata (DT)	Tundaan Geometrik Rata-Rata (DG)	Tundaan Rata-Rata (D)	Tundaan rata-rata simpanng		
07.00 - 08.00	A (utara)	P	437.211	11.466	448.677	363.92	434005	F
	C (selatan)	P	97.098	3.958	101.056		168187	F
	B (timur)	P	1409.487	14.332	1423.818		1033692	F
	D (barat)	P	68.730	3.820	72.550		35397	F

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada kondisi eksisting nilai derajat kejenuhan tinggi ($DS \leq 0,85$), untuk mengurangi derajat kejenuhan, tundaan, dan meningkatkan tingkat pelayanan maka dibutuhkan beberapa alternatif :

Alternatif I

(Perancangan Ulang (VJP))

Pada percobaan alternatif I Perancangan Ulang Volume Jam Puncak (VJP) nilai Waktu Hijau

(g) dan Waktu siklus yang disesuaikan (c) tidak menggunakan nilai pada kondisi eksisting akan tetapi dengan menggunakan persamaan (g) = $(C_{ua} - LTI) \times PR$, (c) = $\sum g - LTI$

Alternatif II

(Pengaturan Ulang Satu Jam Rata-rata)

Kondisi arus lalu lintas untuk perancangan satu jam rata-rata (LHR) dilakukan dengan perhitungan rata-rata volume

kendaraan selama 12 jam dari jam 06.00 s/d 18.00

Alternatif III

(Pengaturan Ulang Satu Jam Rata-rata Ditambah Dengan Interpolasi Lampu Hijau)

Kondisi arus lalu lintas untuk perancangan satu jam rata-rata ditambah dengan interpolasi lampu hijau sama seperti dengan alternatif II hanya saja lampu hijau berbeda dengan kondisi eksisting.

Alternatif IV

(Pelebaran Untuk Semua Lengan)

Pada percobaan alternatif IV dilakukan pelebaran jalan pada lengan Utara yang semula 7,85 menjadi 10,85 m, Untuk lengan selatan yang semula berukuran 8,04 menjadi 10,04 dan untuk lengan barat yang semula berukuran 6,92 menjadi 8,92 pelebaran dilakukan di semua lengan dikarenakan kondisi jalan simpang bersinyal Pelempur memiliki DAMIJA yang cukup luas untuk melakukan pelebaran jalan. Untuk lengan utara dilakukan pelebaran sebesar 4 meter, lengan timur dilakukan pelebaran sebesar 3 meter, untuk lengan selatan dan barat masing-masing dilakukan pelebaran sebesar 2 meter.

No	Analisis	Lengan	Waktu Hijau (g)	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Antrian (m)	Tundaan Rata-rata (det/smp)	Tundaan Simpang Rata-rata	Tingkat Pelayanan
1.	Kondisi Eksisting	U	26	967	805	1.201	181	437.211	363.92	F
		S	42	1664	1659	1.003	174	97.098		F
		T	19	726	418	1.737	272	1409.487		F
		B	21	488	594	0.821	69	68.730		E
2.	Perancangan Ulang Volume Jam Puncak (VJP)	U	32	967	868	1.114	181	66.241	230.42	F
		S	44	1664	1522	1.094	174	40.134		E
		T	34	726	655	1.108	272	409.824		F
		B	18	488	446	1.094	168	58.153		E
3.	Pengaturan Ulang Satu Jam Rata-rata	U	26	618	856	0.721	62	57.412	156.66	F
		S	42	852	1486	0.574	85	42.340		E
		T	19	535	423	1.265	272	564.677		F
		B	21	637	626	1.018	139	151.818		F
4.	Pengaturan Ulang Satu Jam Rata-rata dan interpolasi lampu	U	24	618	769	0.804	78	65.335	57,81	F
		S	30	852	1032	0.826	104	61.417		F
		T	31	535	671	0.798	93	61.750		F
		B	27	637	782	0.815	84	64.229		F
5.	Pelebaran Jalan untuk Semua Lengan	U	26	967	1222	0.792	73	59.004	82.55	F
		S	42	1664	2071	0.804	139	48.357		E
		T	19	726	662	1.098	172	266.109		F
		B	21	488	766	0.637	36	58.190		E

Tabel 13. Perbandingan Kondisi eksisting dengan Kondisi Alternatif

Pemodelan Menggunakan *Software Vissim*

1. Kondisi I (Eksisting)

Kondisi I dilakukan untuk menggambarkan kondisi simpang Pelemgurih saat ini. Data input pada kondisi ini adalah data volume lalu lintas paling besar pada 1 jam sibuk (pukul 07.00 – 08.00). Hasil *out put* dapat dilihat pada Tabel 14.

2. Kondisi II (Perancangan ulang Satu jam Rata-rata Ditambah Dengan Interpolasi Lampu)

Kondisi II dilakukan untuk menggambarkan kondisi simpang Pelemgurih setelah dilakukan perancangan ulang satu jam rata-rata ditambah dengan interpolasi lampu hijau. Hasil *out put* dapat dilihat pada Tabel 14.

Kondisi Simpang	Lengan	Waktu Interval (det)	Tundaan Kendaraan (det/smp)	Tundaan Simpang /smp
KONDISI EKSISTING	Utara	600	462,9	369,8
	Timur	600	352,6	283,3
	Selatan	600	269,2	205,8
	Barat	600	173,1	145,7
PERANCANGAN SATU JAM RATA - RATA DITAMBAH INTERPOLASI LAMPU HIJAU	Utara	600	355,9	300,9
	Timur	600	145,2	112,8
	Selatan	600	300,7	240,8
	Barat	600	129,3	104,3

Tabel 14. *Out put Vissim*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja simpang pada simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta berdasarkan MKJI 1997, maka dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Volume lalu lintas pada kondisi eksisting simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta terjadi pada jam kerja dengan jam puncak pagi pada pukul 07.00 – 08.00 WIB

dengan nilai Kapaitas untuk masing-masing lengan Utara, Selatan, Timur dan Barat yaitu sebesar 805, 1659, 418 dan 594 dalam smp/jam.

2. Nilai derajat kejenuhan (DS) yang terjadi pada simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta pada kondisi eksisting untuk lengan Utara, Selatan, Timur dan Barat adalah sebesar 1,201; 1,003; 1,737 dan 0,821. Nilai derajat kejenuhan (DS) pada lengan Utara, Selatan dan Timur ($DS > 0,85$) akan menyebabkan terjadinya antrian yang cukup panjang pada lengan Utara, Selatan dan Timur yaitu dengan panjang antrian 181 m, 174 m dan 272 m.
3. Tundaan rata-rata kondisi eksisting yang terjadi pada lengan Utara, Selatan, Timur dan Barat sebesar 437,211; 97,098; 1409,487 dan 68,730 det/smp.
4. Dalam analisis ini digunakan 4 (empat) alternatif untuk meminimalkan derajat kejenuhan pada setiap lengan/pendekat. Alternatif yang digunakan antara lain:

- a. Alternatif I yaitu perancangan ulang volume jam puncak (VJP) dengan melakukan perubahan pada waktu hijau (g) dan waktu siklus yang disesuaikan (c) dengan menggunakan rumus waktu hijau (g) = waktu siklu pra penyesuaian (C_{ua})- waktu hilang total (LTI) x rasio fase (PR) dan rumus waktu siklus yang disesuaikan (c) = jumlah lampu hijau ($\sum g$) + total waktu hilang (LTI)
- b. Alternatif II yaitu pengaturan ulang satu jam rata-rata dengan melakukan perhitungan arus lalu lintas rata-rata volume kendaraan selama 12 jam dari pukul 06.00 – 18.00 WIB.
- c. Alternatif III yaitu pengaturan ulang satu jam rata-rata ditambah interpolasi lampu, alternatif ini sama dengan alternatif II

hanya pengaturan lampu hijau berbeda dengan kondisi eksisting.

- d. Alternatif IV yaitu melakukan pelebaran jalan untuk semua lengan. Lengan utara yang semula lebarnya 10,94 m menjadi 14,94 m, lengan selatan yang semula 8,04 m menjadi 10,04 m, lengan timur yang semula 7,85 m menjadi 10,85 m, lengan barat yang semula 6,92 m menjadi 8,92 m Dilakukannya pelebaran dengan melihat kondisi geometrik simpang.

Berdasarkan alternatif-alternatif diatas, solusi terbaik untuk menyelesaikan masalah terkait yang ada pada simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta adalah alternatif III yaitu pengaturan ulang satu jam rata-rata ditambah dengan interpolasi lampu karena menghasilkan tundaan dan nilai derajat kejenuhan lebih rendah dari ketiga alternatif lainnya maupun dari kondisi eksisting

A. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya penelitian selanjutnya untuk membenahan terhadap sistem manajemen lalu lintas, baik manajemen di simpang maupun ruas jalan sekitar simpang, misalnya :
 - Dengan mematikan hambatan samping pada semua lengan.
 - Menjadikan lengan barat menjadi jalur satu arah dan hanya untuk jalan masuk.
 - Pemberlakuannya 3 in 1 pada hari dan jam tertentu.

- Pemberlakuan sistim buka tutup ataupun pemilihan jalur moda saat jam sibuk.
- Larangan masuk menuju lengan timur dan barat untuk kendaraan yang tergolong *heavy vehicle*.
- Perlu adanya ketegasan dari polantas setempat mengenai perilaku pengendara yang berhenti di pulau lalu lintas.

2. Perlu dilakukan survey lalu lintas yang lebih akurat, seperti dilakukan dalam satu minggu penuh, sehingga data lalu lintas yang didapatkan lebih merepresentasikan kondisi lalu lintas yang sebenarnya.
3. Perlunya penerapan disiplin berlalu lalu lintas khususnya kepatuhan terhadap rambu-rambu lalu lintas agar dipertegas untuk mengurangi hambatan samping yang terjadi pada persimpangan bersinyal.
4. Pembangunan *fly over* akan lebih membantu dalam meminimalisir kemacetan yang terjadi di simpang bersinyal Pelemgurih Yogyakarta untuk masa mendatang.

Daftar Pustaka

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerja Umum, Jakarta

Menteri Perhubungan, 2015, *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015, Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*, Nusa Media, Jakarta

Morlok, Edward K, 1995, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.