

PEMODELAN SIMPANG BERSINYAL TERHADAP KINERJA SIMPANG JALAN TERUSAN PEMBANGUNAN DAN JALAN PROKLAMASI DI KABUPATEN GARUT

Anwar Ginanjar¹, Ida Farida²

Jurnal Konstruksi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@sttgarut.ac.id

[1anwarginanjar58@gmail.com](mailto:anwarginanjar58@gmail.com)

[2idafarida@sttgarut.ac.id](mailto:idafarida@sttgarut.ac.id)

Abstrak – Simpang bersinyal di Jalan Terusan Pembangunan dan Jalan Proklamasi ini merupakan simpang bersinyal yang terbilang masih baru, sehingga peningkatan pelayanan simpang menjadi sangat diperlukan. Ditambah lagi dalam berlalu lintas masih terdapat beberapa pengendara yang melanggar aturan berkendara sehingga dalam beberapa kejadian dapat mengganggu efektifitas simpang bersinyal tersebut. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk menganalisis volume lalu lintas pada simpang bersinyal tersebut, yang kemudian memodelkan menggunakan software vissim V.9.0. Metode penelitian dalam skripsi ini menggunakan metode pengamatan langsung dengan waktu pengamatan dilakukan selama 3 hari yang terbagi menjadi hari Kamis, Minggu dan Senin yang masing-masing hari dibagi menjadi tiga sesi, pagi pukul 06:00-08 WIB, siang pukul 12:00-14:00 WIB dan sore pukul 16:00-18:00 WIB. Dari hasil perhitungan didapat bahwa volume lalu lintas rata-rata pada waktu penelitian didapat hasil 1.883 kendaraan pada hari Kamis, 1.348 kendaraan pada hari Minggu dan 1.863 kendaraan pada hari Senin. Dengan panjang antrian dilapangan pada lengan A hasil yang didapat adalah 40 m, sementara pada pemodelan vissim adalah 53,16 m dikarenakan volume yang digunakan adalah volume lalu lintas dengan durasi waktu 15 menit.

Kata kunci: simpang bersinyal, volume lalu lintas, panjang antrian

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Garut merupakan sebuah wilayah yang sedang berkembang, perkembangan yang terjadi di Kabupaten Garut berdampak pada meningkatnya jumlah penduduk serta jumlah kendaraan pada setiap tahunnya. Sehingga tak dapat ditutupi lagi hal ini dapat mengakibatkan permasalahan lalu lintas khususnya pada daerah simpang. Permasalahan yang terjadi tersebut disebabkan oleh semakin meningkatnya daya beli penduduk terhadap kendaraan serta mobilitas penduduk yang tidak diimbangi dengan perkembangan sarana dan prasarana lalu lintas yang berpotensi menimbulkan hambatan bila tidak ditangani secara teknis

Persimpangan merupakan suatu daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya bertemu atau berpotongan, termasuk fasilitas lain pada jalan dan sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah tersebut. Fungsi operasional yang utama dari persimpangan adalah sebagai wadah untuk menyediakan perpindahan arus atau perubahan arah dari sebuah perjalanan. Persimpangan bisa sangat bervariasi, mulai dari persimpangan sederhana yang terdiri dari pertemuan dua ruas jalan sampai persimpangan kompleks yang terdiri dari pertemuan beberapa ruas jalan. Namun dengan tingkat pergerakan yang cukup beragam dan kompleks dari berbagai jenis kendaraan, sehingga hal ini dapat mengakibatkan masalah pada persimpangan, seperti mengalami tundaan perjalanan yang cukup besar yang pada akhirnya dapat menimbulkan kemacetan.

B. Permasalahan

Dari uraian latar belakang tersebut permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi lalu lintas yang terjadi pada simpang bersinyal tersebut?
2. Bagaimana kondisi simpang setelah dilakukan pemodelan menggunakan Vissim?

C. Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah sinyal bersimpang tersebut cukup efektif.

Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk menganalisa volume lalu lintas pada simpang bersinyal tersebut, yang kemudian dibuat suatu pemodelan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Lalu Lintas

Menurut Undang-Undang No. 22 tahun 2009, lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Sedangkan yang dimaksud dengan ruang lalu lintas jalan yaitu prasarana yang diperuntukan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan atau barang yang berupa jalan dan fasilitas pendukung.

B. Simpang

Menurut Hendarto, dkk., (2001), persimpangan adalah daerah dimana dua atau lebih jalan bergabung atau berpotongan/bersilangan. Sedangkan menurut Khisty & Lall, (2003), persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya.

Menurut Morlok (1991), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
2. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu simpang yang memiliki sistem atau sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat saat menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

C. Pengertian Pemodelan

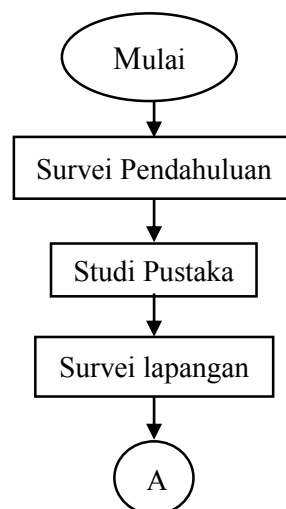
Menurut Mahmud Achmad (2008), model adalah representasi dari suatu objek, benda, atau ide-ide dalam bentuk yang telah disederhanakan dari kondisi atau fenomena alam. Model berisi informasi-informasi tentang suatu fenomena yang dibuat dengan tujuan mempelajari fenomena sistem yang sebenarnya. Model dapat merupakan tiruan dari suatu benda, sistem atau kejadian yang sesungguhnya yang hanya berisi informasi-informasi yang dianggap penting untuk ditelaah.

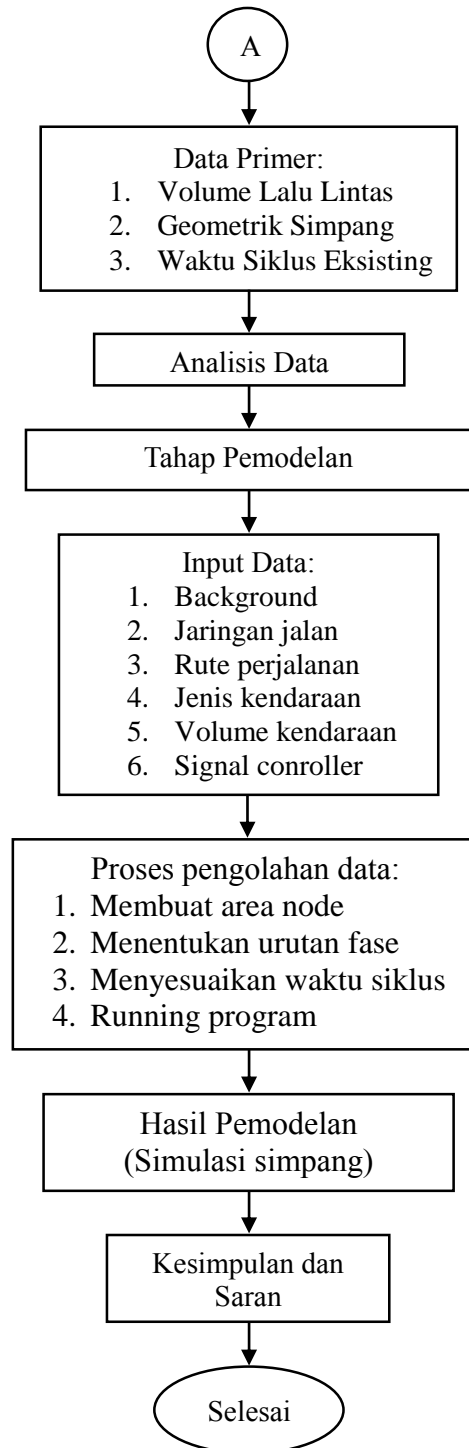
D. Program Komputer Vissim V.9.0

Salah satu alat yang digunakan adalah *software* Vissim, *software* Vissim sendiri adalah perangkat yang digunakan untuk melakukan simulasi lalu lintas. Menurut PTV-AG (2015), Vissim adalah perangkat lunak simulasi aliran mikroskopis untuk model lalu lintas perkotaan. Hal ini dikembangkan oleh PTV (*Planung Transportasi Verkehr AG*) di Karlsruhe, Jerman. Nama vissim ini berasal dari “Verkehr In Stadten Simulations Modell” (bahasa Jerman untuk “Pemodelan Simulasi Lalu Lintas Pada Kota”).

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di simpang bersinyal Jalan Terusan Pembangunan dan Jalan Proklamasi Kabupaten Garut seperti pada Gambar 3.2.



Sumber: Google Maps, 2018

Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian

C. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan penulis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Form Survei dan Alat Tulis : digunakan untuk mencatat data dari hasil survei lapangan
2. Roll Meter : digunakan untuk mengukur kondisi geometrik simpang yang ditinjau
3. *Stopwatch App* : digunakan untuk menghitung siklus lampu lalu lintas pada simpang
4. *Software Multi Counter* : digunakan untuk menghitung volume kendaraan yang melewati masing-masing pendekatan simpang
5. *Handphone* : digunakan untuk mendokumentasikan kondisi simpang dan kegiatan survei

D. Teknik Pengumpulan Data

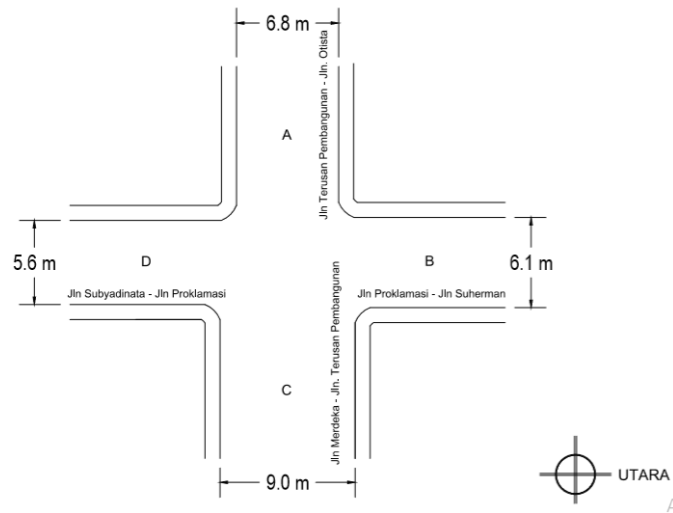
Pengumpulan data yang berkaitan dengan proses penelitian merupakan hal yang penting untuk dilaksanakan oleh peneliti, khususnya penelitian skripsi yang memerlukan data-data yang akurat sebagai bahan penyusunan. Dalam tahapan ini teknik yang digunakan adalah survei lapangan, dimana survei yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Survei Geometrik Simpang
Survei ini dilakukan untuk mengukur dimensi dari masing-masing lengan simpang yang ada.
2. Survei Volume Kendaraan
Survei ini dilakukan untuk mengetahui volume kendaraan yang keluar dari masing-masing lengan, dimana ada 4 (empat) lengan simpang yang ditinjau. Yaitu lengan A, lengan B, lengan C, dan lengan D, penentuan lengan ini berdasarkan fase lalu lintas yang terjadi.
3. Survei Waktu Siklus
Survei ini dilakukan guna mengetahui pembagian waktu saat hijau, merah dan kuning dari masing-masing lengan simpang.
4. Waktu Penelitian
Waktu penelitian survei adalah 2 jam dengan interval 15 menit yang dilakukan selama 3 hari, yaitu pada Tanggal 04 Oktober, 07 Oktober dan Tanggal 08 Oktober 2018. Tanggal 04 Oktober mewakili pergantian awal ke akhir pekan (Kamis), Tanggal 07 Oktober mewakili akhir pekan (Minggu) dan Tanggal 08 Oktober mewakili awal pekan (Senin). Dengan waktu pengamatan dilakukan pada jam berikut:
 - i. Pagi pukul 06:00-08:00 WIB
 - ii. Siang pukul 12:00-13:00 WIB
 - iii. Sore pukul 16:00-18:00 WIB

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Geometrik Simpang

Dari hasil survei geometrik persimpangan di Jalan Terusan Pembangunan dan Jalan Proklamasi Kabupaten Garut dengan melakukan pengukuran langsung di lokasi penelitian, maka selanjutnya didapat hasil kondisi eksisting geometrik seperti pada Gambar 4.1.



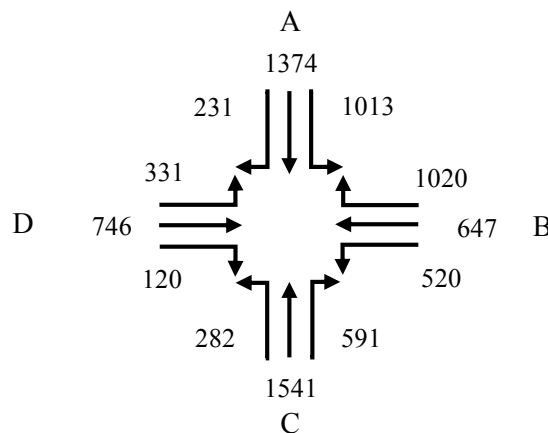
Gambar 4.1 Kondisi Geometrik Simpang

B. Kondisi Volume Pada Kamis

Hasil penelitian yang dilakukan pada hari Kamis tanggal 04 Oktober dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Volume Pada Kamis

WAKTU	TIPE KENDARAAN	LENGAN											
		A			B			C			D		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
06:00-08:00	LV	265	312	51	91	132	210	34	444	83	39	149	26
	HV	24	0	1	3	4	38	1	3	4	0	9	0
	MC	724	1047	176	422	504	769	244	1093	501	280	583	87
	UM	0	15	3	4	7	3	3	1	3	12	5	7
SUB TOTAL		1013	1374	231	520	647	1020	282	1541	591	331	746	120
TOTAL		2618			2187			2414			1197		
12:00-13:00	LV	171	283	70	74	140	174	46	396	85	73	154	46
	HV	23	7	0	2	9	27	5	13	6	1	6	0
	MC	494	585	142	310	528	453	252	584	531	158	443	122
	UM	5	5	0	1	4	0	5	0	0	2	7	6
SUB TOTAL		693	880	212	387	681	654	308	993	622	234	610	174
TOTAL		1785			1722			1923			1018		
16:00-18:00	LV	180	282	66	135	176	235	57	356	69	48	134	37
	HV	6	5	10	3	12	16	0	0	0	1	4	1
	MC	547	969	227	435	535	858	269	1008	318	115	468	101
	UM	4	3	0	4	3	4	1	12	2	4	5	2
SUB TOTAL		737	1259	303	577	726	1113	327	1376	389	168	611	141
TOTAL		2299			2416			2092			920		



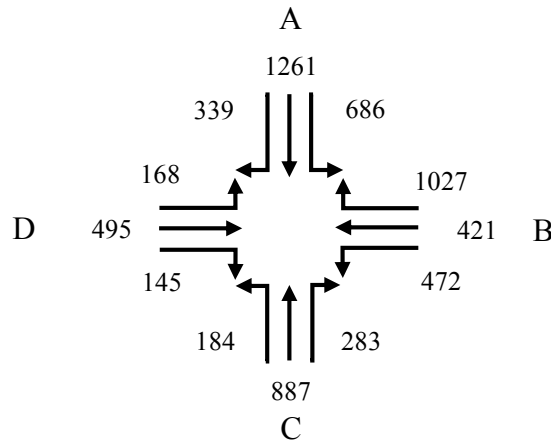
Gambar 4.2 Kondisi Volume Latu Lintas Senin Pukul 06:00-08:00 WIB

C. Kondisi Volume Pada Minggu

Hasil penelitian yang dilakukan pada hari Minggu tanggal 07 Oktober dapat dilihat dalam Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Volume Pada Minggu

WAKTU	TIPE KENDARAAN	LENGAN											
		A			B			C			D		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
06:00-08:00	LV	136	225	26	39	70	87	30	295	38	20	68	16
	HV	9	1	1	0	3	3	1	3	3	4	4	0
	MC	210	680	110	129	286	266	70	774	143	38	229	82
	UM	22	18	4	0	5	0	7	11	2	3	4	7
SUB TOTAL		377	924	141	168	364	356	108	1083	186	65	305	105
TOTAL		1442			888			1377			475		
12:00-13:00	LV	185	321	28	85	121	172	57	396	156	49	115	42
	HV	19	5	4	1	5	24	0	8	7	1	6	0
	MC	421	553	71	294	394	422	128	554	238	111	407	144
	UM	9	13	8	10	5	0	10	2	4	6	13	4
SUB TOTAL		634	892	111	390	525	618	195	960	405	167	541	190
TOTAL		1637			1533			1560			898		
16:00-18:00	LV	200	333	32	148	154	241	48	292	93	33	121	37
	HV	21	6	5	2	4	19	0	2	1	3	5	0
	MC	461	919	301	316	261	766	129	591	184	131	365	102
	UM	4	3	1	6	2	1	7	2	5	1	4	6
SUB TOTAL		686	1261	339	472	421	1027	184	887	283	168	495	145
TOTAL		2286			1920			1354			808		



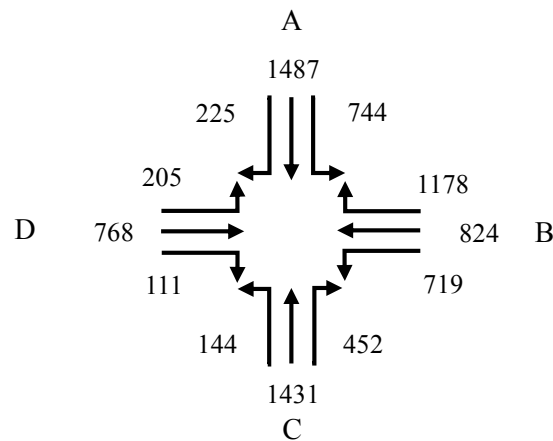
Gambar 4.3 Kondisi Volume Lalu Lintas Minggu Pukul 16:00-18:00 WIB

D. Kondisi Volume Pada Senin

Hasil penelitian yang dilakukan pada hari Senin tanggal 08 Oktober dapat dilihat dalam Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Volume Pada Senin

WAKTU	TIPE KENDARAAN	LENGAN											
		A			B			C			D		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
06:00-08:00	LV	219	275	31	120	160	213	39	300	79	20	133	21
	HV	15	2	1	0	1	0	0	4	2	0	0	0
	MC	506	1195	190	586	661	964	102	1115	367	182	630	85
	UM	4	15	3	13	2	1	3	12	4	3	5	5
SUB TOTAL		744	1487	225	719	824	1178	144	1431	452	205	768	111
TOTAL		2456			2721			2027			1084		
12:00-13:00	LV	161	323	57	95	143	190	53	386	92	76	161	51
	HV	21	5	1	1	2	24	3	13	9	1	3	1
	MC	458	611	136	285	463	444	260	586	513	170	427	119
	UM	7	12	2	6	7	5	9	0	3	5	7	7
SUB TOTAL		647	951	196	387	615	663	325	985	617	252	598	178
TOTAL		1794			1665			1927			1028		
16:00-18:00	LV	201	291	40	137	178	246	59	360	77	52	131	38
	HV	16	2	5	4	6	12	0	0	0	2	0	0
	MC	530	955	217	422	522	846	271	981	300	123	469	113
	UM	5	8	4	5	2	4	5	5	3	2	5	3
SUB TOTAL		752	1256	266	568	708	1108	335	1346	380	179	605	154
TOTAL		2274			2384			2061			938		



Gambar 4.4 Kondisi Volume Lalu Lintas Senin Pukul 06:00-08:00 WIB

E. Kondisi Lalu Lintas Simpang

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat diketahui bahwa banyaknya kendaraan yang melewati simpang selama tiga sesi dengan puncaknya terjadi di hari Kamis adalah sebagai berikut :

- Jam puncak terjadi pada pukul 06:00-08:00 WIB yang terjadi di lengan A yang mencapai 2.618 kendaraan, didominasi oleh sepeda motor dengan jumlah 1.947 kendaraan disusul dengan kendaraan ringan dengan jumlah 628 kendaraan, kendaraan berat dengan jumlah 25 kendaraan dan kendaraan tidak bermotor dengan jumlah 18 kendaraan.
- Sementara untuk volume lalu lintas paling minimal terjadi di lengan D pada pukul 16:00-18:00 WIB dengan jumlah mencapai 920 kendaraan. Sepeda motor dengan jumlah 684 kendaraan, kendaraan ringan dengan jumlah 219 kendaraan, kendaraan tidak bermotor dengan jumlah 11 kendaraan dan kendaraan berat dengan jumlah 6 kendaraan.

F. Kondisi Sinyal

Kondisi lalu lintas pada simpang bersinyal antara lain meliputi, jumlah fase, waktu masing-masing fase dan gerakan sinyal. Gerakan sinyal meliputi, waktu hijau, waktu kuning dan waktu merah. Pada lokasi penelitian (simpang bersinyal Jalan Terusan Pembangunan dan Jalan Proklamasi Kabupaten Garut) terdapat empat fase lalu lintas. Lamanya waktu pengoperasian sinyal lalu lintas dilokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kondisi Persinyalan

Sinyal	Lengan	Waktu (Detik)			
		Merah	Hijau	Kuning	All Red
Fase 1	A (Barat)	81	34	3	2
Fase 2	B (Utara)	84	31	3	2
Fase 3	C (Timur)	98	17	3	2
Fase 4	D (Selatan)	98	17	3	2
Waktu Siklus (Detik)		120			

G. Pemodelan Dengan *Software* Vissim

Dari pengolahan data yang sudah dilakukan dengan memasukan data-data berupa volume lalu lintas dan waktu siklus sinyal dari kondisi eksisting, diperoleh hasil pemodelan dengan software vissim didapatkan hasil berupa tampilan 2D dan 3D dengan memasukan beberapa tahapan seperti berikut:

1. Parameter Vissim

a. Jaringan Jalan

Jaringan jalan yang dibuat adalah sebagai lokasi dimana dilakukan penelitian yang kemudian dimasukkan kedalam software vissim untuk pengolahan.

b. Rute Perjalanan

Dari hasil pemodelan yang telah dilakukan didapat hasil, dimana rute perjalanan pada fase 1 bermula dari lengan A.

c. Volume Kendaraan

Dari hasil perhitungan volume lalu lintas yang telah dilakukan sebelumnya yang kemudian dimasukkan kedalam vissim sebagai bagan pemodelan maka didapat hasil seperti

2. Hasil *running* pemodelan dengan vissim

Dari hasil pengukuran panjang antrian yang dilakukan dilapangan didapatkan panjang antrian pada lengan A (antrian terpanjang) dengan panjang 40 meter sedangkan pada hasil pemodelan panjang antrian mencapai panjang 53,16 meter. Hal ini terjadi dikarenakan data volume yang dimasukkan dalam pemodelan menggunakan hasil perhitungan volume lalu lintas dengan durasi waktu 15 menit.

Maka dari hasil pembahasan diatas dalam kasus ini penulis memberikan alternatif untuk memaksimalkan kinerja dari simpang bersinyal Jalan Terusan Pembangunan dan Jalan Proklamasi, dimana penulis memasukan dua alternatif yang akan penulis coba tampilkan. Alternatif pertama adalah membuat waktu siklus yang lebih pendek dibanding dengan kondisi eksisting dan alternatif kedua dengan merubah fase sinyal tanpa merubah waktu eksisting. Sehingga hasil yang penulis sajikan adalah sebagai berikut:

➤ Alternatif I

Dari hasil simulasi yang dilakukan menggunakan software vissim dengan memasukan waktu siklus alterantif yang ada pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Waktu Siklus Alternatif I

Sinyal	Lengan	Waktu (Detik)			
		Merah	Hijau	Kuning	All Red
Fase 1	A (Barat)	61	25	3	2
Fase 2	B (Utara)	61	25	3	2
Fase 3	C (Timur)	69	17	3	2
Fase 4	D (Selatan)	69	17	3	2
Waktu Siklus (Detik)		91			

➤ Alternatif II

Sama seperti alternatif I maka dalam alternatif ini hasil simulasi dilakukan menggunakan software vissim dengan merubah urutan fase dari setiap lengan seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Waktu Siklus Alternatif II

Sinyal	Lengan	Waktu (Detik)			
		Merah	Hijau	Kuning	All Red
Fase 1	B (Utara)	84	31	3	2
Fase 2	C (Timur)	81	34	3	2
Fase 3	A (Barat)	98	17	3	2
Fase 4	D (Selatan)	98	17	3	2
Waktu Siklus (Detik)		120			

Setelah melakukan pengaturan waktu siklus serta penentuan fase dari setiap lengan dengan menggunakan dua alternatif, maka didapat bahwa alternatif pertama dapat digunakan sebagai upaya untuk menambah kinerja dari simpang bersinyal Jalan Terusan Pembangunan dan Jalan Proklamasi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah volume kendaraan yang melewati simpang dengan tiga sesi penelitian yang dilakukan selama tiga hari, didapatkan hasil volume dengan rata-rata 1.883 kendaraan pada hari Kamis, 1.348 kendaraan pada hari Minggu dan 1.863 kendaraan pada hari Senin.

2. Jumlah volume kendaraan dengan arah belok kiri terbanyak terdapat dilengan A dengan total belok kiri mencapai 814 kendaraan pada hari Kamis, 566 pada hari Minggu dan 714 kendaraan pada hari Senin
3. Jumlah volume kendaraan dengan arah lurus terbanyak terdapat dilengan A dengan total arah lurus mencapai 1.171 kendaraan pada hari Kamis, 1.026 pada hari Minggu dan 1.231 kendaraan pada hari Senin
4. Jumlah volume kendaraan dengan arah belok kanan terbanyak terdapat dilengan B dengan total belok kiri mencapai 929 kendaraan pada hari Kamis, 667 pada hari Minggu dan 983 kendaraan pada hari Senin.
5. Hasil perhitungan panjang antrian terpanjang dilapangan adalah lengan B dengan panjang 40 meter, sedangkan pada pemodelan hasil yang didapat adalah 53.16 meter. Hasil ini didapat karena volume yang digunakan adalah volume lalu lintas dengan durasi waktu 15 menit.
6. Kinerja simpang sebagai upaya rekayasa lalu lintas dilakukan dengan dua alternatif, dimana alternatif pertama menggunakan waktu siklus yang berbeda dengan fase yang tetap, sedangkan untuk alternatif kedua dilakukan perubahan fase pada lengan dengan waktu siklus yang tetap. Maka dari kedua alternatif diatas, solusi terbaik sebagai upaya untuk menambah kinerja simpang bersinyal tersebut adalah dengan menggunakan alternatif pertama karena menghasilkan panjang antrian yang lebih pendek dibanding dengan kondisi eksisting maupun alternatif kedua.

B. Saran

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan, maka dapat disampaikan saran-saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian yang serupa dengan menggunakan *software* yang sama, sebaiknya menggunakan *software full version* guna mendapatkan hasil penelitian yang lebih maksimal.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk pembenahan terhadap sistem manajemen lalu lintas, baik manajemen simpang maupun ruas jalan disekitar simpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar. dkk. (1995). *Sistim Transportasi Kota*. Jakarta: Direktur Jendral Perhubungan Darat.
- Achmad, M. (2008). *Teknik Simulasi dan Pemodelan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Aryandi, D. R. (2014). *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta)*.
- Fauziyyah, R., & Farida, I. (2018). Evaluasi Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Serta Kinerja Simpang Tak Bersinyal Lengan Tiga Leuwidaun dengan Metode MKJI 1997 (Studi Kasus Jalan Cimanuk Sta. 1+550 sd 2+200 Kab. Garut).
- Hendarto. dkk. (2001). *Dasar-Dasar Transportasi*. Bandung: Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Hobbs, F. (1995). *Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Indonesia, R. (2009). *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Khisty, J., & Lall, K. (2003). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Marga, D. P. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*.
- Morlok, E. K. (1991). *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi, Cetakan Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Poerwadarminta, W. (1993). *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Ramdhani, F., Sutrisno, W., & Yasin, I. (2015). *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pingit Yogyakarta*.
- Silvia, S. (1994). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Ulfah, M. (2017). *Mikrosimulasi Lalu Lintas Pada Simpang Tiga Dengan Software Vissim*.
- Velayati, A. M., & Farida, I. (2016). *PRIORITAS PENERAPAN SIMPANG BERSINYAL DI KAB. GARUT (Studi Kasus Simpang Toserba Asia dan Simpang JL. Terusan Pembangunan)*.
- WJS, P. (1993). *Kamus Umum Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.