

**ANALISA KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL
TERHADAP KINERJA SIMPANG DAN RUAS JALAN**

SKRIPSI

Ditujukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

REZA YOGI SYUHADA NST

13 811 0029



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2017**

LEMBARAN PENGESAHAN

ANALISA KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL
TERHADAP KINERJA SIMPANG DAN RUAS JALAN

Oleh:

Reza Yogi Syuhada Nst

13 811 0029

TELAH DISETUJUI OLEH:

Pembimbing I

(Ir. H. Edy Hermanto, MT)

Pembimbing II

(Ir. Nurmaidah, MT)

Dekan Fakultas Teknik



(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, Msc)

Ka. Prodi Teknik Sipil



(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri, adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Agustus 2017



Reza Yogi Syuhada, Nst

13.811.0029

ABSTRAK

Masalah lalu lintas pada kota Medan menjadi gejala yang perlu diperhatikan dan ditangani secara bijak dan tepat melalui berbagai penanganan terutama penanganan jangka pendek dalam bentuk penanganan seketika pada lokasi yang terdapat banyaknya simpang bersinyal dengan jarak yang berdekatan, salah satu bentuk penanganan yang dilakukan adalah dengan cara mengkoordinasikan beberapa persimpangan yang ada dilokasi studi.

Data yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan kondisi eksisting terjenuh yang akan menjadi acuan dalam merencanakan waktu siklus yang baru dengan memperhatikan teori koordinasi simpang. Koordinasi persimpangan mampu menurunkan waktu tundaan rata – rata pada persimpangan 2 dan 3, pada kondisi eksisting persimpangan 2 memiliki tundaan sebesar 42.99 dengan indeks tingkat pelayanan E, dan persimpangan 3 memiliki waktu tundaan sebesar 33.16 dengan indeks tingkat pelayanan D. Setelah di koordinasi waktu tundaan pada persimpangan 2 dan 3 menurun menjadi 23.82 dengan indeks tingkat pelayanan C dan 16.43 dengan indeks tingkat pelayanan C.

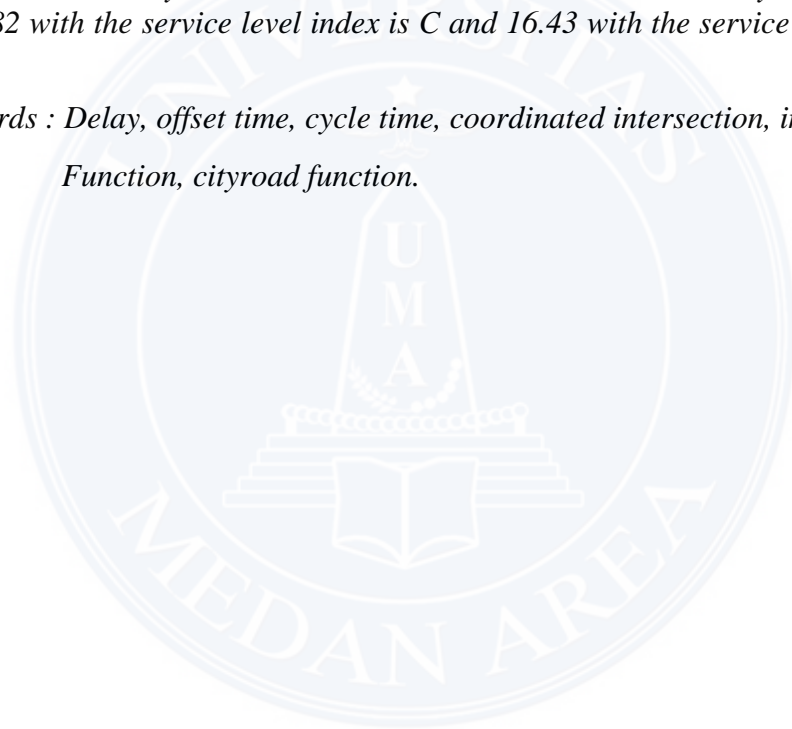
Kata kunci : Tundaan, offset time, waktu siklus, Koordinasi simpang , Kinerja Simpang, kinerja jalan perkotaan.

ABSTRACT

Problem of traffic in the city of Medan to be a symptom that needs to be considered and handled wisely and precisely through various handling, especially short-term handling in the form of instantaneous handling at locations where there are many intersections that have signals adjacent distance. One form of handling is done by coordinating system several intersections that exist in the study location.

The data obtained is used to obtain the existing condition of saturated which will become the reference in planning the new cycle time by paying attention to intersection coordinating theory. The junction coordination can decrease the average delay time at the 2nd intersection and the 3rd intersection. In the existing condition, the 2nd intersection has a delay of 42.99 with the service level index is, the 3rd intersection has a delay of 33.16 with the service level index is D. After coordinated so delay time at the 2nd and 3rd intersections the delay be decrease to be 23.82 with the service level index is C and 16.43 with the service level index is C.

Keywords : Delay, offset time, cycle time, coordinated intersection, intersection Function, cityroad function.



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah ‘Azza wa jalla yang menciptakan seluruh ilmu pengetahuan dunia dan akhirat yang karena atas rahmat dan karunia- Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISA KOORDINASI SIMPANG BERSINYAL TERHADAP KINERJA SIMPANG DAN RUAS JALAN” sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan dan meraih gelar sarjana program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis banyak mendapatkan bimbingan dari berbagai pihak dengan selesainya skripsi ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H.A Ya’kub Matondang, MA, Sebagai Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT., Sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area
4. Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT., Sebagai Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan perhatiannya secara serius, masukan serta ilmu yang bermanfaat guna untuk keberhasilan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Nurmaidah, MT., Sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan motivasi, masukan serta ilmu yang bermanfaat guna untuk keberhasilan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf program studi Teknik Sipil Universitas Medan Area

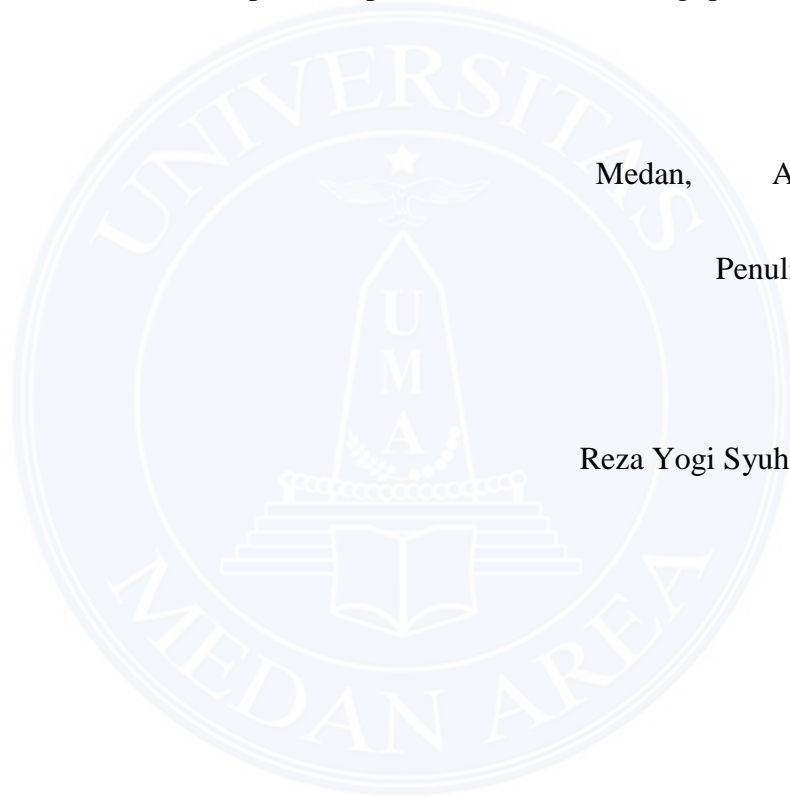
7. Kedua Orang tua penulis, Ayahanda Hamzah Nst, Ibunda Susi Yulia, serta seluruh keluarga besar penulis.
8. Sahabat – sahabat penulis yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan masukan dari pembaca sangat diperlukan guna untuk perbaikan tulisan ini, Mudah– Mudah skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Medan, Agustus 2017

Penulis

Reza Yogi Syuhada Nasution



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II STUDI PUSTAKA	5
2.1 Jalan	5
2.2 Persimpangan	9
2.3 Lampu Lalu Lintas	13
2.4 Simpang Bersinyal	16
2.5 Koordinasi simpang Bersinyal	17
2.5.1 Syarat Koordinasi Sinyal	19

2.5.2	Offset dan Bandwidth	20
2.5.3	Konsep Dasar Koordinasi	21
2.5.4	Keuntungan dan Efek Negatif Koordinasi	23
2.6	Teori MKJI	24
2.6.1	Simpang Bersinyal	24
2.6.2	Jalan Perkotaan	35
2.7	Indikator Tingkat Pelayanan (ITP)	48
BAB	III METODOLOGI	54
3.1	Umum	54
3.2	Metode Pengerjaan	54
3.2.1	Garis Besar Pengerjaan	54
3.2.2	Tahapan Persiapan	55
3.3	Jenis Data	57
3.3.1	Data Primer	57
3.3.2	Data Sekunder	57
3.4	Pengambilan Data Primer	57
3.4.1	Volume Kendaraan	58
3.4.2	Waktu Sinyal	66
3.4.3	Geometrik Simpang	66
3.4.4	Hambatan Samping	66
3.4.5	Survey Kecepatan Sesaat	67
3.4.6	Metode Pengkoordinasian	67
3.5	Bagan Alur Perhitungan Simpang Bersinyal (MKJI 1997).	69
3.6	Bagan Alur Perhitungan Jalan Perkotaan (MKJI 1997).....	70

3.7	Pengambilan Data Sekunder	71
BAB	IV ANALISA DATA	72
4.1	Pengumpulan Data	72
4.1.1	Gambaran Umum Kota Medan	72
4.1.2	Lokasi Studi	76
4.1.3	Geometrik Persimpangan	77
4.2	Pengolahan Data	85
4.2.1	Kinerja Persimpangan Kondisi Eksisting	85
4.2.2	Koordinasi Persimpangan	89
4.2.3	Kinerja Persimpangan Setelah Koordinasi	92
4.3	Kinerja Ruas Jalan	96
4.3.1	Jalan Pemuda	96
4.3.2	Jalan Ahmad Yani	99
BAB	V KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1	Kesimpulan	103
5.2	Saran	105
	DAFTAR PUSTAKA	106

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Waktu antar hijau	25
Tabel 2.2 Nilai ekivalen mobil penumpang	27
Tabel 2.3 Faktor penyesuaian ukuran kota	28
Tabel 2.4 Faktor hambatan samping fase terlindung (FSf)	29
Tabel 2.5 Nilai normal untuk komposisi lalu lintas	36
Tabel 2.6 Emp untuk jalan perkotaan tak terbagi	37
Tabel 2.7 Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah	37
Tabel 2.8 Kelas hambatan samping jalan perkotaan	38
Tabel 2.9 Kecepatan arus bebas dasar (Fvo) untuk jalan perkotaan	39
Tabel 2.10 Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalan lalu lintas (FVw) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan	40
Tabel 2.11 Faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu (FFVsf).	41
Tabel 2.12 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dari Jarak kereb – penghalang pada kecepatan arus bebas Kendaraan ringan	42
Tabel 2.13 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada Kecepatan arus bebas kendaraan ringan jalan perkotaan	43
Tabel 2.14 Kapasitas dasar jalan perkotaan	44
Tabel 2.15 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas	

Untuk jalan perkotaan	45
Tabel 2.16 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FCsp).....	46
Tabel 2.17 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan Samping dan lebar bahu (FCsf) pada jalan perkotaan Dengan bahu	46
Tabel 2.18 Kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dengan jarak Kereb - penghalang jalan perkotaan dengan kereb	47
Tabel 2.19 Faktor penyesuaian ukuran kota untuk jalan perkotaan	47
Tabel 2.20 Indeks tingkat pelayanan berdasarkan nilai rasio volume Kapasitas atau nisbah volume kapasitas (NVK)	49
Tabel 2.21 Indeks tingkat pelayanan (ITP) berdasarkan kecepatan arus Bebas dan tingkat kejenuhan lalu lintas	50
Tabel 2.22 Indikator tingkat pelayanan berdasarkan nilai rasio volume Kapasitas atau nisbah volume kapasitas (NVK)	51
Tabel 2.23 Indikator tingkat pelayanan berdasarkan nilai tundaan pada Persimpangan	53
Tabel 4.1 Kondisi dan panjang jalan (km)	76
Tabel 4.2 Geometrik persimpangan hasil	78
Tabel 4.3 Data arus lalu lintas persimpangan saat jam puncak pagi dan Sore (km/jam)	80
Tabel 4.4 Data arus lalu lintas ruas jalan saat jam puncak pagi dan sore..	81
Tabel 4.5 Nilai ekivalen mobil penumpang (Emp) untuk persimpangan Bersinyal pada masing – masing pendekat terlindung dan Terlawan	81

Tabel 4.6	Ekivalen mobil penumpang ruas jalan perkotaan tak terbagi..	82
Tabel 4.7	Ekivalen mobil penumpang (Emp)jalan terbagi dan satu arah.	82
Tabel 4.8	Data arus lalu lintas persimpangan saat jam puncak pagi dan Sore (Smp/jam)	83
Tabel 4.9	Data arus lalu lintas ruas jalan saat jam puncak pagi dan sore (Smp/jam)	84
Tabel 4.10	Nilai arus jenuh (S) pada persimpangan kondisi eksisting Pagi hari	86
Tabel 4.11	Besaran waktu hijau (g), kapasitas (c), derajat kejenuhan (Ds) pada persimpangan kondisi eksisting	87
Tabel 4.12	Besaran panjang antrian (Ql), jumlah kendaraan terhenti (NSV), tundaan persimpangan (D) dan indeks tingkat Pelayanan pada persimpangan kondisi eksisting	88
Tabel 4.13	Waktu offset hasil koordinasi persimpangan dengan cara Coba – coba	90
Tabel 4.14	Nilai arus lalu lintas	91
Tabel 4.15	Nilai arus jenuh pada persimpangan kondisi terkoordinasi ...	93
Tabel 4.16	Besaran waktu hijau (g), kapasitas (c), dan derajat kejenuhan Pada persimpangan kondisi terkoordinasi	94
Tabel 4.17	Besaran panjang antrian (Ql), jumlah kendaraan terhenti (NSV), tundaan persimpangan (D) dan indeks tingkat Pelayanan pada persimpangan kondisi terkoordinasi	95
Tabel 4.18	Arus lalu lintas ruas jalan Pemuda	97
Tabel 4.19	Frekuensi hambatan samping	97

Tabel 4.20 Kelas hambatan samping	98
Tabel 4.21 Arus lalu lintas ruas jalan pemuda	100
Tabel 4.22 Frekuensi hambatan samping	100
Tabel 4.23 Kelas hambatan samping	101



DAFTAR GAMBAR

2.1 Titik konflik pada simpang empat lengan	11
2.2 Pergerakan lalu lintas pada persimpangan	12
2.3 Lampu lalu lintas	14
2.4 Prinsip koordinasi sinyal dan green wave	18
2.5 Offset dan bandwidth dalam diagram koordinasi	20
3.1 Bagan alur metodologi pengerjaan	56
3.2 Simpang ke- 1 (simpang Brigjend Katamso)	63
3.3 Simpang ke-2 (simpang Pemuda)	64
3.4 Simpang ke- 3 (Simpang A.yani)	65
3.5 Link ruas jalan penelitian	68
3.6 Bagan alur perhitungan persimpangan	69
3.7 Bagan alur perhitungan jalan perkotaan	70
4.1 Peta jaringan jalan kota Medan	77
4.2 Peta jaringan jalan lokasi Penelitian	84
4.3 Peta lokasi studi	91
4.4 Grafik volume lalu lintas (kend/jam)	96
4.5 Diagram offset persimpangan pagi hari setelah koordinasi	99
4.6 Kondisi persimpangan setelah koordinasi	96

4.7 Ruas jalan Pemuda	96
4.8 Ruas jalan A.Yani	99



DAFTAR NOTASI

- ALL RED = WAKTU MERAH SEMUA, Waktu dimana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekat – pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (det).
- AMBER = WAKTU KUNING, Waktu dimana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam sebuah pendekat (det).
- C = KAPASITAS, Arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.
- C_0 = KAPASITAS DASAR, Kapasitas segemen jalan pada kondisi geometri.
- COM = KOMERSIAL, Tata guna lahan komersial (sebagai contoh: toko, restoran, kantor) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- CS = UKURAN KOTA, Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan.
- c = WAKTU SIKLUS, Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sebagai contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekat yang sama).
- D = TUNDAAN, Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang.
- DG = TUNDAAN GEOMETRI, Perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpangan dan/atau yang terhenti oleh lampu merah.

- DS = DERAJAT KEJENUHAN, Rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
- DT = TUNDAAN LALU LINTAS, Waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.
- Emp = Ekvivalen Mobil Penumpang, Faktor dari berbagai tipe kendaraan sehubungan dengan keperluan waktu hijau untuk keluar dari antrian apabila dibandingkan dengan sebuah kendaraan ringan (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya sama, $emp = 1$)
- F = FAKTOR PENYESUAIAN, Faktor koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variable.
- FR = RASIO ARUS, Rasio arus terhadap arus jenuh dari suatu pendekat
- FV = KECEPATAN ARUS BEBAS, (1) kecepatan rata – rata teoritis (km/jam) lalu lintas pada kerapatan = 0, yaitu tidak ada kendaraan yang lewat. (2) Kecepatan(km/jam) kendaraan yang tidak dipengaruhi oleh kendaraan lain (yaitu kecepatan dimana pengendara merasakan perjalanan yang nyaman, dalam kondisi geometric, lingkungan dan pengaturan lalu lintas yang ada, pada segmen jalan dimana tidak ada kendaraan yang lain).
- GR = RASIO HIJAU, Perbandingan antara waktu hijau dan waktu siklus dalam suatu pendekat.
- g = WAKTU HIJAU, Waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (det).

- HV = KENDERAAN BERAT, Kenderaan bermotor dengan jarak as lebih dari 3.50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sitem klasifikasi Bina Marga).
- IFR = RASIO ARUS SIMPANG, jumlah dari rasio arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus.
- IG = ANTAR HIJAU, Periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (det).
- i = FASE, Bagian dari siklus – sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas.
- KEREB = Batas yang ditinggikan berupa bahan kaku antara tepi jalur lalu lintas dan trotoar.
- L = JARAK, Panjang dari segmen jalan (m).
- LT = BELOK KIRI, Indeks untuk lalu – lintas yang belok kiri.
- LTI = WAKTU HILANG, Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (det). Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam fase yang berurutan.
- LTOR = BELOK KIRI LANGSUNG, Indeks untuk lalu lintas belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah.
- LV = KENDERAAN RINGAN, Kenderaan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2.0 – 3.0 m (termasuk mobil penumpang, opelet,

mikrobis, pick up, dan truck kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

MC = SEPEDA MOTOR, Kenderaan bermotor beroda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kenderaan beroda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

MEDIAN = Daerah yang memisahkan arah lalu lintas pada segmen jalan.

NQ = ANTRIAN, Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kend;smp)

NS = ANGKA HENTI, Jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang ulang dalam antrian).

P = RASIO, Rasio sub- populasi terhadap populasi total.

PENDEKAT = Daerah dari suatu persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti.

P_{LT} = RASIO BELOK KIRI, Rasio untuk lalu lintas yang belok kiri.

PR = RASIO FASE, Rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus simpang.

P_{RT} = RASIO BELOK KANAN, Rasio untuk lalu lintas yang belok kanan.

P_{SV} = RASIO KENDERAAN TERHENTI, Rasio dari arus lalu lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal.

Q = ARUS LALU LINTAS, Jumlah unsur lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekat persatuan waktu.

- QL = PANJANG ANTRIAN, Panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (m)
- Q_o = ARUS MELAWAN, Arus lalu lintas dalam pendekat yang berlawanan, yang berangkat dalam fase hijau yang sama.
- Q_{RTO} = ARUS MELAWAN,BELOK KANAN, Arus dari lalu lintas belok kanan dari pendekat yang berlawanan (kend/jam;smp/jam)
- RA = AKSES TERBATAS, Jalan masuk langsung terbatas atau tidak ada sama sekali (sebagai contoh, karena adanya hambatan fisik, jalan samping, dsb)
- RES = PERMUKIMAN, Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- RT = BELOK KANAN, Indeks lalu lintas yang belok kanan.
- S = ARUS JENUH, Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).
- SF = HAMBATAN SAMPING, Interaksi antara arus lalu lintas dan kegiatan di samping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh didalam pendekat.
- Smp = SATUAN MOBIL PENUMPANG, Satuan arus lalu- lintas dari berbagai tipe kendaraan yang diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan faktor emp.
- S_o = ARUS JENUH DASAR, Besarnya keberangkatan antrian didalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).

SP	= PEMISAH ARAH, Distribusi arah lalu lintas pada jalan dua arah.
ST	= LURUS, Indeks untuk lalu lintas yang lurus.
T	= PEMBELOKAN, Indeks untuk lalu lintas yang berbelok.
TROTOAR	= Bagian jalan disediakan untuk pejalan kaki yang biasanya sejajar dengan jalan dan dipisahkan dari jalur jalan oleh kereb.
TT	= WAKTU TEMPUH, Waktu rata -rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua tundaan waktu berhenti (detik) atau jam.
Type O	= ARUS BERANGKAT TERLAWAN, Keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama
Type P	= ARUS BERANGKAT TERLINDUNG, Keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus.
UM	= KENDERAAN TAK BERMOTOR, Kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan.
V	= KECEPATAN TEMPUH, kecepatan rata – rata (km/jam) arus lalu lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan.
W_A	= LEBAR PENDEKAT, Lebar dari bagian pendekat yang dipekeras, diukur di bagian tersempit disebelah hulu (m).
W_C	= LEBAR JALUR LALU LINTAS (m), Lebar jalur gerak tanpa bahu.

- W_{Ce} = LEBAR JALUR EFEKTIF (m), Lebar rata – rata yang tersedia untuk pergerakan lalu lintas setelah pengurangan akibat parkir tepi jalan, atau penghalang sementara lain yang menutup jalur lalu lintas.
- W_e = LEBAR EFEKTIF, Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap W_A , W_{masuk} , W_{keluar} , dan gerakan lalu lintas membelok (m).
- W_k = JARAK PENGHALANG KEREK, Jarak dari kerek ke penghalang di trotoar (misalnya pohon, tiang lampu).
- W_{keluar} = LEBAR KELUAR, Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu lintas buangan setelah melewati persimpangan jalan (m).
- W_{masuk} = LEBAR MASUK, Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).
- W_s = LEBAR BAHU, Lebar bahu disisi jalur lalu lintas yang direncanakan untuk kendaraan berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Medan merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia yang memiliki titik bangkitan dan tarikan perjalanan yang beragam seperti area perkantoran, area sekolah, area perdagangan, area rumah sakit, area pemukiman dan area lainnya, pergerakan ini dilakukan oleh masyarakat baik secara individual maupun berkelompok menuju ke suatu area yang akan dituju (katrina, 2005). Pergerakan ini akan menimbulkan kepadatan pada suatu ruas jalan dan persimpangan tertentu, maka dilakukanlah perencanaan maupun pengaturan lalu lintas yang direncanakan dan diatur sedemikian rupa guna untuk meningkatkan keefektifitasan suatu ruas jalan guna memberikan kenyamanan, kelancaran, maupun keamanan bagi pengguna jalan. Permasalahan yang sering terjadi adalah kendaraan harus selalu berhenti karena mendapat sinyal merah pada tiap simpang pada simpang-simpang yang memiliki jarak yang berdekatan (fitria purnyanti, 2014). Salah satu cara pengaturan lalu lintas adalah dengan cara mengkoordinasikan persimpangan yang memiliki jarak berdekatan antara satu simpang dengan simpang yang lain.

Pengkoordinasian ini dilakukan agar platoon yang keluar dari suatu simpang yang bersinyal hijau tidak akan berhenti di simpang berikutnya di karenakan terkena sinyal merah sehingga platoon dapat terus bergerak tanpa harus mengalami tundaan pada suatu persimpangan yang memiliki jarak yang dekat (Meiman Zega, 2013), namun adakalanya pengkoordinasian ini tidak dapat diterapkan dikarenakan kondisi suatu simpang bias berbeda dengan simpang yang ada didepanya (Azhari,

2009). Pada persimpangan antara simpang Jalan Brigjend Katamso-Jalan Pandu-Jalan Letjend Suprpto-Jalan Pemuda (simpang ke-1) dan Jalan Pemuda-Jalan Palang Merah-Jalan MT. Haryono-jalan Ahmad Yani (simpang ke-2) serta Jalan Ahmad Yani-Jalan Pulau Pinang-Jl. Balai Kota (simpang ke-3) merupakan beberapa simpang yang jarak antara simpang satu dengan simpang lainnya memiliki jarak yang pendek dan merupakan simpang-simpang yang memiliki panjang antrian yang panjang ketika sinyal merah menyala pada suatu pendekatan terutama pada saat jam-jam puncak. Sehingga diperlukan perhatian khusus untuk meningkatkan keefektifitasan dari persimpangan-persimpangan tersebut agar konflik yang terjadi dapat diminimalisir atau mungkin dapat dihilangkan.

Pengkoordinasian pada simpang ini didesain agar gelombang platoon yang keluar dari pendekatan Jl. Brigjend Katamso dapat langsung keluar ke pendekatan simpang pemuda dan sampai ke simpang Ahmad Yani tanpa harus berhenti dan menunggu sinyal merah yang nantinya akan berakibatkan lamanya waktu tundaan dan juga panjangnya antrian. Perlakuan ini dilakukan dengan mengutamakan jalur utama yang bervolume lebih besar sehingga dapat menghindari tundaan akibat lampu (Mohammad Ikhwan, 2014). Koordinasi simpang bersinyal bertujuan untuk mengurangi terjadinya antrian dan tundaan pada beberapa simpang bersinyal yang berdekatan secara berurutan, sehingga dapat memberikan kelancaran lalu-lintas (Abdurrahman 2006).

1.2 Maksud & Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif masukan serta pertimbangan kepada pemerintah kota Medan untuk meningkatkan kinerja simpang bersinyal dengan cara pengkoordinasian simpang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimalisirkan waktu tundaan guna untuk meningkatkan tingkat pelayanan simpang.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang terjadi dipersimpangan dan ruas jalan Ahmad Yani hasil identifikasi permasalahan adalah sebagai berikut;

1. Koordinasi Simpang.
2. Kinerja simpang.

1.4 Batasan Masalah

Sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini serta keterbatasan waktu dan biaya maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Menghitung kinerja persimpangan saat sekarang ini dengan menggunakan metode penghitungan manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI) 1997.
2. Survei lalu lintas dilakukan pada 4 (empat) hari kerja pada jam sibuk pagi, siang dan sore.
3. Nilai hambatan samping yang digunakan adalah nilai terendah.
4. Tidak membahas pengaruh parkir kendaraan disepanjang Jalan Pemuda dan Jalan Balai kota (Ahmad Yani).

1.5 Manfaat Penelitian

Sedangkan manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Terkoordinasinya pengaturan sinyal antar simpang di tempat penelitian.
2. Mengetahui nilai perbandingan kinerja simpang sebelum dan sesudah dikoordinasikan.

3. Sebagai alternatif masukan dan pertimbangan bagi instansi yang terkait yaitu Pemerintah kota Medan dan dinas perhubungan kota Medan untuk melakukan tindakan yang tepat sehingga kinerja koordinasi simpang tersebut menjadi lebih baik.



BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (PP RI NO.32 Tahun 2011 tentang manajemen dan rekayasa, analisis dampak, serta manajemen kebutuhan lalu lintas). Fungsi utama jalan adalah untuk mengalirkan arus pergerakan semua alat transportasi yang memakainya.

Jalan dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis berdasarkan fungsi jalan, berdasarkan administrasi pemerintah dan berdasarkan muatan sumbu. Banyak sekali faktor sebagai penentuan klasifikasi antara lain besarnya volume lalu lintas, kapasitas jalan, keekonomian dari jalan tersebut dan pembiayaan pembangunan dan perawatan jalan.

Dalam UU No. 38/2004, jalan terdiri dari Jalan Umum yakni jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, dan Jalan Khusus yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri dan bukan diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Pengelompokan jalan umum dilakukan menurut Sistem, Fungsi, Status dan Kelas.

a) Pengelompokan Jalan Umum Menurut Sistem

Menurut sistem dikenal adanya sistem jaringan jalan primer yaitu sistem jaringan jalan yang mempunyai peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan, yang dalam pengertian sederhana merupakan jaringan jalan antarperkotaan, dan sistem jaringan jalan sekunder yang merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat dalam kawasan perkotaan atau dalam bahasa sederhananya adalah jaringan jalan dalam kawasan perkotaan.

b) Pengelompokan Jalan Umum Menurut Fungsi

Menurut fungsi jalan dikelompokkan sebagai Jalan Arteri, Jalan Kolektor, Jalan Lokal, dan Jalan Lingkungan dengan pengertian yang tidak berubah dibandingkan dengan yang ada dalam UU No. 13/1980, namun dalam UU No. 38/2004 dimasukkan kelompok jalan lingkungan, yang tidak terdapat dalam UU No. 13/1980, yang merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

c) Pengelompokan Jalan Umum Menurut Status

Dalam UU No. 13/1980 jalan menurut statusnya dibedakan berdasarkan wewenang pembinaannya yakni dibedakan antara Jalan Nasional yaitu jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh Menteri dan Jalan Daerah yakni jalan umum yang pembinaannya dilakukan oleh Pemerintah Daerah.

Dalam UU No. 34/2004 sekalipun pengelompokan jalan menurut statusnya dimaksudkan agar terwujud kepastian hukum penyelenggaraan jalan sesuai dengan kewenangan Pemerintah dan pemerintah daerah, namun pengelompokan jalan menurut status tidak didasarkan pada siapa penyelenggaranya namun lebih ditekankan kepada lingkup layanan jalan tersebut yakni mencakup nasional, provinsi, kabupaten, kota atau desa. Jalan Nasional yang mempunyai lingkup layanan nasional yakni jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional serta jalan tol.

Sedangkan Jalan Provinsi yang mempunyai lingkup layanan provinsi adalah merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi. Kemudian Jalan Kabupaten yang mempunyai lingkup layanan kabupaten adalah merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten. Jalan kota yang mempunyai lingkup layanan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota. Jalan Desa adalah merupakan jalan umum yang

menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

d) Pengelompokan Jalan Umum Menurut Kelas

Berbeda dengan pengertian kelas jalan yang selama ini dikenal dalam peraturan perundang-undangan tentang lalu-lintas dan angkutan jalan (UU No. 14/1992 dan PP No. 43/1993) yang membagi jalan dalam beberapa kelas dengan didasarkan pada kebutuhan transportasi, pemilihan moda dengan mempertimbangkan keunggulan karakteristik masing-masing moda, perkembangan teknologi kendaraan bermotor, muatan sumbu terberat kendaraan bermotor serta konstruksi jalan, yakni kelas jalan I, II, III A, III B, dan III C, maka kelas jalan yang dimaksud dalam UU No. 38/2004 tersebut didasarkan pada spesifikasi penyediaan prasarana jalan yang mencakup sifat lalu lintas yang dilayani, pengendalian jalan masuk, jumlah lajur, median, dan lebar jalur lalu lintas. Pengelompokan jalan sesuai kelas jalan yang berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan tersebut terdiri dari Jalan Bebas Hambatan (Freeway), Jalan Raya (Highway), Jalan Sedang (Road), dan Jalan Kecil (Street).

Berdasarkan fungsinya, jaringan jalan dapat diklasifikasikan berupa:

- a. Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan jarak jauh dengan kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk (persimpangan) sebidang dibatasi secara efisien atau ditiadakan.
- b. Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan jarak sedang dengan kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk (persimpangan sebidang) masih dibatasi.

- c. Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan jarak dekat dengan kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk (persimpangan sebidang) tidak dibatasi.

2.2 Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara di dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, di mana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan.

Menurut Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan bergerak secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan-persimpangan merupakan faktor-faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Karena persimpangan harus dimanfaatkan bersama-sama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya, maka persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas. Pergerakan lalu lintas yang terjadi dan urutan-urutannya dapat ditangani dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangan yang dibutuhkan (Khristy, 2003). Khristy (2003) menambahkan, persimpangan dibuat dengan tujuan untuk mengurangi potensi konflik diantara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan.

2.2.1 Jenis-jenis Persimpangan

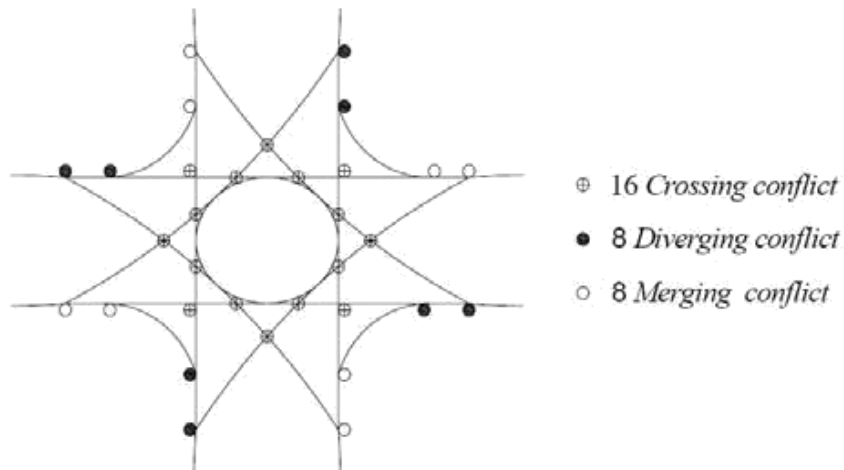
Secara umum terdapat tiga jenis persimpangan, yaitu persimpangan sebidang, pembagian jalur jalan tanpa ramp dan simpang susun atau *interchange* (Khristy, 2003). Sedangkan menurut F.D. Hobbs (1995), terdapat tiga tipe umum pertemuan jalan, yaitu pertemuan jalan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang, dan kombinasi antara keduanya.

Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) adalah persimpangan di mana dua jalan atau lebih bergabung pada satu bidang datar, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya (Khristy, 2003).

2.2.2 Persinggungan di Persimpangan

Lintasan kendaraan pada simpang akan menimbulkan titik konflik yang berdasarkan alih gerak kendaraan terdapat 4 (empat) jenis dasar titik konflik yaitu berpisah (*diverging*), bergabung (*merging*), berpotongan (*crossing*), dan berjalanan (*weaving*).

Jumlah potensial titik konflik pada simpang tergantung dari jumlah arah gerakan, jumlah lengan simpang, jumlah lajur dari setiap lengan simpang dan pengaturan simpang. Pada titik konflik tersebut berpotensi terjadinya kecelakaan dan kemacetan lalu lintas. Pada simpang empat lengan, titik-titik konflik yang terjadi terdiri dari 16 titik *crossing*, 8 titik *diverging* dan 8 titik *merging* seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



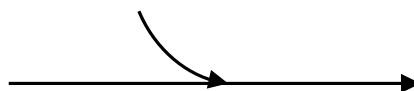
Gambar 2.1 Titik Konflik pada Simpang Empat Lengan
(Sumber: Khisty, 2003)

Tujuan utama pengaturan lalu lintas umumnya adalah untuk menjaga keselamatan arus lalu lintas dengan memberikan petunjuk-petunjuk yang jelas dan terarah, tidak menimbulkan keraguan. Pengaturan lalu lintas disimpang dapat dicapai dengan menggunakan lampu lalu lintas, marka, dan rambu-rambu yang mengatur, mengarahkan dan memperingati serta pulau-pulau lalu lintas. Pengaturan persimpangan dapat dilakukan dengan 3 (tiga) cara yaitu dengan prioritas, Giliran dan dengan lampu lalu lintas. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1997) terdapat empat jenis dasar dari alih gerak kendaraan yang berbahaya seperti berikut:

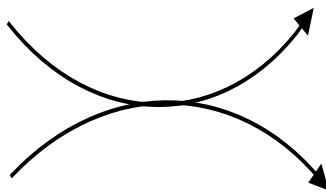
1. Memisah (*diverging*)



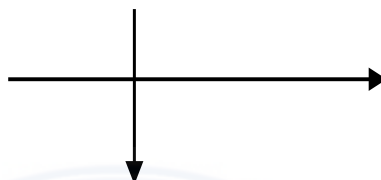
2. Bergabung (*merging*)



3. Bersilang (*weaving*)



4. Berpotongan (*crossing*)



Gambar 2.2 Pergerakan lalu lintas pada persimpangan
(Sumber : Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas & Angkutan Kota,1999)

a) Memisah (*Diverging*)

Memisah (*Diverging*) adalah peristiwa berpecahnya pergerakan kendaraan yang melewati suatu ruas jalan ketika kendaraan tersebut sampai pada titik persimpangan. Konflik ini dapat terjadi pada saat kendaraan melakukan gerakan membelok atau berganti jalur.

b) Bergabung (*Merging*)

Bergabung (*Merging*) adalah peristiwa bergabungnya kendaraan yang bergerak dari beberapa ruas jalan ketika sampai pada titik persimpangan, dan juga pada saat kendaraan melakukan pergerakan membelok dan bergabung

c) Berpotongan (*crossing*)

Berpotongan (*crossing*) adalah peristiwa berpotongan antara arus kendaraan dari satu lajur ke lajur lain pada persimpangan, biasanya keadaan demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan.

d) Menyilang (*weaving*)

Menyilang (*weaving*) adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu-lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain, misalnya pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk kemudian bergerak ke jalur lain untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut, kendaraan ini akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.

2.3 Lampu Lalu Lintas

Satu metode yang paling penting dan efektif untuk mengatur lalu lintas di persimpangan adalah dengan menggunakan lampu lalu lintas. Menurut C. Jotin Khisty (2003), lampu lalu lintas adalah sebuah alat elektrik (dengan sistem pengatur waktu) yang memberikan hak jalan pada satu arus lalu lintas atau lebih sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati persimpangan dengan aman dan efisien.



Gambar 2.3 Lampu Lalu lintas
(sumber : <http://etsworlds.blogspot.co.id>)

Clarkson H. Oglesby (1999) menyebutkan bahwa setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi yang tersebut di bawah ini:

1. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur.
2. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan.
3. Mengurangi frekuensi jenis kecelakaan tertentu.
4. Mengkoordinasikan lalu lintas di bawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu.
5. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki.
6. Mengatur penggunaan jalur lalu lintas.
7. Sebagai pengendali ramp pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan (*entrance freeway*).
8. Memutuskan arus lalu lintas bagi lewatnya kendaraan darurat (*ambulance*) atau pada jembatan gerak.

Di lain pihak, Clarkson H. Oglesby (1999) menyebutkan bahwa terdapat hal-hal yang kurang menguntungkan dari lampu lalu lintas, antara lain adalah:

1. Kehilangan waktu yang berlebihan pada pengemudi atau pejalan kaki.
2. Pelanggaran terhadap indikasi sinyal umumnya sama seperti pada pemasangan khusus.
3. Pengalihan lalu lintas pada rute yang kurang menguntungkan.
4. Meningkatkan frekuensi kecelakaan, terutama tumbukan bagian belakang kendaraan dengan pejalan kaki.

Bila arus sudah semakin tinggi, atau dua jalan dengan tingkatan yang sama bertemu maka digunakan lampu lalu lintas. Isyarat lampu yang digunakan ditetapkan berdasarkan ketentuan internasional *Vienna Convention on Road Signs and Signals* tahun 1968, di mana isyarat lampu merah berarti berhenti, isyarat lampu kuning berarti bersiap untuk berhenti atau jalan, sedang isyarat lampu hijau berarti berjalan.

Urutan lampu menyala seperti ditunjukkan dalam gambar 2.3 adalah:

- 1) Lampu merah menyala, kendaraan berhenti
- 2) Lampu merah dan kuning menyala, kendaraan bersiap untuk berjalan
- 3) Lampu hijau, kendaraan berjalan
- 4) Lampu kuning, kendaraan berhenti kecuali terlalu dekat dengan garis henti.

Beberapa istilah yang digunakan dalam operasional lampu persimpangan bersinyal (Liliani, 2002):

- a. Siklus, urutan lengkap suatu lampu lalu lintas.
- b. Fase (*phase*), adalah bagian dari suatu siklus yang dialokasikan untuk kombinasi pergerakan secara bersamaan.
- c. Waktu Hijau Efektif, adalah periode waktu hijau yang dimanfaatkan pergerakan pada fase yang bersangkutan.
- d. Waktu Antar Hijau, waktu antara lampu hijau untuk satu fase dengan awal lampu hijau untuk fase lainnya.
- e. Rasio Hijau, perbandingan antara waktu hijau efektif dan panjang siklus.
- f. Merah Efektif, waktu selama suatu pergerakan atau sekelompok pergerakan secara efektif tidak diijinkan bergerak, dihitung sebagai panjang siklus dikurangi waktu hijau efektif.

- g. *Lost Time*, waktu hilang dalam suatu fase karena keterlambatan start kendaraan dan berakhirnya tingkat pelepasan kendaraan yang terjadi selama waktu kuning.

2.4 Simpang Bersinyal

Simpang-simpang bersinyal merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau sinyal aktual kendaraan terisolir. Simpang bersinyal biasanya memerlukan metode dan perangkat lunak khusus dalam analisisnya, kapasitas simpang dapat ditingkatkan dengan menerapkan aturan prioritas sehingga simpang dapat digunakan secara bergantian. Pada jam-jam sibuk hambatan yang tinggi dapat terjadi, untuk mengatasi hal itu pengendalian dapat dibantu oleh petugas lalu lintas namun bila volume lalu lintas meningkat sepanjang waktu diperlukan sistem pengendalian untuk seluruh waktu (*full time*) yang dapat bekerja secara otomatis. Pengendalian tersebut dapat digunakan alat pemberi isyarat lalu lintas (*traffic signal*) atau sinyal lalu lintas.

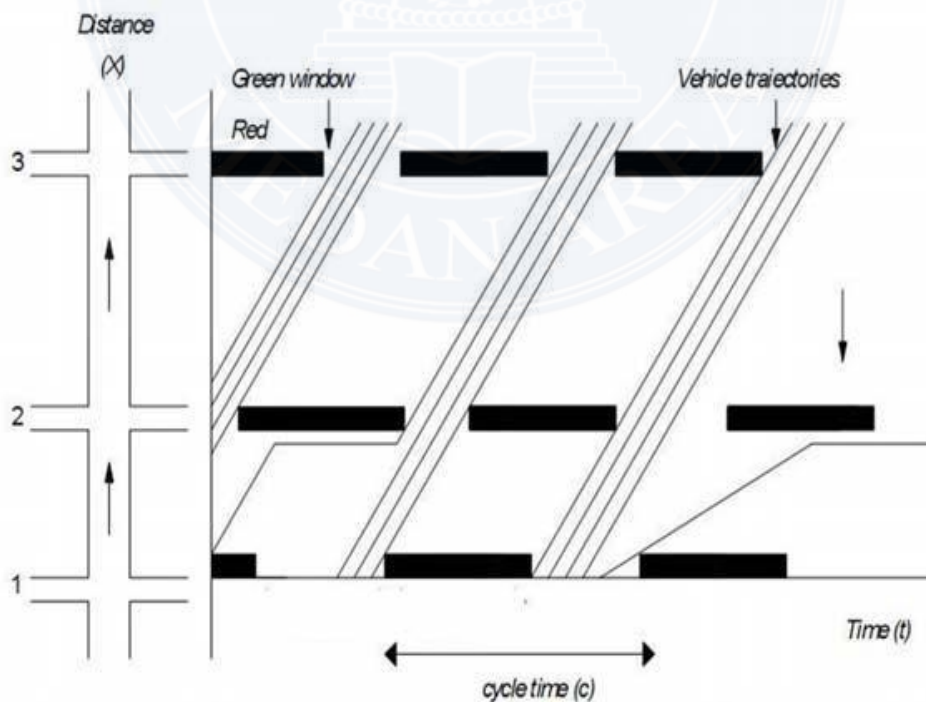
Menurut MKJI (1997), pada umumnya penggunaan sinyal lalu lintas pada persimpangan dipergunakan untuk satu atau lebih alasan berikut ini.

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan

2.5 Koordinasi Simpang Bersinyal

Koordinasi sinyal antar simpang diperlukan untuk mengoptimalkan kapasitas jaringan jalan karena dengan adanya koordinasi sinyal ini diharapkan tundaan (*delay*) yang dialami kendaraan dapat berkurang dan menghindarkan antrian kendaraan yang panjang. Ke kendaraan yang telah bergerak meninggalkan satu simpang diupayakan tidak mendapati sinyal merah pada simpang berikutnya, sehingga dapat terus berjalan dengan kecepatan normal. Sistem sinyal terkoordinasi mempunyai indikasi sebagai salah satu bentuk manajemen transportasi yang dapat memberikan keuntungan berupa efisiensi biaya operasional (Sandra Chitra Amelia, 2008 dikutip dari Arouffy, 2002).

Menurut Taylor dkk, (1996) koordinasi antar simpang bersinyal merupakan salah satu jalan untuk mengurangi tundaan dan antrian. Adapun prinsip koordinasi simpang bersinyal menurut Taylor ditunjukkan dalam Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Prinsip Koordinasi Sinyal dan Green Wave
(Sumber: Taylor dkk, 1997)

Dari Gambar 2.4 diatas, terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengkoordinasikan sinyal, yaitu:

1. Waktu siklus pada sinyal tiap simpang diusahakan sama, hal ini untuk mempermudah menentukan selisih nyala sinyal hijau dari simpang yang satu dengan simpang berikutnya.
2. Sebaiknya pola pengaturan simpang yang dipergunakan adalah *fixed time signal*, karena koordinasi sinyal dilakukan secara terus menerus.

Sistem koordinasi sinyal dibagi menjadi empat macam sebagai berikut ini:

1. Sistem serentak (*simultaneous system*), semua indikasi warna pada suatu koridor jalan menyala pada saat yang sama.
2. Sistem berganti-ganti (*alternate system*), sistem dimana semua indikasi sinyal berganti pada waktu yang sama, tetapi sinyal atau kelompok sinyal pada simpang didekatnya memperlihatkan warna yang berlawanan.
3. Sistem progresif sederhana (*simple progressive system*), berpedoman pada siklus yang umum tetapi dilengkapi dengan indikasi sinyal jalan secara terpisah.
4. Sistem progresif fleksibel (*flexible progressive system*), memiliki mekanisme pengendali induk yang mengatur pengendali pada tiap sinyal. Pengendalian ini tidak hanya memberikan koordinasi yang baik diantara sinyal-sinyal tetapi juga memungkinkan panjang siklus dan pengambilan siklus pada interval di sepanjang hari.

2.5.1 Syarat Koordinasi Sinyal

Pada situasi di mana terdapat beberapa sinyal yang mempunyai jarak yang cukup dekat, diperlukan koordianasi sinyal sehingga kendaraan dapat bergerak secara efisien melalui kumpulan sinyal-sinyal tersebut. Pada umumnya, kendaraan

yang keluar dari suatu sinyal akan tetap mempertahankan grupnya hingga sinyal berikutnya. Jarak di mana kendaraan akan tetap mempertahankan grupnya adalah sekitar 300 meter (McShane dan Roess, 1990).

Untuk mengkoordinasikan beberapa sinyal, diperlukan beberapa syarat yang harus dipenuhi (McShane dan Roess, 1990), yaitu:

1. Jarak antar simpang yang dikoordinasikan tidak lebih dari 800 meter. Jika lebih dari 800 meter maka koordinasi sinyal tidak akan efektif lagi.
2. Semua sinyal harus mempunyai panjang waktu siklus (*cycle time*) yang sama.
3. Umumnya digunakan pada jaringan jalan utama (arteri, kolektor).
4. Terdapat sekelompok kendaraan (*platoon*) sebagai akibat lampu lalu lintas di bagian hulu.

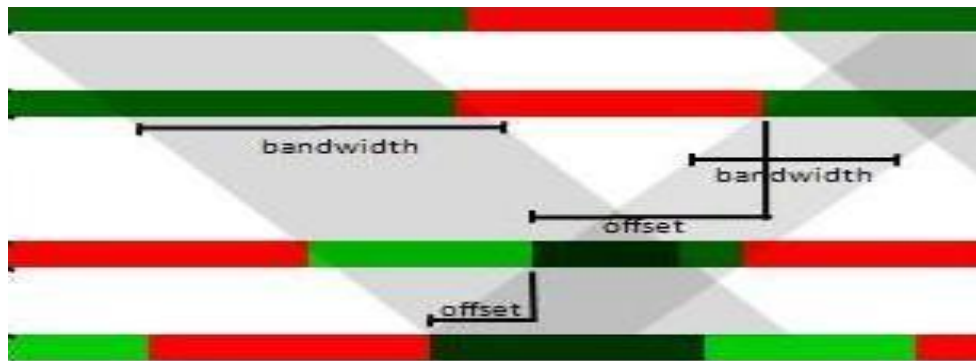
Selain itu, Taylor, dkk (1996) juga mengisyaratkan bahwa fungsi dari sistem koordinasi sinyal adalah mengikuti volume lalu lintas maksimum untuk melewati simpang tanpa berhenti dengan mulai waktu hijau (*green periods*) pada simpang berikutnya mengikuti kedatangan dari kelompok (*platoon*).

2.5.2 Offset dan Bandwidth

Offset merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya (C.S. Papacostas, 2005). Waktu *offset* dapat dihitung melalui diagram koordinasi. Namun, waktu *offset* juga dapat digunakan untuk memulai membentuk lintasan koordinasi.

Sedangkan *bandwidth* adalah perbedaan waktu dalam lintasan paralel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan terakhir (C.S. Papacostas, 2005). Keduanya berada dalam kecepatan yang konstan dan merupakan platoon yang tidak

terganggu sinyal merah sama sekali.



Gambar 2.5 Offset dan Bandwidth dalam Diagram Koordinasi
(Sumber: C.S. Papacostas, 2005)

2.5.3 Konsep dasar koordinasi lampu lalu lintas

Menurut Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat No.AJ401/1/7/1991 Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat, dasar pendekatan dari perencanaan sistem terkoordinasi pengaturan lalu lintas sepanjang suatu jalan arteri adalah bahwa kendaraan-kendaraan yang lewat jalan tersebut akan melaju dalam bentuk iring-iringan dari satu simpang ke simpang berikutnya. Berdasarkan kecepatan gerak iring-iringan tersebut, interval lampu dan lama lampu hijau menyala di satu simpang dan di simpang berikutnya dapat ditentukan, sehingga iring-iringan tersebut dapat melaju terus tanpa hambatan sepanjang jalan yang lampu pengatur lalu lintasnya terkoordinasikan.

1. Koordinasi pada jalan satu arah dan jalan dua arah

Bentuk paling sederhana dari satu koordiansi pengaturan lampu lalu lintas adalah pada suatu jalan satu arah di mana tidak ada lalu lintas yang dapat masuk ke dalam ruas jalan tersebut dia antara dua persimpangan. Lampu lalu lintas bagi penyebarangan pejalan kaki pada ruas jalan tersebut diatur sedemikian rupa sehingga arus lalu lintas kendaraan yang bergerak dengan kecepatan tertentu seolah-olah tidak mengalami hambatan.

Kesulitan muncul seandainya jalan tersebut harus melayani lalu lintas dua arah. Jika pengaturan untuk penyebrang jalan diterapkan berdasarkan parameter pergerakan arus lalu lintas dari satu arah tertentu, maka arus lalu lintas arah berlawanan akan menderita kerugian, kecuali jika lokasi penyeberangan tepat berada di tengah-tengah ruas jalan tersebut.

2. Diagram waktu jarak

Konsep koordinasi pengaturan lampu lalu lintas biasanya dapat digambarkan dalam bentuk Diagram Waktu-jarak (*Time Distance Diagram*) seperti diperlihatkan pada Gambar 2.5. Diagram waktu-jarak adalah visualisasi dua dimensi dari beberapa simpang yang terkoordinasi sebagai fungsi jarak dan pola indikasi lampu lalu lintas di masing-masing simpang yang bersangkutan sebagai fungsi waktu.

3. Metode koordinasi lampu lalu lintas

- 1) Pola pengaturan waktu tetap (*Fixed Time Control*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan hanya satu, tidak berubah-ubah. Pola pengaturan tersebut merupakan pola pengaturan yang paling cocok untuk kondisi jalan atau jaringan jalan yang terkoordinasikan. Pola-pola pengaturan tersebut ditetapkan berdasarkan data-data dan kondisi dari jalan atau jaringan yang bersangkutan.
- 2) Pola pengaturan waktu berubah berdasarkan kondisi lalu lintas. Pola pengaturan waktu yang diterapkan tidak hanya satu tetapi diubah-ubah sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada, biasanya ada tiga pola yang diterapkan yang sudah secara umum ditetapkan berdasarkan kondisi

lalu lintas sibuk pagi (*morning peak condition*), kondisi lalu lintas sibuk sore (*evening peak condition*), dan kondisi lalu lintas di antara kedua periode waktu tersebut (*off peak condition*).

- 3) Pola pengaturan waktu berubah sesuai kondisi lalu lintas (*traffic responsive system*). Pola pengaturan waktu yang diterapkan dapat berubah-ubah setiap waktu sesuai dengan perkiraan kondisi lalu lintas yang ada pada waktu yang bersangkutan. Pola-pola tersebut ditetapkan berdasarkan perkiraan kedatangan kendaraan yang dilakukan beberapa saat sebelum penerapannya. Sudah barang tentu metode ini hanya dapat diterapkan dengan peralatan-peralatan yang lengkap.

2.5.4 Keuntungan dan Efek Negatif Sistem Terkoordinasi

Masih menurut Pedoman Sistem Pengendalian Lalu Lintas Terpusat No.AJ401/1/7/1991 Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam mengkoordinasikan lalu lintas dalam perkotaan, beberapa diantaranya adalah keuntungan dan efek negatif dari penerapan sistem tersebut.

Dalam penerapan sistem pengaturan terkoordinasi, beberapa keuntungannya adalah:

1. Diperolehnya waktu perjalanan total yang lebih singkat bagi kendaraan-kendaraan dengan karakteristik tertentu.
2. Penurunan derajat polusi udara dan suara.
3. Penurunan konsumsi energi bahan bakar.
4. Penurunan angka kecelakaan.

Di samping keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari penerapan sistem pengaturan lalu lintas terkoordinasi ini, perlu pula diperhatikan akibat negatifnya, seperti:

1. Kemungkinan terjadi waktu perjalanan yang lebih panjang bagi lalu lintas kendaraan yang karakteristik operasinya berbeda dengan karakteristik operasi kendaraan yang diatur secara terkoordinasi.
2. Manfaat penerapan sistem ini akan berkurang jika mempertimbangkan jenis lalu lintas lain seperti pejalan kaki, sepeda, dan angkutan umum. Umumnya, keuntungan lebih besar akan diperoleh jika sistem ini diterapkan di suatu jaringan jalan arteri utama dibandingkan dengan jaringan jalan yang memiliki banyak hambatan.
3. Koordinasi lampu lalu lintas pada jalan arteri utama akan efektif jika satu simpang dengan simpang yang lain berjarak kurang lebih 800 meter, jika jarak lebih dari itu, maka keefektifitasannya akan berkurang.

2.6 Teori MKJI

2.6.1 Simpang Bersinyal

2.6.1.1 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu.

1. Fase Sinyal

Pemilihan fase pergerakan tergantung dari banyaknya konflik utama, yaitu konflik yang terjadi pada volume kendaraan yang cukup besar. Menurut MKJI, 1997 Jika fase sinyal tidak diketahui, maka pengaturan dengan dua fase sebaiknya

digunakan sebagai kasus dasar. Pemisahan gerakan-gerakan belok kanan biasanya hanya dilakukan berdasarkan pertimbangan kapasitas kalau gerakan membelok melebihi 200 smp/jam.

2. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Waktu antar hijau adalah periode kuning dan merah semua anantara dua fase yang berurutan, arti dari keduanya sebagai berikut ini:

- 1) Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia menurut MKJI, 1997 adalah 3,0 detik.
- 2) Waktu merah semua pendekat adalah waktu dimana sinyal merah menyala bersamaan dalam semua pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan. Fungsi dari waktu merah semua adalah memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat sebelum kedatangan kendaraan pertama dari fase berikutnya.

Waktu hilang (*lost time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase.

$$LTI = \Sigma (\text{semua merah} + \text{kuning})$$

Ketentuan waktu antar hijau berdasarkan ukuran simpang menurut MKJI (1997) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata-Rata	Nilai Normal Waktu Antar Hijau
Kecil	6-9 m	4 detik/fase
Sedang	10-14 m	5 detik/fase
Besar	>15 m	>6 detik/fase

Sumber: MKJI, 1997

3. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus adalah urutan lengkap dari indikasi sinyal (antara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama). Waktu siklus yang paling rendah akan menyebabkan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang, sedangkan waktu siklus yang lebih besar menyebabkan memanjangnya antrian kendaraan dan bertambahnya tundaan, sehingga akan mengurangi kapasitas keseluruhan simpang.

1) Waktu siklus sebelum penyesuaian

$$Cua = \frac{(1.5 \times LTI + 5)}{(1 - \sum FR)} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan:

Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI = waktu hilang total per siklus

FR = rasio arus simpang

2) Waktu hijau (gi)

Waktu hijau untuk masing-masing fase

$$g_i = (Cua - LTI) \times PR_i \text{ (detik)} \dots\dots\dots(2.2)$$

3) Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$c = \sum g + LTI \text{ (detik)} \dots\dots\dots(2.3)$$

2.6.1.2 Arus Jenuh Lalu lintas

Arus lalu lintas untuk setiap gerakan (belok kiri, lurus, dan belok kanan) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan. Nilai konversi untuk setiap jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang

Jenis 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: MKJI simpang bersinyal, 1997

Rumus yang digunakan dari MKJI (1997) untuk menghitung arus jenuh lalu lintas adalah sebagai berikut:

1. Menentukan arus jenuh dasar (S_o) untuk setiap pendekat, untuk pendekat tipe P (arus terlindung)

$$S_o = 600 \times W_e \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan: W_e = Lebar efektif

2. Menghitung nilai arus jenuh S yang dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar untuk keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kondisi-kondisi yang telah ditetapkan:

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan:

S_o = Arus jenuh dasar

F_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{sf} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor

F_G = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

F_P = Faktor penyesuaian parker

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

Dengan nilai faktor penyesuaian sebagai berikut ini.

1. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)

Faktor penyesuaian ini dibagi menjadi 5 macam menurut jumlah penduduk dan diperoleh dari Tabel 2.3

Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran kota (CS)	Jumlah Penduduk (Juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)
Sangat Kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat Besar	>3,0	1,05

Sumber: MKJI simpang bersinyal, 1997

2. Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF)

Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari Tabel 2.4 sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor.

Tabel 2.4 Faktor Hambatan Samping fase terlindung (FSF)

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	-	Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	-	Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
	-	Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
	-	Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
	-	Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
	-	Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	-	Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : MKJI simpang bersinyal, 1997

3. Faktor penyesuaian parkir (Fp)

Faktor penyesuaian parkir dapat dihitung dari rumus berikut, yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau :

$$F_p = \left[(L_p - 3) - \frac{(W_a - 2) \times \left(\frac{L_p}{3} - g \right)}{W_a} \right] \dots \dots \dots (2.6)$$

4. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan sebagai fungsi dari rasio

kendaraan belok kanan, dihitung dengan rumus:

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \dots\dots\dots(2.7)$$

5. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Faktor penyesuain belok kiri dapat dihitung dengan menggunakan rumus (hanya berlaku untuk pendekat tipe terlindung (P) tanpa LTOR):

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \dots\dots\dots(2.8)$$

2.6.1.3 Kapasitas

Kapasitas pada persimpangan didasarkan pada konsep dan angka arus aliran jenuh (*Saturation Flow*). Angka *Saturation Flow* didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekat pertemuan jalan menurut kontrol lalu lintas yang berlaku dan kondisi jalan *Satuation Flow* dinyatakan dalam unit kendaraan per jam pada waktu lampu hijau, di mana hitungan kapasitas masing-masing pendekat adalah :

$$C = S \times cg \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan:

C = Kapasitas

S = Arus Jenuh

g = Waktu hijau

c = Waktu arus

derajat kejenuhan masing-masing diperoleh dari:

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan:

DS = derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/jam)

C= kapasitas

2.6.1.4 Panjang Antrian

Panjang Antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan antrian dalam jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan, smp).

Untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) :

1. Untuk $DS > 0.5$ maka :

$$NQ1 = 0,25 \times C \times (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{-b \pm \sqrt{8x(DS-0.5)}}{C}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan :

NQ1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (smp)

2. Untuk $DS \leq 0.5$ maka $NQ1 = 0$

Untuk menghitung antrian smp yang datang selama fase merah (NQ2) :

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dengan:

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)

GR = rasio hijau

c = waktu siklus

Qmasuk = arus lalu lintas pada tempat masuk luar LTOR
(smp/jam)

a. Penyesuaian arus:

$$Q_{peny} = \sum(Q_{masuk} - Q_{keluar} \text{ (smp/jam)}) \dots \dots \dots (2.13)$$

b. jumlah kendaraan antrian:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \text{ (smp)} \dots \dots \dots (2.14)$$

c. Panjang antrian:

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \text{ (m)} \dots \dots \dots (2.15)$$

d. Kendaraan terhenti:

Angka henti (NS) masing-masing pendekat:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q_{xc}} \times 360 \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots (2.16)$$

e. Jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing-masing pendekat :

$$N_{sv} = Q \times N_s \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots (2.17)$$

f. Angka henti seluruh simpang :

$$N_s \text{ total} = \sum \frac{NSV}{O_{total}} \dots \dots \dots (2.18)$$

2.6.1.5 Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang.

1. Menghitung tundaan lalu lintas

Tundaan lalu lintas rata-rata untuk setiap pendekat akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang berdasarkan MKJI, 1997 sebagai berikut:

$$DT_j = (cxA) \frac{NQ1 \times 3600}{c} (\text{det/smp}) \dots \dots \dots (2.19)$$

Dengan:

DT = tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j

C = waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0.5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} \dots \dots \dots (2.20)$$

A = konstanta

2. Menentukan tundaan geometri rata-rata (DG)

Tundaan geometri untuk masing-masing pendekat akibat pengaruh perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang atau ketika dihentikan oleh lampu merah.

$$DG_j (1-P_{sv}) \times (P_{sv} \times 4) (\text{det/smp}) \dots \dots \dots (2.21)$$

Dengan:

DG_j = tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j

P_{sv} = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

3. Menghitung tundaan geometri gerakan belok kiri langsung (LTOR).

Tundaan lalu lintas dengan belok kiri langsung (LTOR) diasumsikan tundaan geometri rata-rata = 6 detik

4. Menghitung tundaan rata-rata (det/jam)

Tundaan rata-rata dihitung dengan menjumlahkan tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (DG_j)

5. Menghitung tundaan total

Tundaan Total dalam detik dengan mengalihkan tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas.

6. Menghitung tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D1)

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D1) dihitung dengan membagi jumlah nilai tundaan pada kolom 16 dengan jumlah arus total (Q_{tot}) dalam smp/jam.

$$D1 = \sum \frac{(QxD)}{Q_{tot}}(det/smp).....(2.22)$$

2.6.2. Jalan Perkotaan

2.6.2.1 Data Masukan

1. Data Umum

Sebelum memulai perhitungan pada ruas jalan perkotaan hal yang harus dilakukan adalah mensurvei data data umum dari jalan yang akan diamati diantara lain adalah:

a. Penentuan Segmen

Segmen jalan didefinisikan sebagai panjang jalan yang mempunyai karakteristik yang hamper sama. Titik dimana karakteristik jalan berubah secara berarti menjadi batas segmen, setiap segmen dianalisa secara terpisah.

b. Data Identifikasi Segmen

Data-data yang terdiri dari: tanggal, nama kota, provinsi, ukuran kota, nama jalan, segmen antara, kode segmen, tipe daerah, panjang segmen, tipe jalan, periode waktu Analisa.

2. Kondisi Geometrik

a. Rencana Situasi

Buat sketsa segmen jalan yang diamati dengan mencakup informasi seperti: arah utara, patok kilometer, sketsa alinyemen, arah panah yang menunjukkan jalan ke barat atau timur, Nama tempat yang dilalui, bangunan utama, dan marka jalan

3. Kondisi Lalu lintas

1. Arus dan Komposisi Lalu – Lintas

a. Arus dalam kendaraan/jam

1. Masukkan data LHRT, faktor K ($K= 0,09$), pemisahan arah SP
2. Hitung arus jam rencana:

$$Q_{DH} = K \times LHRT \times SP/100 \dots\dots\dots (2.23)$$

3. Komposisi lalu lintas, untuk nilai normal komposisi lalu-lintas dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Nilai normal untuk komposisi lalu-lintas

Ukuran Kota	LV %	HV %	MC %
< 0,1 Juta Penduduk	45	10	45
0,1-0,5 Juta Penduduk	45	10	45
0,5-1,0 Juta Penduduk	53	9	38
1,0-3,0 Juta Penduduk	60	8	32
>3,0 Juta Penduduk	59	7	24

Sumber: MKJI 1997

b. Ekivalensi Mobil Penumpang (emp)

Tabel 2.6 emp Untuk jalan Perkotaan tak terbagi

Tipe jalan :		Arus lalu – lintas		emp	
Jalan Tak terbagi		Total dua arah		MC	
		(Kend/jam)		HV	Lebar Jalur lalu-lintas W_c
					≤ 6 > 6
Dua-lajur	tak	0		1,3	0,5 0,40
terbagi (2/2 UD)		≥ 1800		1,2	0,35 0,25
Empat- lajur	tak	0		1,3	0,40
terbagi (4/2 UD)		≥ 3700		1,2	0,25

Sumber: MKJI 1997

Tabel 2.7 emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah

Tipe Jalan: Jalan		Arus lalu–lintas		emp	
satu arah dan		per lajur		HV	MC
jalan terbagi		(kend/jam)			
Dua lajur- satu arah		0		1,3	0,40
(2/1) dan					
Empat lajur terbagi		≥ 1050		1,2	0,25
(4/2 D)					
Tiga lajur satu arah		0		1,3	0,40
dan enam lajur terbagi					
		≥ 1100		1,2	0,25

Sumber: MKJI 1997

c. Faktor satuan penumpang

Untuk menentukan faktor satuan penumpang dapat menggunakan rumus 2.24 atau dapat dilihat pada tabel 2.8 di bawah ini.

$$F_{\text{smp}} = Q_{\text{smp}} / Q_{\text{kend}} \dots\dots\dots (2.24)$$

Tabel 2.8 Kelas Hambatan samping untuk jalan perkotaan

Kelas Hambatan samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot kejadian per 200 m per jam (dua sisi)		Kondisi khusus
Sangat rendah	VL	<100		Daerah pemukiman;jalan dengan jalan samping
Rendah	L	100 - 299		Daerah pemukiman; beberapa kendaraan umum dsb
Sedang	M	300 – 499		Daerah industri, beberapa
Tinggi	H	500 – 899		took di sisi jalan
Sangat Tinggi	VH	> 900		Daerah komersial aktivitas sisi jalan tinggi Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan

Sumber: MKJI 1997

2.6.2.2 Analisa Kecepatan Arus Bebas

1. Kecepatan Arus Bebas Dasar

Tentukan kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan dengan menggunakan tabel 2.9 di bawah ini.

Tabel 2.9 Kecepatan arus bebas dasar (FVo) untuk jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kecepatan arus bebas dasar (FVo) (Km/jam)			
	Kendaraan ringan	Kendaraan berat	Sepeda Motor	Semua kendaraan
	LV	HV	MC	(rata-rata)
Enam lajur terbagi (6/2D) atau Tiga lajur satu arah (3/1)	61	52	48	57
Empat lajur terbagi (4/2 D) atau Dua lajur satu arah (2/1)	57	50	47	55
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	53	46	43	51
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

Sumber: MKJI 1997

2. Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Lebar Jalur Lalu-Lintas (FV_w)

Tentukan penyesuaian lebar jalur lalu lintas dari tabel 2.10 di bawah berdasarkan lebar lajur lalu lintas efektif (W_e).

Tabel 2.10 Penyesuaian untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas (FV_w) pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, jalan perkotaan

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W_e) (m)		FV_w (km/ jam)
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	Per lajur		
		3,00	-4
		3,25	-2
		3,50	0
		3,75	2
	4,00	4	
Empat lajur tak terbagi	Per lajur		
		3,00	4
		3,25	-2
		3,50	0
		3,75	2
	4,00	4	
Dua lajur tak terbagi	Total		
		5	-9,5
		6	-3
		7	0
		8	3
		9	4
		10	6
	11	7	

Sumber: MKJI 1997

3. Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Hambatan Samping

(FFV_{SF})

a. Jalan dengan bahu

Tabel 2.11 Faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu (FFV_{SF})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata – rata W_s (m)			
	Samping (SFC)	$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat lajur terbagi (4/2D)	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
Empat lajur terbagi (4/2 UD)	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,93	0,96	0,99	1,02
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,99
	Sangat Tinggi	0,80	0,86	0,90	0,96
Dua lajur terbagi 2/2 UD atau jalan satu arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber MKJI 1997

b. Jalan dengan kereb

Tabel 2.12 Faktor penyesuaian untuk pengaruh hambatan samping dan jarak Kereb–penghalang pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan

Tipe Jalan	Kelas hambatan samping (SFC)	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb-penghalang			
		Jarak : kereb-penghalang W_k (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
Empat lajur terbagi 4/2 D	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,90	0,93	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
Empat lajur tak terbagi 4/2 UD	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,96	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,94
	Sangat Tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
Dua lajur tak terbagi 2/2 UD atau Jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber: MKJI 1997

4. Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Untuk Ukuran Kota (FFV_{CS})

Nilai faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk ukuran kota dapat dilihat pada tabel 2.13

Tabel 2.13 Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas Kenderaan ringan jalan perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
< 0,1	0,90
0,1 - 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1,00
>3,0	1,03

Sumber: MKJI 1997

5. Penentuan Kecepatan Arus Bebas

a. Kecepatan arus bebas kendaraan ringan

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dengan:

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)

FV₀ = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam)

FV_w = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas (km/jam)

FFV_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FFV_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

2.6.2.3 Analisa Kapasitas

Untuk jalan tak terbagi, analisa dilakukan pada kedua arah lalu lintas, untuk jalan terbagi analisa dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \dots\dots\dots (2.26)$$

- Dengan:
- C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
 - FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
 - FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan jalan
 - FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
 - FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

1. Kapasitas Dasar

Nilai kapasitas dasar jalan perkotaan dapat dilihat pada tabel 2.14 di bawah ini:

Tabel 2.14 Kapasitas dasar jalan perkotaan

Tipe jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	catatan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total du arah

Sumbe: MKJI 1997

2. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Nilai penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas untuk jalan perkotaan dapat dilihat pada tabel 2.15 di bawah ini:

Tabel 2.15 Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas untuk jalan Perkotaan (FC_w)

Lebar jalur lalu lintas		
Tipe jalan	efektif (W_c) (m)	FC_w
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Per lajur 3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat lajur tak terbagi	Per lajur 3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah 5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Sumber: MKJI 1997

3. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FC_{SP})

Tabel 2.16 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Pemisah Arah (FC_{SP})

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber: MKJI 1997

4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Hambatan Samping (FC_{SF})

a. Jalan dengan bahu

Tabel 2.17 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan bahu

Tipe Jalan	Kelas Hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping			
		FC_{SF}			
		Lebar bahu efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
atau jalan	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
satu arah	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: MKJI 1997

b. Jalan dengan kereb

Tabel 2.18 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan jarak kereb – penghalang jalan perkotaan dengan kereb

Tipe Jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan jarak kereb – penghalang FC_{SF}			
		Jarak kereb – penghalang W_K			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau jalan satu arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : MKJI 1997

5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Ukuran Kota (FC_{CS})

Tabel 2.19 Faktor penyesuaian ukuran kota pada jalan perkotaan

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber : MKJI 1997

2.7 Indikator Tingkat Pelayanan (ITP)

Indikator Tingkat Pelayanan (ITP) pada suatu ruas jalan menunjukkan kondisi secara keseluruhan ruas jalan tersebut. Tingkat pelayanan ditentukan berdasarkan nilai kuantatif, seperti: kecepatan perjalanan, dan faktor lain yang ditentukan berdasarkan nilai kualitatif, seperti: kebebasan pengemudi dalam memilih kecepatan, derajat hambatan lalu lintas, serta kenyamanan, (Tamin,ofyar Z,2000).Secara umum indeks tingkat pelayanan (ITP) dapat di bedakan sebagai berikut:

a. Indeks Tingkat pelayanan A

Kondisi arus lalu lintasnya bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya, besarnya kecepatan sepenuhnya ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang telah di tentukan.

b. Indeks Tingkat pelayanan B

Kondisi arus lalu lintas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kendaraan lainnya dan mulai dirasakan hambatan oleh kendaraan di sekitarnya.

c. Indeks Tingkat pelayanan C

Kondisi arus lalu lintas masih dalam batas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi dan hambatan dari kendaraan lain semakin besar.

d. Indeks Tingkat pelayanan D

Kondisi arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan operasi menurun relative cepat pada akibat hambatan yang timbul, dan kebebasan bergerak relatif kecil.

e. Indeks Tingkat pelayanan E

Volume lalu lintas sudah mendekati kapasitas ruas jalan, kecepatan kira-kira lebih rendah dari 40 km/jam. Pergerakan lalu lintas kadang terhambat.

f. Indeks Tingkat pelayanan F

Pada tingkat pelayanan ini arus lalu lintas berada dalam keadaan dipaksakan, kecepatan relatif rendah, arus lalu lintas sering terhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang.

Nilai indeks tingkat pelayanan (ITP) berdasarkan kecepatan perjalanan dan kecepatan arus bebas pada ruas jalan dapat dilihat pada tabel 2.20 dan tabel 2.21 berikut ini:

Tabel 2.20 Indeks tingkat pelayanan (ITP) berdasarkan kecepatan rata-rata

Kelas arteri	I	II	III
Kecepatan (km/jam)	72 - 56	56 -48	56 -40
ITP	Kecepatan perjalanan rata – rata (km/jam)		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 31
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 28	≥ 23	≥ 15
E	≥ 21	≥ 16	≥ 11
F	< 21	< 15	< 11

Sumber: Tamin dan Nahdalina 1998

Tabel 2.21 Indeks tingkat pelayanan (ITP) berdasarkan kecepatan arus bebas dan tingkat kejenuhan lalu lintas

Tingkat Pelayanan	% dari kecepatan bebas	Tingkat kejenuhan lalu lintas
A	≥ 90	$\geq 0,35$
B	≥ 70	$\geq 0,54$
C	≥ 50	$\geq 0,77$
D	≥ 40	$\geq 0,93$
E	≥ 33	$\geq 1,0$
F	< 33	< 1

Sumber: Tamin dan Nahdalina 1998

Dengan menggunakan hubungan dasar volume, kapasitas dan kecepatan perjalanan yang telah ditetapkan Highway capacity manual 1965, dapat ditentukan Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) berdasarkan grafik hubungan rasio volume kapasitas atau derajat kejenuhan (DS) dengan kecepatan (Edward K.Marlok, 1991).

Klasifikasi indeks tingkat pelayanan ruas jalan berdasarkan nilai rasio volume kapasitas atau nisbah volume kapasitas (NVK) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.22 Indikator tingkat pelayanan berdasarkan nilai rasio volume kapasitas atau nisbah volume kapasitas (NVK)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Interval VC ratio
A (Free flow/ arus bebas)	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih hambatan sesuai dengan batas kecepatan yang ditentukan	0,00 – 0,19
B (Stable flow/ arus stabil)	Arus stabil kecepatan operasional mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20 – 0,44
C (Stable flow/ arus stabil)	Arus masih dalam batas stabil tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	0,45 – 0,74

Lanjutan tabel 2.22

<p>D (<i>Approching unstable flow/ arus hampir tidak stabil</i>)</p>	<p>Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan namun menurun relative cepat akibat hambatan yang timbul. Pengemudi dibatasi memilih kecepatan dan kebebasan bergerak relative kecil</p>	<p>0,75 – 0,84</p>
<p>E (<i>Unstable flow/ arus tidak stabil</i>)</p>	<p>Arus tidak stabil karena volume lalu lintas mendekati/berada pada kapasitas dimana kecepatan lebih rendah dari 40 km/jam dan pergerakan kendaraan terkadang berhenti</p>	<p>0,85 – 0,99</p>
<p>F (<i>Forced flow/ arus dipaksakan</i>)</p>	<p>Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas. Arus lalu lintas sering terhenti hingga terjadi antrian panjang dan hambatan yang besar</p>	<p>≈ 1,00</p>

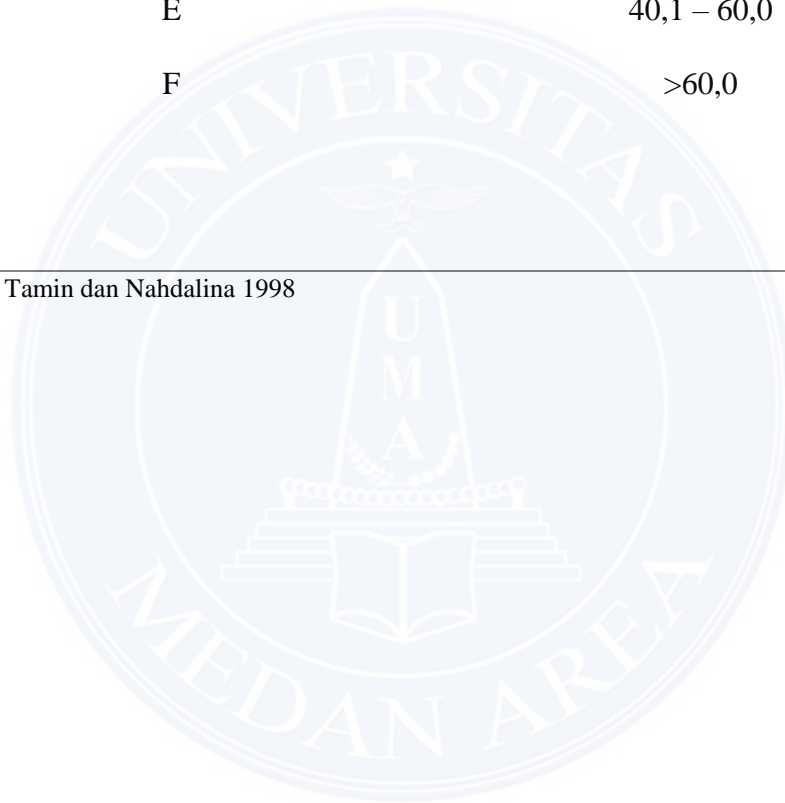
Sumber: Simposium ke-7 FSTPT, Universitas Parahyangan Bandung, 11 September 2004

Untuk menentukan nilai indeks tingkat pelayanan (ITP) pada persimpangan diukur berdasarkan nilai tundaan, Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu persimpangan (Tamin ofyar Z, 2000). Nilai indeks tingkat pelayanan (ITP) pada persimpangan berdasarkan nilai tundaan dapat dilihat pada tabel 2.23 berikut ini:

Tabel 2.23 Indikator tingkat pelayanan berdasarkan nilai tundaan pada persimpangan

Indeks Tingkat Pelayanan (ITP)	Tundaan perkenderaan (detik)
A	$\leq 5,0$
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,00
E	40,1 – 60,0
F	$>60,0$

Sumber: Tamin dan Nahdalina 1998



DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Khristy, C.J. dan Lall, B. K.2006. *Dasar – dasar Rekayasa Transportasi Jilid 2*, Erlangga. Jakarta
- Lubis, Marwan. 2007. *Studi Manajemen Lalu Lintas Meningkatkan Kinerja Jaringan Jalan Pada Daerah Lingkar Dalam Kota Medan*. Tesis, Jurusan Manajemen Prasarana Publik, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Miro, Fidel. 2005. *Perencanaan Transportasi*, Erlangga. Jakarta.
- Miro, Fidel. 2011. *Pengantar Sistem Transportasi*, Erlangga. Jakarta.
- Morlok, Erdward K. 1995. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga. Jakarta.
- Munawar, A, 2004, *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*, Beta offset, Yogyakarta.
- Oglesby, C.H. dan Hicks, R.G.1999. *Teknik Jalan Raya Jilid I*, Erlangga. Jakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2011 tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisis Dampak, Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas.
- Putranto, L. Suryo. 2016. *Rekayasa Lalu Lintas Edisi 3*, Indeks. Jakarta.
- Sukirman,Silvia. 1999. *Perkerasan Jalan Raya*, Nova. Bandung.
- Tamin, Z ofyar.2008. *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi Jilid I*, ITB. Bandung.
- Tamin, Z ofyar. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, ITB. Bandung.
- Undang – Undang Pemerintah Indonesia Nomor 38 tahun 2004 tentang jalan.
- Wells,G.R. 1993. *Rekayasa Lalu Lintas*, Bharata. Jakarta.

DATA ARUS LALU LINTAS HARI SENIN, 17 APRIL 2017

Hari/tgl	Waktu puncak	pendekat	Arah	Volume lalu lintas				Total MV Kend/jam
				LV Kend/jam	HV Kend/jam	MC Kend/jam	UM Kend/jam	
SENIN	Simpang 1 / pagi	S	ST	1392	0	2521	2	3915
			LTOR	601	0	970	0	1571
		T	ST	1555	2	2771	0	4328
			LTOR	712	0	839	3	1551
		B	RT	1119	0	1345	0	2464
			LTOR	932	0	999	7	1931
	T	RT	1879	11	2898	9	4788	
	Simpang 1 / sore	S	ST	1400	0	2210	3	3610
			LTOR	611	0	721	0	1332
		T	ST	1510	0	2710	0	4220
			LTOR	692	0	833	5	1525
		B	RT	1231	0	1398	0	2629
			LTOR	820	0	929	8	1749
	T	RT	1821	10	2211	15	4042	
	Simpang 2 / pagi	S	ST	1999	10	2302	10	4311
			LTOR	953	0	1339	0	2292
			RTOR	1676	1	2275	4	3952
		B	ST	1700	0	1932	3	3632
			LT	521	0	599	0	1120
		S	ST	2034	0	2212	0	4246
	simpang 2 / sore	S	LTOR	955	0	1299	8	2254
			RTOR	1565	0	2222	5	3787
			ST	1700	0	1888	0	3588
		B	LT	500	0	546	5	1046
Simpang 3 / pagi	S	ST	2500	10	2680	7	5180	
		LT	65	0	212	4	277	
	T	ST	989	0	1323	5	2312	
		RTOR	1879	0	2767	12	4646	
Simpang 3 /sore	S	ST	2327	10	2794	8	5131	
		LT	34	0	165	7	199	
	T	ST	811	0	989	5	1800	
		RTOR	2019	0	2167	9	4186	

Sumber : Hasil Survey, 17 APRIL 2017

DATA ARUS LALU LINTAS HARI SELASA, 18 APRIL 2017

Hari/tgl	Waktu puncak	pendekat	Arah	Volume lalu lintas				Total MV Kend/jam
				LV Kend/jam	HV Kend/jam	MC Kend/jam	UM Kend/jam	
SELASA	Simpang 1 /pagi	S	ST	1409	3	2599	5	4011
			LTOR	571	0	1002	3	1573
		T	ST	1619	0	2792	2	4411
			LTOR	915	0	1013	0	1928
		B	RT	1063	4	1298	2	2365
	LTOR		1148	0	1080	4	2228	
	Simpang 1 / sore	S	ST	1389	0	2437	8	3826
			LTOR	512	0	1012	4	1524
		T	ST	1590	0	2810	3	4400
			LTOR	817	0	991	0	1808
		B	RT	1212	2	1118	0	2332
	LTOR		1155	0	1033	0	2188	
	Simpang 2 / pagi	S	ST	2190	10	2878	5	5078
			LTOR	1234	0	1459	3	2693
			RTOR	1721	0	2311	4	4032
		B	ST	1799	0	1908	4	3707
			LT	542	0	676	2	1218
	simpang 2 / sore	S	ST	2094	10	2798	5	4892
			LTOR	1111	0	1129	2	2240
			RTOR	1989	2	2110	0	4099
		B	ST	1805	0	1898	0	3703
			LT	550	0	600	4	1150
	Simpang 3 /pagi	S	ST	2610	10	2921	7	5541
			LT	70	0	335	5	405
T		ST	1091	0	1589	0	2680	
		RTOR	1995	0	2543	4	4538	
Simpang tiga /sore	S	ST	2627	10	2704	11	5341	
		LTOR	85	0	285	3	370	
	T	ST	932	0	1021	0	1953	
		RTOR	1992	0	2223	3	4215	

Sumber : Hasil Survey, 18 APRIL 2017

DATA ARUS LALU LINTAS HARI RABU, 19 APRIL 2017

Hari/tgl	Waktu puncak	pendekat	Arah	Volume lalu lintas				Total MV Kend/jam	
				LV Kend/jam	HV Kend/jam	MC Kend/jam	UM Kend/jam		
RABU	Simpang 1 / pagi	S	ST	1299	0	2435	8	3734	
			LTOR	589	0	898	0	1487	
	T	S	ST	1600	0	2567	8	4167	
			LTOR	878	0	987	0	1865	
	B	RT	RT	1567	0	1456	0	3023	
			LTOR	1098	0	1000	4	2098	
	T	RT	RT	1898	10	2768	9	4666	
			LTOR	1098	0	1000	4	2098	
	Simpang 1 / sore	S	ST	ST	1278	0	2323	7	3601
				LTOR	610	0	876	2	1486
	T	ST	ST	ST	1621	0	2329	0	3950
				LTOR	767	0	832	2	1599
	B	RT	RT	RT	1560	0	1500	3	3060
				LTOR	1110	0	821	4	1931
	T	RT	RT	RT	2000	10	2970	5	4970
				LTOR	1110	0	821	4	1931
	Simpang 2 / pagi	S	ST	ST	1882	10	2590	4	4482
				LTOR	978	0	1230	2	2208
	B	ST	ST	ST	1879	0	1777	3	3656
				LT	456	0	476	0	932
simpang 2 / sore	S	ST	ST	2700	10	2789	2	5499	
			LTOR	1002	0	1165	1	2167	
B	ST	ST	ST	1898	0	1801	3	3699	
			LT	401	0	349	0	750	
Simpang 3 / pagi	S	ST	ST	2890	10	2999	3	5899	
			LT	50	0	121	4	171	
T	ST	ST	ST	832	0	907	8	1739	
			RTOR	2010	2	2654	2	4666	
Simpang tiga /sore	S	ST	ST	2318	10	2500	3	5028	
			LT	20	0	112	1	132	
T	ST	ST	ST	712	0	892	3	1604	
			RTOR	1820	0	2611	9	4131	

Sumber : Hasil Survey, 19 APRIL 2017

DATA ARUS LALU LINTAS HARI KAMIS, 20 APRIL 2017

Hari/tgl	Waktu puncak	pendekat	Arah	Volume lalu lintas				Total MV Kend/jam
				LV Kend/jam	HV Kend/jam	MC Kend/jam	UM Kend/jam	
KAMIS	Simpang 1 / pagi	S	ST	1511	0	2401	4	3912
			LTOR	432	0	893	2	1325
		T	ST	1709	0	2751	2	4460
			LTOR	811	0	966	3	1777
		B	RT	1167	0	1200	4	2367
			LTOR	999	0	978	2	1977
	T	RT	1854	9	2976	6	4830	
	Simpang 1 / sore	S	ST	1500	0	2450	4	3950
			LTOR	450	0	821	0	1271
		T	ST	1587	0	2692	4	4279
			LTOR	834	0	973	0	1807
		B	RT	1134	0	1112	9	2246
			LTOR	854	0	962	4	1816
	T	RT	1945	10	2888	3	4833	
	Simpang 2 / pagi	S	ST	2012	10	2278	7	4740
			LTOR	960	0	1321	1	2281
			RTOR	1889	0	2017	12	3906
		B	ST	1754	0	1703	6	3457
			LT	577	0	511	0	1088
		T	RT	1998	10	2610	7	4608
simpang 2 / sore	S	LTOR	878	0	1310	8	2188	
		RTOR	1880	0	2000	0	3880	
		ST	1700	0	1891	2	3591	
	B	LT	510	0	901	1	1411	
		T	RT	2510	9	2921	3	5440
	Simpang 3 / pagi	S	LT	100	0	110	2	210
ST			1000	0	1201	0	2201	
T		RTOR	2042	2	2171	4	4213	
		S	ST	2310	10	2791	5	5111
Simpang 3 /sore	S	LT	49	0	89	6	138	
		ST	882	0	993	3	1875	
	T	RTOR	1954	0	2178	7	4132	

Sumber : Hasil Survey, 20 APRIL 2017

RUAS JALAN PEMUDA

Hambatan Samping/jam

Tipe kejadian hambatan samping	simbol	Faktor bobot	Frekuensi Kejadian	Frekuensi berbobot
Pejalan kaki	PED	0.5	110/jam, 200 m	55
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1.0	202/jam, 200 m	202
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0.7	239/jam, 200 m	168
Kendaraan Lambat	SMV	0.4	219/jam, 200 m	88
	Total			513

Sumber: Hasil Survey, 20 APRIL 2017

SURVEY KECEPATAN SESAAT

LV	WAKTU (DET)
1	18.90
2	18.75
3	18.80
4	18.80
5	18.85
Rata-rata = 18.80	

Sumber: Hasil Survey, 20 APRIL 2017

RUAS JALAN AHMAD YANI

Hambatan Samping/jam

Tipe kejadian hambatan samping	simbol	Faktor bobot	Frekuensi Kejadian	Frekuensi berbobot
Pejalan kaki	PED	0.5	150/jam, 200 m	75
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1.0	232/jam, 200 m	232
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0.7	200/jam, 200 m	140
Kendaraan Lambat	SMV	0.4	211/jam, 200 m	85
	Total			532

Sumber: Hasil Survey, 20 APRIL 2017

SURVEY KECEPATAN SESAAT

LV	WAKTU (DET)
1	19.03
2	19.06
3	19.09
4	19.07
5	19.06
Rata-rata = 19.06	

Sumber: Hasil Survey, 20 APRIL 2017

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal :		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada						
FORMULIR SIG-I :		Kota : Medan								
- GEOMETRI		Simpang : Brigjend Katamso - Letjend Suprapt - Pemuda - Pandu								
- PENGATURAN LALULINTAS		Ukuran Kota/jumlah penduduk (isi dalam jutaan) :								
- LINGKUNGAN		Perihal : sebelum Koordinasi								
		Periode :								
FASE SINYAL YANG ADA (Gambar sket Fase)										
g = 49		g = 66		g = 35						
IG= 5		IG= 5		IG= 5						
				Waktu siklus : c 165						
				Waktu hilang total : LTI = Σ IG = 15						
SKETSA SIMPANG										
KONDISI LAPANGAN										
Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah)	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat W _A	Masuk W _{ENTRY}	Belok kiri lgs W _{LTOR}	Keluar W _{EXIT}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	R	T	0	-	-	-	-	-	-
S	COM	R	Y	0	Y	75	10.60	8.60	2.00	12.00
T	COM	R	Y	0	Y		9.15	7.15	2.00	9.80
B	COM	R	Y	0	Y		9.30	7.30	2.00	10.40
T	COM	R	Y	0	T		9.60	9.60	-	8.50
Ket :										
diisi manual										
lihat keterangan kolom										

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal :										Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada						
Formulir SIG-II :		Kota : Medan																
ARUS LALULINTAS		Simpang : Brigjend Katamso - Letjend Suprptp - Pemuda - Pandu										Periode :						
		Perihal : sebelum Koordinasi																
Kode Pendekat	Arah	Arus LaluLintas Kendaraan Bermotor (MV)													Kend.tak bermotor			
		Kendaraan Ringan(LV)			Kendaraan Berat(HV)			Sepeda Motor(MC)			Kendaraan Bermotor Total MV				Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio P _{UM} = UM/ MV
		emp terlindung = 1,0 emp terlaw an = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlaw an = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlaw an = 0,4							Kiri	Kanan	kend/ jam	
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		P _{LT}	P _{RT}			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
U	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0		
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0.0000	
S	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	571	571	571	0	0	0	1002	200	401	1573	771	972	0.285		3		
	ST	1409	1409	1409	3	4	4	2599	520	1040	4011	1933	2453			5		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0		
	Total	1980	1980	1980	3	4	4	3601	720	1440	5584	2704	3424			8	0.0014	
T	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	915	915	915	0	0	0	1013	203	405	1928	1118	1320	0.339		0		
	ST	1619	1619	1619	0	0	0	2792	558	1117	4411	2177	2736			2		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0		
	Total	2534	2534	2534	0	0	0	3805	761	1522	6339	3295	4056			2	0.0003	
B	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	1148	1148	1148	0	0	0	1080	216	432	2228	1364	1580	0.51		4		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	1063	1063	1063	4	5	5	1298	260	519	2365	1328	1587		0.49	2		
	Total	2211	2211	2211	4	5	5	0	0	951	4593	2692	3167			6	0.0013	
T	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	2034	2034	2034	10	13	13	3471	694	1388	5515	2741	3435		1.0	4		
	Total	2034	2034	2034	10	13	13	3471	694	1388	5515	2741	3435			4	0.0007	

SIMPANG BERSINYAL

Formulir SIG - III :
 -WAKTU ANTAR HIJAU
 -WAKTU HILANG

Tanggal :
 Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada
 Kota : Medan
 Simpang : Brigjend Katamso - Letjend Suprptp - Pemuda - Pand
 Perihal : sebelum Koordinasi

LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (dtk)
Pendekat	Kecepatan V_{EV} (m/dtk)	Pendekat	U	S	T	B	
		Kecepatan V_{AV} (m/dtk)	10	10	10	0	
U	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
T	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
B		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
T		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
0		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
	Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase	Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)					
		Fase 1 --> Fase 2					2
		Fase 2 --> Fase 3					2
		Fase 3 --> Fase 1					2
		Jumlah fase					3
		kuning/fase					3
	Waktu hilang total (LTI)= Merah semua total+waktu kuning (dtk / siklus)						15

Dari gambar 5.1.

*) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$, dimana $l_{EV} = 2$ m

Waktu untuk datang = L_{AV} / V_{AV}

Tabel Formulir SIG - IV

SIMPANG BERSINYAL			Tanggal :		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada																		
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL KAPASITAS			Kota : Medan		Perihal : sebelum Koordinasi																		
			Simpang : Brigjend Katamso - Letjel		Periode :																		
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)			Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase														
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam Hijau								Arus lalu lintas smp/j	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS=	
			P _{LTOR}	P _{LT}	P _{RT}	Q _{RT}	Q _{RT0}		W _E	Nilai dasar smp/j hijau So	Faktor Penyesuaian												Nilai disesuaikan smp/jam hijau S
											Semua tipe pendekat			Hanya tipe P									
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
U	0	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0.00	1.00	0.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000	
S	1	P	0.285	0.000	0.000	0	0	8.60	6665	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	6332	1933	0.305	0.44	49	1880	1.0278	
T	2	P	0.339	0.000	0.000	0	0	7.15	5541	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	5264	2177	0.414	0.60	66	2106	1.0341	
B	3	P	0.507	0.000	0.493	1328	0	7.30	5658	1.00	0.950	1.00	1.00	1.13	1.00	6073	1328	0.219	0.32	35	1288	1.0307	
T	2/3	P	0	0.000	10	2741	0	9.60	7440	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	7068	2741	0.388	0.56	101	4326	0.6336	
Waktu hilang total LTI (det)			15			Waktu siklus pra penyesuaian c _{ua} (det)			89.6			IFR =			0.693			Total g =			150		
						Waktu siklus disesuaikan c (det)			165			ΣFR _{CRIT}											

Formulir SIG - V

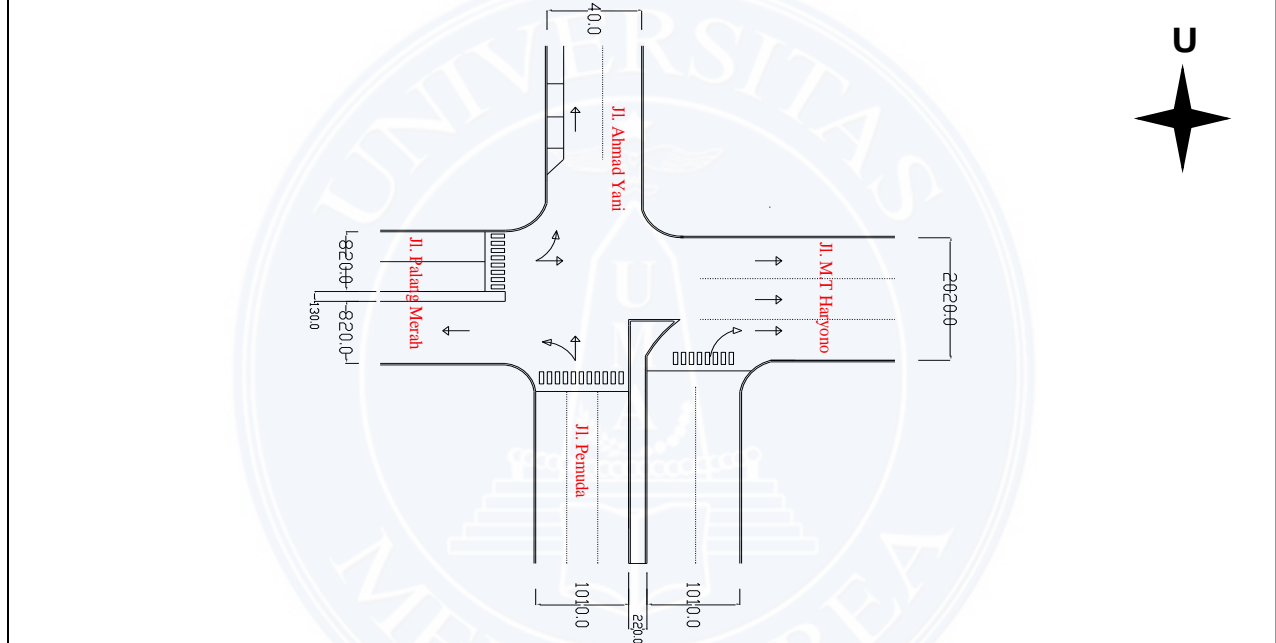
SIMPANG BERSINYAL					Tanggal :						Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst				
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN					Kota : medan						Kondisi Eksiting				
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					simpang : Brigjend katamso - letjend suprpto - pemuda - pandu						Periode :				
TUNDAAN					Waktu siklus : 165										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejejuhan DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m) QL	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam N_{sv}	Tundaan			
					NQ₁	NQ₂	Total NQ= NQ₁+NQ₂	NQ_{MAX} liat gb e22				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
S	1933	1880	1.03	0.30	27.2	89.6	116.9	133.8	311	1.188	2295	118.1	4.4	122.6	236901
T	2177	2106	1.03	0.40	36.9	102.1	139.0	158.8	444	1.254	2729	129.1	5.0	134.2	292109
B	1328	1288	1.03	0.21	20.8	61.4	82.2	94.5	259	1.215	1614	124.2	4.9	129.0	171344
T	2741	4326	0.63	0.61	0.3	79.6	91.9	105.5	220	0.658	1586	66.2	2.3	68.5	
LTOR(semua)	1889														
Arus total. Q tot.	10068									Total :	6639			Total :	700354
Arus kor. Q kor.										Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	0.66			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	69.56

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal :	Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst
FORMULIR SIG-1:	Kota : Medan	
- GEOMETRI	Simpang : Pemuda - Palang Merah - Ahmad Yani - MT Haryono	
- PENGATURAN LALULINTAS	Ukuran Kota/jumlah penduduk (isi dalam jutaan) :	
- LINGKUNGAN	Perihal : Sebelum Koordinasi	
	Periode :	

FASE SINYAL YANG ADA (Gambar sket fase)

g = 95	g = 60	g =	g =	Waktu siklus : c
				165
IG= 5	IG= 5	IG=	IG=	Waktu hilang total :
				LTI = Σ IG = 10

SKETSA SIMPANG



KONDISI LAPANGAN

Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah)	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat W_A	Masuk W_{ENTRY}	Belok kiri lgs. W_{LTOR}	Keluar W_{EXIT}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	R	T	0	T	-	0.00	0.00	0.00	0.00
S	COM	R	Y	0	Y	70	10.10	8.10	2.00	11.40
T	COM	R	T	0	Y		0.00	0.00	0.00	0.00
B	COM	R	Y	0	Y	80	8.90	8.20	0.00	12.12
S	COM	R	Y	0	T		10.10	10.10	0.00	9.80

Ket :

diisi manual

lihat keterangan kolom

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS		Tanggal :										ngani oleh : Reza Yogi Syuhada					
		Kota : Medan										Periode :					
		Simpang : Pemuda - Palang Merah - Ahmad Yani - MT Haryono															
		SEBELUM KOORDINASI															
Kode Pendekat	Arah	Arus Lalulintas Kendaraan Bermotor (MV)														Kend.tak bermoto	
		Kendaraan Ringan(LV)			Kendaraan Berat(H)			Sepeda Motor(MC)			Kendaraan Bermotor			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio P _{UM} = UM / MV
		emp terlindung = 1,0 emp terlaw an = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlaw an = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlaw an = 0,4			Total MV						
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		Kiri P _{LT}	Kanan P _{RT}	kend/ jam	
Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
U	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0	
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0000
S	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	LTOR	1234	1234	1234	0	0	0	1459	292	584	2693	1526	1818	0.354		3	
	ST	2190	2190	2190	10	13	13	2878	576	1151	5078	2779	3354			5	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0	
	Total	3424	3424	3424	10	13	13	4337	867	1735	7771	4304	5172			8	0.0010
T	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0	
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0.0000
B	LT (tanpa LTOR)	542	542	542	0	0	0	676	135	270	1218	677	812	0.237		2	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		0	
	ST	1799	1799	1799	0	0	0	1908	382	763	3707	2181	2562			4	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.00	0	
	Total	2341	2341	2341	0	0	0	0	0	1034	4925	2858	3375			6	0.0012
S	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
	RT	1721	1721	1721	0	0	0	2311	462	924	4032	2183	2645		1.0	4	
	Total	1721	1721	1721	0	0	0	2311	694	924	4032	2183	2645			4	0.0010

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal :						
Formulir SIG - III :		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst						
-WAKTU ANTAR HIJAU		Kota : Medan						
-WAKTU HILANG		Simpang : Pemuda - Palang Merah - Ahmad Yani - MT Haryono						
		Perihal : Sebelum Koordinasi						
LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (dtk)	
Pendekatan	Kecepatan V_{EV} (m/dtk)	Pendekat	U	S	T	B		
		Kecepatan	10	10	10	0		
U	10	Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (dtk)*						
S	10	Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (dtk)*						
T	10	Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (dtk)*						
B		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (dtk)*						
T		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (dtk)*						
#REF!		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (dtk)*						
	Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase	Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)						
		Fase 1 --> Fase 2					2	
		Fase 2 --> Fase 1					2	
		Jumlah fas	2	kuning/fase	3			6
		Waktu hilang total (LTI)= Merah semua total+waktu kuning						10

Dari gambar 5.1.

*) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$, dimana $l_{EV} = 2$ m

Waktu untuk datang = L_{AV} / V_{AV}

Tabel Formulir SIG - IV

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal :		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst											
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL										Kota : Medan		Perihal : Sebelum Koordinasi											
KAPASITAS										Simpang : Pemuda - Palang		Periode :											
Distribusi arus lalu lintas(smp/jam)				Fase 1			Fase 2			Fase 3			Fase										
Kode Pen-dekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pen-dekat (P/O)	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/Lebar			Arus jenuh smp/jam Hijau								Arus lalu lintas smp/jam	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS=	
			P _{LTOR}	P _{LT}	P _{RT}	Q _{RT}	Q _{RTD}	W _E	Nilai dasar smp/j hijau So	Faktor Penyesuaian				Nilai disesuaikan smp/j hijau S	Q	Q/S							FR _{CRIT}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
U	0	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0.00	1.00	0.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000	
S	1	P	0.354	0.000	0.000	0	0	8.10	6278	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	5964	2779	0.466	0.61	100	3139	0.8853	
T	2	P	0.000	0.000	0.000	0	0	0.00	0	1.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000	
B	3	P	0.000	0.237	0.000	0	0	8.90	6898	1.00	0.950	1.00	1.00	1.13	1.00	7404	2181	0.294	0.39	80	3118	0.6994	
S	0	P	0	0.000	1.0	2741	0	0.00	0	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	0	2741	0.000	0.00	0	0	0.0000	
Waktu hilang total LTI (det)			10	Waktu siklus pra penyesuaian c _{ua} (det)								83.5				IFR = 0.760		Total g =		180			
				Waktu siklus disesuaikan c (det)								190				ΣFR _{CRIT}							

Formulir SIG - V

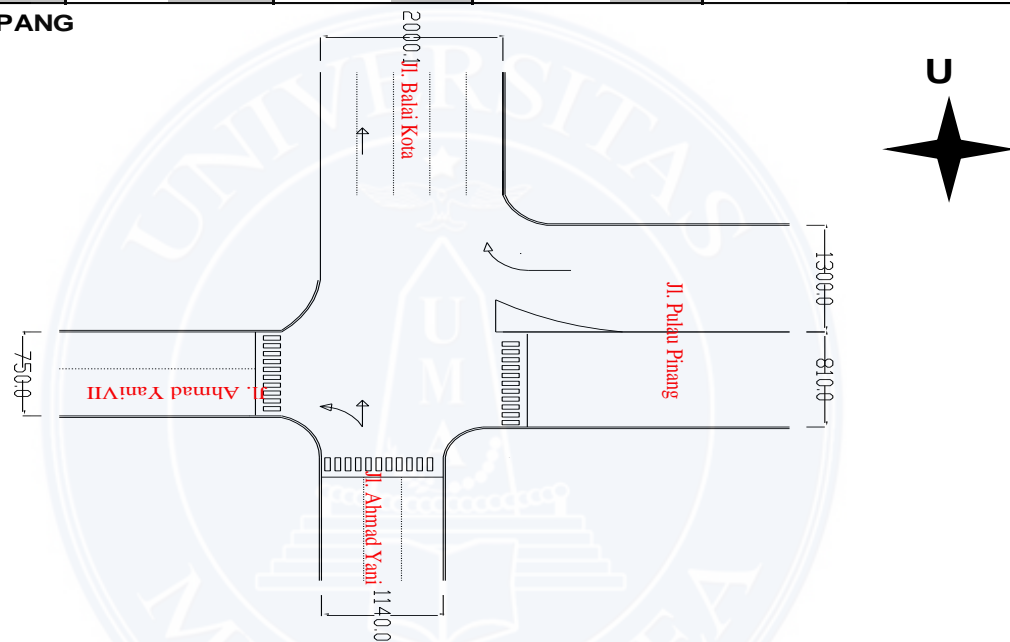
SIMPANG BERSINYAL					Tanggal :				Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst						
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN					Kota : medan				Kondisi Eksiting						
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang : Pemuda - Palang Merah - Ahmad Y				Periode :						
TUNDAAN					Waktu siklus : 165										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejenuhan DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m) QL	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam N_{sv}	Tundaan			
					NQ₁	NQ₂	Total NQ= NQ₁+NQ₂	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
S	2779	3139	0.89	0.53	0.8	130.1	130.8	149.6	369	0.803	2231	38.9	3.6	42.5	118042
T	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
B	2181	3118	0.70	0.42	0.4	94.4	94.8	108.8	265	0.742	1617	67.0	3.3	70.3	153284
S		0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	
LTOR(sem	1352														
Arus total. Q	6311									Total :	3848			Total :	271326
Arus kor. Q kor.										raan terhenti rata-rata stop/smp :	0.61			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	42.99

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal :	Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst
FORMULIR SIG-I:	Kota : Medan	
- GEOMETRI	Simpang : A.yani - pulau pinang - A.yani VII - balai kota	
- PENGATURAN LALULINTAS	Ukuran Kota/jumlah penduduk (isi dalam jutaan) :	
- LINGKUNGAN	Perihal : Sebelum Koordinasi	
	Periode :	

FASE SINYAL YANG ADA (Gambar sket Fase)

g = 79	g = 61	g =	g =	Waktu siklus : c
				150
IG= 5	IG= 5	IG=	IG=	Waktu hilang total :
				LTI = Σ IG = 10

SKETSA SIMPANG



KONDISI LAPANGAN

Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping tinggi/Rendah	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok ki langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat W _A	Masuk W _{ENTRY}	Belok kiri lgs. W _{LTOR}	Keluar W _{EXIT}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	R	T	0	T	0	0.00	0.00	0.00	0.00
S	COM	R	Y	0	T	70	11.40	8.90	2.00	12.12
T	COM	R	T	0	T	0	8.10	8.10	0.00	7.50
B	COM	R	Y	0	T	0	0.00	0.00	0.00	0.00
T	COM	R	Y	0	T	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Ket :

diisi manual

lihat keterangan kolom

SIMPANG BERSINYAL+BB3:S24		Tanggal :												Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst				
Formulir SIG-II :		Kota : Medan																
ARUS LALULINTAS		Simpang : A.yani - pulau pinang - A.yani VII - balai kota												Periode :				
		Sebelum Koordinasi																
Kode Pendekat	Arah	Arus LaluLintas Kendaraan Bermotor (MV)														Kend.tak bermotor		
		Kendaraan Ringan(LV)			Kendaraan Berat(HV)			Sepeda Motor(MC)			Kendaraan Bermotor				Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio P _{UM} = UM/ MV
		emp terlindung = 1,0 emp terlaw an = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlaw an = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlaw an = 0,4			Total MV				Kiri P _{LT}	Kanan P _{RT}		
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam			smp/jam	
Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
U	LT (tanpa LTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0		
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0.0000
S	LT (tanpa LTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	70	70	70	0	0	0	335	67	134	405	137	204	0.041		5		
	ST	2610	2610	2610	10	13	13	2921	584	1168	5541	3207	3791			7		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0		
	Total	2680	2680	2680	10	13	13	3256	651	1302	5946	3344	3995			12	0.0020	
T	LT (tanpa LT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	1091	1091	1091	0	0	0	1589	318	636	2680	1409	1727			0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0		
	Total	1091	1091	1091	0	0	0	1589	318	636	2680	1409	1727			0	0.0000	
B	LT (tanpa LT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.00	0		
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0.0000	
T	LT (tanpa LT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	1995	1995	1995	0	0	0	2543	509	1017	4538	2504	3012		1.0	4		
	Total	1995	1995	1995	0	0	0	2543	509	1017	4538	2504	3012			4	0.0009	

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - III : -WAKTU ANTAR HIJAU -WAKTU HILANG		Tanggal :					
		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst					
		Kota : Medan					
		Simpang: A.yani - pulau pinang - A.yaniVII - balai kota Sebelum Koordinasi					
LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (dtk)
Pendekatan	Kecepatan V_{EV} (m/dtk)	Pendekat	U	S	T	B	
		Kecepatan	10	10	10	0	
U	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
T	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
B		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
T		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
#REF!		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase	Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)						
	Fase 1 --> Fase 2					2	
	Fase 2 --> Fase 1					2	
	Jumlah fas 2		kuning/fase	3	6		
	Waktu hilang total (LTI)= Merah semua total+waktu kuning						10

Dari gambar 5.1.

*) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$, dimana $l_{EV} = 2$ m

Waktu untuk datang = L_{AV} / V_{AV}

Tabel Formulir SIG - IV

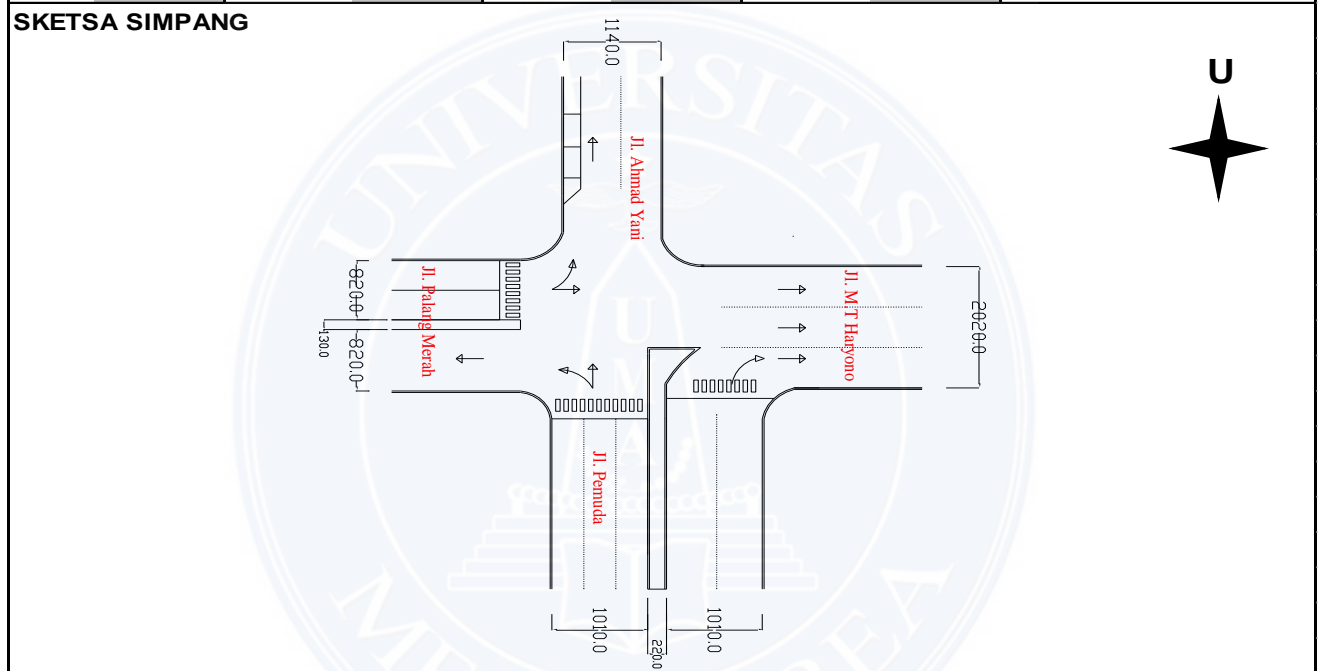
SIMPANG BERSINYAL			Tanggal :		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst																		
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL			Kota : Medan		Sebelum Koordinasi																		
KAPASITAS			Simpang : A.yani - pulau pinang		Periode :																		
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)			Fase 1		Fase 2		Fase 3		Fase														
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam			Lebar efektif (m)			Arus jenuh smp/jam Hijau						Arus lalu lintas smp/jam	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS =
			P _{LTOR}	P _{LT}	P _{RT}	Q _{RT}	Q _{RTC}	W _E	So	Faktor Penyesuaian			Nilai disesuaikan	Q	Q/S	IFR	g						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	Semua tipe pendekat			Hanya tipe P			(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
U	0	P	0.000	0.000	0.000	0	0	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000
S	1	P	0.041	0.000	0.000	0	0	8.90	6898	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6553	3207	0.489	0.67	70	3163	1.0139
T	2	P	0.000	0.000	0.000	0	0	8.10	6278	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5964	1409	0.236	0.33	65	2673	0.5270
B	3	P	0.000	0.000	0.000	0	0	0.00	0	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000
S	0	P	0	0.000	1.0	2504	0	0.00	0	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0	2741	0.000	0.00	0	0	0.0000
Waktu hilang total LTI (det)			10	Waktu siklus pra penyesuaian c _{ua} (det)						72.9	IFR = 0.726						Total g = 135						
				Waktu siklus disesuaikan c (det)						145	ΣFR _{CRIT}												

Formulir SIG - V

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal :				Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst						
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN					Kota : medan				Sebelum koordinasi						
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang : A.yani - pulau pinang - A.yani VII - balai ko				Periode :						
TUNDAAN					Waktu siklus : 100										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejenuh DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m) QL	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah kendaraan Terhenti smp/jam N_{sv}	Tundaan			
					NQ₁	NQ₂	Total NQ= NQ₁+NQ₂	NQ_{MAX} <small>lihat gb e2</small>				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
S	3207	3163	1.01	0.48	23.0	130.9	153.8	175.6	395	1.072	3437	69.6	4.3	73.9	237007
T	1409	2673	0.53	0.45	0.1	41.0	41.0	47.9	118	0.651	917	20.4	2.6	23.0	32369
B	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
S	2183	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	
LTOR(semua)	1325														
Arus total. Q tot.	8124									Total :	4354			Total :	269376
Arus kor. Q kor.	-									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	0.54		Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :		33.16

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal :	Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst
FORMULIR SIG-I :	Kota : Medan	
- GEOMETRI	Simpang : Pemuda - Palang Merah - Ahmad Yani - MT Haryono	
- PENGATURAN LALULINTAS	Ukuran Kota/jumlah penduduk (isi dalam jutaan) :	
- LINGKUNGAN	Perihal : Setelah Koordinasi	
	Periode :	

FASE SINYAL YANG ADA (Gambar sket fase)				
g = 95	g = 60	g =	g =	Waktu siklus : c 165
				Waktu hilang total : LTI = Σ IG = 10
IG= 5	IG= 5	IG=	IG=	



KONDISI LAPANGAN											
Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Sampung (Tinggi/Rendah)	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat (m)				
							Pendekat W_A	Masuk W_{ENTRY}	Belok kiri lgs. W_{LTOR}	Keluar W_{EXIT}	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
U	COM	R	T	0	T	-	0.00	0.00	0.00	0.00	
S	COM	R	Y	0	Y	70	10.10	8.10	2.00	11.40	
T	COM	R	T	0	Y		0.00	0.00	0.00	0.00	
B	COM	R	Y	0	Y	80	8.90	8.20	0.00	12.12	
S	COM	R	Y	0	T		10.10	10.10	0.00	9.80	

Ket :
 diisi manual
 lihat keterangan kolom

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS		Tanggal :										ngani oleh : Reza Yogi Syuhada						
		Kota : Medan										Periode :						
		Simpang : Pemuda - Palang Merah - Ahmad Yani - MT Haryono																
		SETELAH KOORDINASI																
Kode Pendekat	Arah	Arus LaluLintas Kendaraan Bermotor (MV)														Kend.tak bermoto		
		Kendaraan Ringan(LV)			Kendaraan Berat(H)			Sepeda Motor(MC)			Kendaraan Bermotor			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio P _{UM} = UM/ MV	
		emp terlindung = 1,0 emp terlaw an = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlaw an = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlaw an = 0,4			Total MV			Kiri P _{LT}	Kanan P _{RT}			
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam				(15)	(16)	kend/ jam
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(17)				
U	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0	
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0	
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0.0000
S	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	1234	1234	1234	0	0	0	1459	292	584	2693	1526	1818	0.354		3		
	ST	2190	2190	2190	10	13	13	2878	576	1151	5078	2779	3354			5		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0		
	Total	3424	3424	3424	10	13	13	4337	867	1735	7771	4304	5172			8	0.0010	
T	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.000	0		
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0.0000	
B	LT (tanpa LTOR)	542	542	542	0	0	0	676	135	270	1218	677	812	0.237		2		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		0		
	ST	1799	1799	1799	0	0	0	1908	382	763	3707	2181	2562			4		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0.00	0		
	Total	2341	2341	2341	0	0	0	0	0	1034	4925	2858	3375			6	0.0012	
S	LT (tanpa LTOR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	1721	1721	1721	0	0	0	2311	462	924	4032	2183	2645		1.0	4		
	Total	1721	1721	1721	0	0	0	2311	694	924	4032	2183	2645			4	0.0010	

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG - III : -WAKTU ANTAR HIJAU -WAKTU HILANG		Tanggal :					
		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst					
		Kota : Medan					
		Simpang : Pemuda - Palang Merah - Ahmad Yani - MT Haryono					
		Perihal : Setelah Koordinasi					
LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (dtk)
Pendekatan	Kecepatan V_{EV} (m/dtk)	Pendekat	U	S	T	B	
		Kecepatan	10	10	10	0	
U	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
T	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
B		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
T		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
#REF!		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*)					
Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase	Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)						
	Fase 1 --> Fase 2					2	
	Fase 2 --> Fase 1					2	
	Jumlah fas 2 kuning/fase		3			6	
	Waktu hilang total (LTI)= Merah semua total+waktu kuning						10

Dari gambar 5.1.

*) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$, dimana $l_{EV} = 2$ m

Waktu untuk datang = L_{AV} / V_{AV}

Tabel Formulir SIG - IV

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal :		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst											
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL										Kota : Medan		Perihal : Setelah Koordinasi											
KAPASITAS										Simpang : Pemuda - Palang		Periode :											
Distribusi arus lalu lintas(smp/jam)				Fase 1			Fase 2			Fase 3			Fase										
Kode Pen-dekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pen-dekat (P/O)	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/Lebar			Arus jenuh smp/jam Hijau								Arus lalu lintas smp/jam	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS=	
			P _{LTOR}	P _{LT}	P _{RT}	Q _{RT}	Q _{RTD}	W _E	Nilai dasar smp/j hijau So	Faktor Penyesuaian				Nilai disesuaikan smp/j hijau S	Q	Q/S							FR _{CRIT}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
U	0	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0.00	1.00	0.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000	
S	1	P	0.354	0.000	0.000	0	0	8.10	6278	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	5964	2779	0.466	0.61	60	3578	0.7765	
T	2	P	0.000	0.000	0.000	0	0	0.00	0	1.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000	
B	3	P	0.000	0.237	0.000	0	0	8.90	6898	1.00	0.950	1.00	1.00	1.13	1.00	7404	2181	0.294	0.39	30	2221	0.9817	
S	0	P	0	0.000	1.0	2741	0	0.00	0	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	0	2741	0.000	0.00	0	0	0.0000	
Waktu hilang total LTI (det)			10	Waktu siklus pra penyesuaian c _{ua} (det)								83.5				IFR = 0.760		Total g = 90					
				Waktu siklus disesuaikan c (det)								100				ΣFR _{CRIT}							

Formulir SIG - V

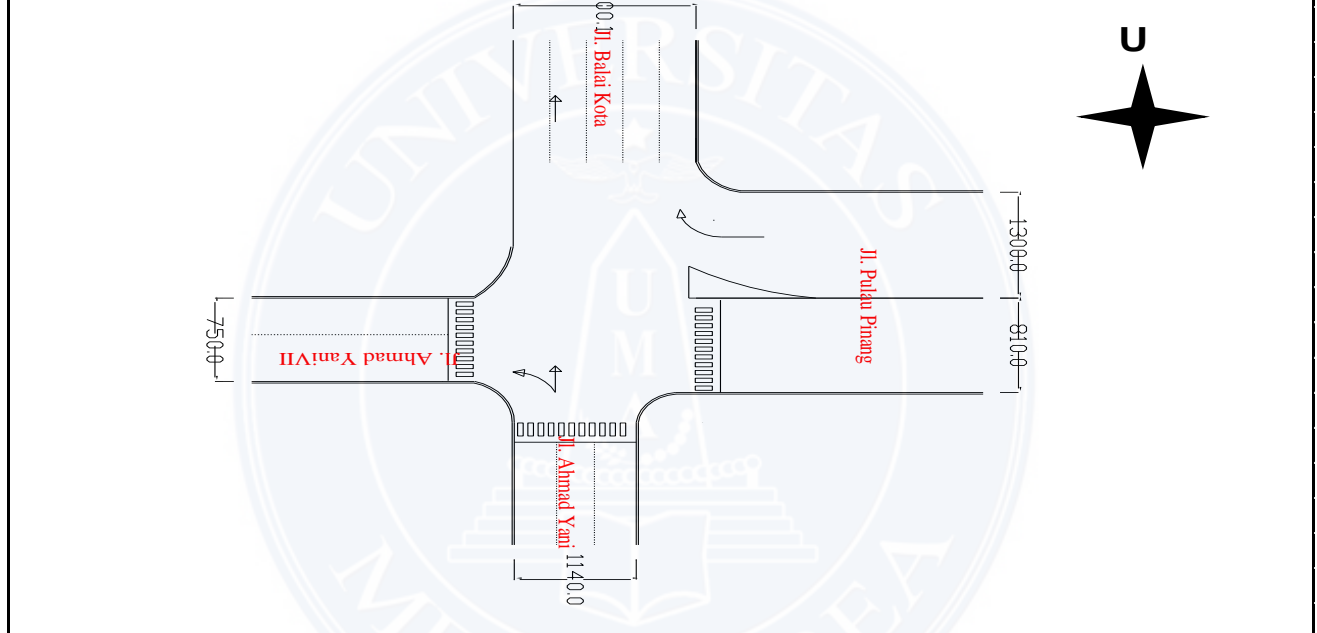
SIMPANG BERSINYAL					Tanggal :				Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst						
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN					Kota : medan				Setelah Koordinasi						
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang : Pemuda - Palang Merah - Ahmad Y				Periode :						
TUNDAAN					Waktu siklus : 165										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejenuhan DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m) QL	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam N_{sv}	Tundaan			
					NQ₁	NQ₂	Total NQ= NQ₁+NQ₂	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
S	2779	3578	0.78	0.60	0.6	57.8	58.4	67.5	167	0.681	1891	20.6	3.4	24.0	66570
T	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
B	2181	2221	0.98	0.30	1.0	60.1	61.1	70.6	172	0.907	1978	36.6	3.8	40.3	87927
S		0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	
LTOR(sem	1526														
Arus total. Q	6485									Total :	3869			Total :	154497
Arus kor. Q kor.										raan terhenti rata-rata stop/smp :	0.60			Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :	23.82

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal :	Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst
FORMULIR SIG-I:	Kota : Medan	
- GEOMETRI	Simpang : A.yani - pulau pinang - A.yani VII - balai kota	
- PENGATURAN LALULINTAS	Ukuran Kota/jumlah penduduk (isi dalam jutaan) :	
- LINGKUNGAN	Perihal : Setelah Koordinasi	
	Periode :	

FASE SINYAL YANG ADA (Gambar sket fase)

g = 79	g = 61	g =	g =	Waktu siklus : c
				150
IG= 5	IG= 5	IG=	IG=	Waktu hilang total :
				LTI = Σ IG = 10

SKETSA SIMPANG



KONDISI LAPANGAN

Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping tinggi/Rendah	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok ki langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat W _A	Masuk W _{ENTRY}	Belok kiri lgs. W _{LTOR}	Keluar W _{EXIT}
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
U	COM	R	T	0	T	0	0.00	0.00	0.00	0.00
S	COM	R	Y	0	T	70	11.40	8.90	2.00	12.12
T	COM	R	T	0	T	0	8.10	8.10	0.00	7.50
B	COM	R	Y	0	T	0	0.00	0.00	0.00	0.00
T	COM	R	Y	0	T	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Ket :

diisi manual

lihat keterangan kolom

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal :											Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst					
		Kota : Medan																
Formulir SIG-II : ARUS LALULINTAS		Simpang : A.yani - pulau pinang - A.yani VII - balai kota											Periode :					
		Setelah Koordinasi																
Kode Pendekat	Arah	Arus LaluLintas Kendaraan Bermotor (MV)														Kend.tak bermotor		
		Kendaraan Ringan(LV)			Kendaraan Berat(HV)			Sepeda Motor(MC)			Kendaraan Bermotor				Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio P _{UM} = UM / MV
		emp terlindung = 1,0 emp terlaw an = 1,0			emp terlindung = 1,3 emp terlaw an = 1,3			emp terlindung = 0,2 emp terlaw an = 0,4			Total MV							
		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		kend/ jam	smp/jam		Kiri P _{Lr}	Kanan P _{Rt}	kend/ jam		
(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)			
U	LT (tanpa LTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0.0000	
S	LT (tanpa LTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	70	70	70	0	0	0	335	67	134	405	137	204	0.041		5		
	ST	2610	2610	2610	10	13	13	2921	584	1168	5541	3207	3791			7		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	Total	2680	2680	2680	10	13	13	3256	651	1302	5946	3344	3995			12	0.0020	
T	LT (tanpa LT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	1091	1091	1091	0	0	0	1589	318	636	2680	1409	1727			0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	Total	1091	1091	1091	0	0	0	1589	318	636	2680	1409	1727			0	0.0000	
B	LT (tanpa LT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		0		
	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0.0000	
T	LT (tanpa LT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	LTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000		0		
	ST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0		
	RT	1995	1995	1995	0	0	0	2543	509	1017	4538	2504	3012		1.0	4		
	Total	1995	1995	1995	0	0	0	2543	509	1017	4538	2504	3012			4	0.0009	

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal :					
Formulir SIG - III :		Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst					
-WAKTU ANTAR HIJAU		Kota : Medan					
-WAKTU HILANG		Simpang: A.yani - pulau pinang - A.yaniVII - balai kota					
		Perihal : Setelah Koordinasi					
LALULINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG					Waktu merah semua (dtk)
Pendekat	Kecepatan	Pendekat	U	S	T	B	
	V_{EV} (m/dtk)	Kecepatan	10	10	10	0	
U	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
S	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
T	10	Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
B		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
T		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
#REF!		Jarak berangkat-datang (m)					
		Waktu berangkat-datang (dtk)*					
	Penentuan waktu all red didasarkan pada aturan fase	Penentuan waktu merah semua : (data ini dapat dirubah sendiri sesuai fase)					
		Fase 1 --> Fase 2					2
		Fase 2 --> Fase 1					2
		Jumlah fas 2 kuning/fase		3			6
		Waktu hilang total (LTI)= Merah semua total+waktu kuning					10

Dari gambar 5.1.

*) Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$, dimana $l_{EV} = 2$ m

Waktu untuk datang = L_{AV} / V_{AV}

Tabel Formulir SIG - IV

SIMPANG BERSINYAL			Tanggal :			Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst																
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL			Kota : Medan			Perihal : Setelah Koordinasi																
KAPASITAS			Simpang : A.yani - pulau pinang			Periode :																
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)			Fase 1			Fase 2			Fase 3			Fase										
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam			Lebar efektif (m)			Arus jenuh smp/jam Hijau						Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS =
			P _{LTOR}	P _{LT}	P _{RT}	Q _{RT}	Q _{RTC}	W _E	So	Faktor Penyesuaian			Nilai disesuaikan smp/jam S	Q	Q/S	IFR	Sxg/c					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	0	P	0.000	0.000	0.000	0	0	0.00	0	0.00	0.000	0.00	0.00	1.00	0.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000
S	1	P	0.041	0.000	0.000	0	0	8.90	6898	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	6553	3207	0.489	0.67	60	3932	0.8158
T	2	P	0.000	0.000	0.000	0	0	8.10	6278	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	5964	1409	0.236	0.33	30	1789	0.7874
B	3	P	0.000	0.000	0.000	0	0	0.00	0	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0.000	0.00	0	0	0.0000
S	0	P	0	0.000	1.0	2504	0	0.00	0	1.00	0.950	1.00	1.00	1.00	1.00	0	2741	0.000	0.00	0	0	0.0000
Waktu hilang total LTI (det)			10	Waktu siklus pra penyesuaian c _{ua} (det)			72.9			IFR =			0.726	Total g =			90					
				Waktu siklus disesuaikan c (det)			100			ΣFR _{CRIT}												

Formulir SIG - V

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal :				Ditangani oleh : Reza Yogi Syuhada Nst						
Formulir SIG-V : PANJANG ANTRIAN					Kota : medan				Setelah koordinasi						
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Simpang : A.yani - pulau pinang - A.yani VII - balai kd				Periode :						
TUNDAAN					Waktu siklus : 100										
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejenruh DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m) QL	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah kendaraan Terhenti smp/jam Nsv	Tundaan			
					NQ₁	NQ₂	Total NQ= NQ₁+NQ₂ <small>lihat gb e2</small>	NQ_{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata DT	Tundaan geometrik rata-rata DG	Tundaan rata-rata D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
S	3207	3932	0.82	0.60	0.6	69.8	70.4	81.2	182	0.712	2282	30.6	2.9	33.5	107426
T	1409	1789	0.79	0.30	0.6	35.9	36.4	42.7	105	0.838	1181	15.2	3.4	18.5	26076
B	0	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	0
S	2183	0	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000	0	0.0	0.0	0.0	
LTOR(semua)	1325														
Arus total. Q tot.	8124									Total :	3463			Total :	133501
Arus kor. Q kor.	-									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	0.43	Tundaan simpang rata-rata(det/smp) :			16.43

DOKUMENTASI



Pendekat Selatan simpang 1 (JL. Brigjen Katamsu)



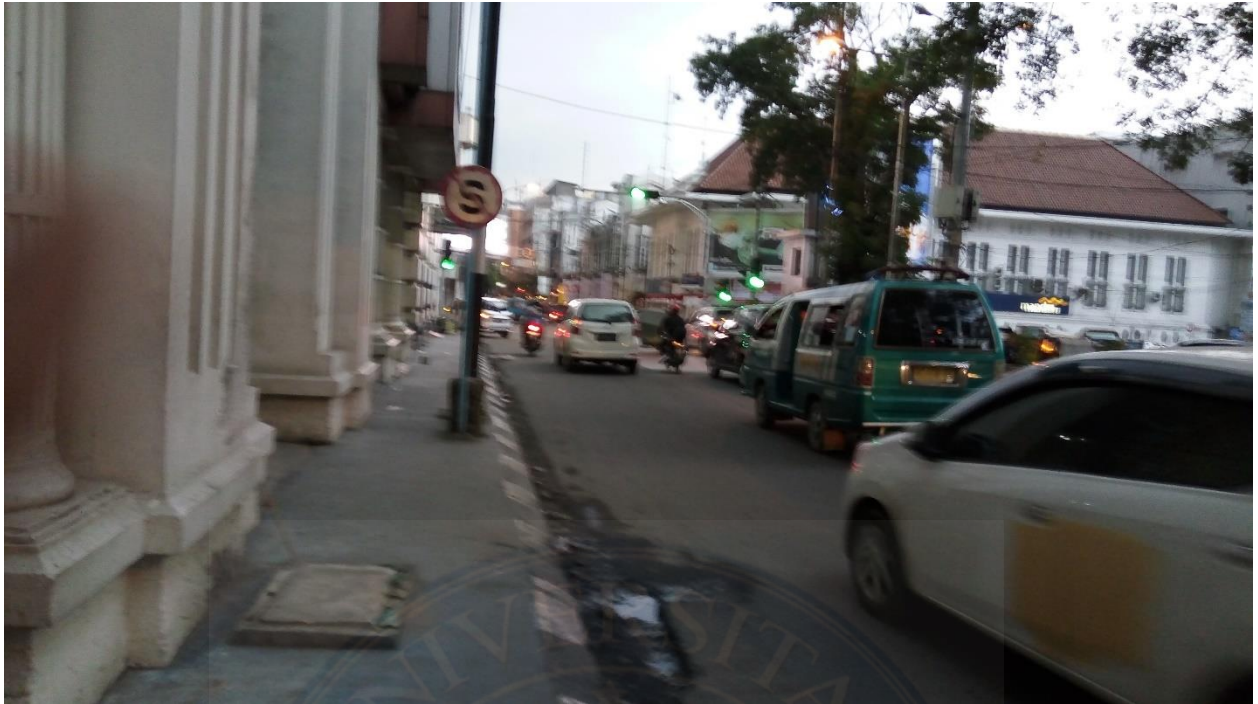
Pendekat Barat, Simpang I (Jl. Letjend Suprpto)



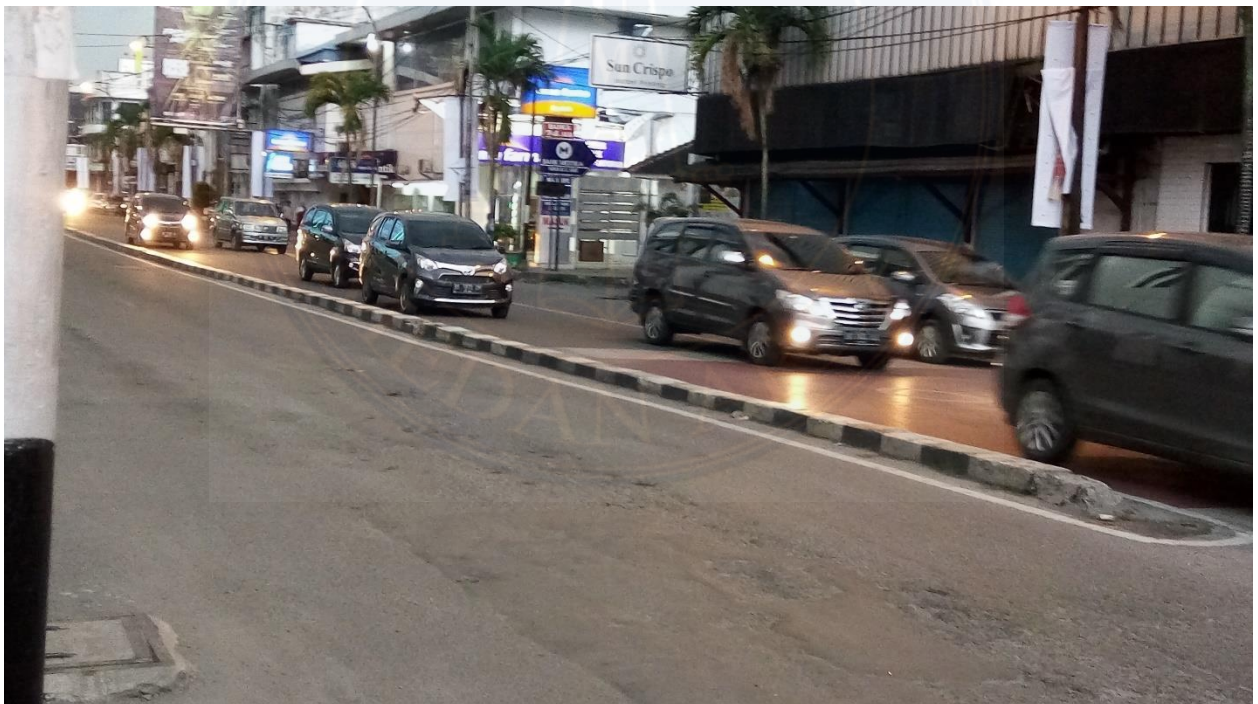
Pendekat Timur, Simpang I (Jl. Pandu)



Pendekat Utara, Simpang I (Jl. Pemuda)



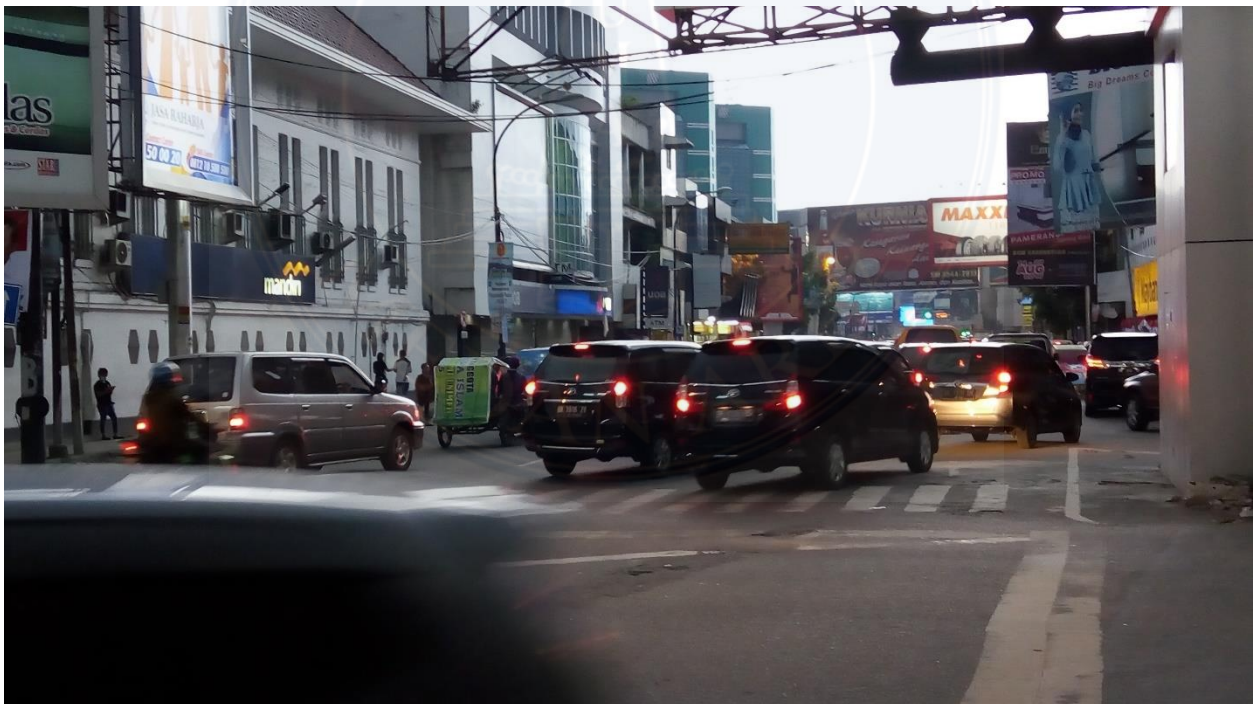
Pendekat Selatan, Simpang II (Jl. Pemuda)



Pendekat Barat, Simpang II (Jl. Palang Merah)



Pendekat Utara, Simpang II (Jl. Ahmad Yani)



Pendekat Timur, Simpang II (Jl. M.T. Haryono)



Pendekat Selatan, Simbang III (Jl. Ahmad Yani)



Pendekat Barat, Simbang III (Jl. Ahmad Yani VII)



Pendekat Timur, Simpang III (Jl. Pulau Pinang)



Pendekat Utara, Simpang III (Jl. Balai Kota)



Ruas Jalan Pemuda



Panjang Antrian Simpang Pemuda pagi hari



Arus Lalu Lintas Yang masuk ke Jalan Pemuda Tampak melambat disebabkan adanya hambatan samping yang tinggi di sisi kiri jalan.



Mengukur Geometri Simpang



Tampak Sebuah angkutan umum menurunkan penumpang tidak pada tempatnya.



Pensimulasian koordinasi simpang dengan menggunakan Sepeda Motor



Pensimulasian koordinasi simpang dengan menggunakan Sepeda Motor



Pensimulasian koordinasi simpang dengan menggunakan Sepeda Motor



Pensimulasian koordinasi simpang dengan menggunakan Sepeda Motor



Pensimulasian koordinasi simpang dengan menggunakan Kenderaan ringan.



Pensimulasian koordinasi simpang dengan menggunakan Sepeda Motor