

**ANALISA KINERJA DAN TINGKAT PELAYANAN PADA
PERSIMPANGAN BERSINYAL
(STUDI KASUS)**

(SKRIPSI)

Diajukan sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Mendapatkan

Gelar Sarjana Teknik

Oleh :

AHMAD HAMBALI BATUBARA

NPM: 08 811 0021



**PEROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2014**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

ANALISA KINERJA DAN TINGKAT PELAYANAN PADA PERSIMPANGAN BERSINYAL

(STUDI KASUS)

SKRIPSI

Disusun oleh :

AHMAD HAMBALI BATUBARA

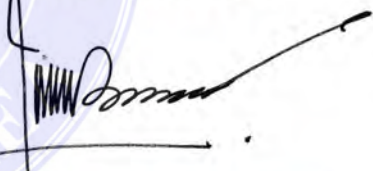
08.811.0021

Disetujui oleh :

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II

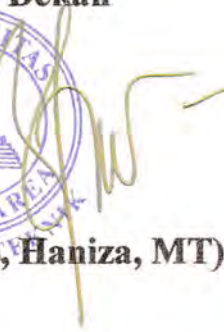

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)



(Ir. Marwan Lubis, MT)

Mengetahui :

Dekan

Ka.Prodi


(Ir. Hj. Haniza, MT)


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

ABSTRAK

Masalah Transportasi merupakan salah satu masalah yang dihadapi kota Medan. Salah satu faktor penting dalam usaha menuju sistem prasarana transportasi yang baik adalah kemampuan kinerja dan pelayanan jalan, khususnya kinerja dan pelayanan simpang sebagai salah satu bagian dari sistem jalan. Secara keseluruhan permasalahan kemacetan dan antrian di kota Medan pada umumnya terjadi pada persimpangan (baik persimpangan bersinyal maupun tidak bersinyal). Efektifnya sistem pengaturan lalu lintas pada simpang bersinyal merupakan faktor penting dalam menuju sistem transportasi yang lebih baik karena mampu melayani arus kendaraan secara teratur. Hal ini dapat terwujud secara optimal bila sinyal lalu lintas (Traffic Light) dipasang pada lokasi yang tepat, terdapat peraturan yang mendukung operasi dan dioperasikan mengikuti kaidah efisiensi.

Dari latar belakang di atas maka penulis membuat rumusan permasalahan, Kondisi persimpangan Jln Letda Sujono dengan jalan Aksara, dan Jln Mandala By- Pass dengan Jln Selamat Ketaren saat ini tidak memadai untuk menampung lalu lintas kendaraan yang ada, persimpangan yang memiliki kapasitas simpang yang kurang baik hal ini dapat dilihat dari derajat kejenuhan Utara (Jl. Selamat ketaren) sebesar 0,943, Selatan (Jl. Mandala By Pass) sebesar 1,663, Barat (Jl. Letda Sujono) sebesar 1,511, dan Timur (Jl. Aksara) sebesar 1,364. Dimana hasil ini melebihi batas maksimal derajat kejenuhan 0,85.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui teknik pengumpulan data Primer dan data Sekunder yang dimana data Primer berupa survei volume lalu lintas persimpangan, survei geometrik persimpangan dan survei jumlah fase di persimpangan. Sedangkan data Sekunder berupa data atau informasi yang tersusun dan terukur yang sesuai dengan kebutuhan tujuan penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat diketahui bahwa kondisi persimpangan yang ada saat ini tidak mampu menampung jumlah kapasitas kendaraan yang ada.

Kata kunci : Analisa Kinerja Tingkat Pelayanan Jalan

ABSTRACT

Transportation problem is one of the problems facing the city of Medan . One important factor in the effort towards a good transport infrastructure system is the ability of performance and service roads , particularly the intersection of performance and service as one part of the road system . Overall congestion and queuing problems in the city field generally occurs at intersections (both signalized and non- signalized intersections) . Effective traffic management systems at signalized intersections is an important factor towards a better transport system for being able to serve the flow of vehicles on a regular basis . This can happen when the optimal traffic signal (Traffic Light) installed in the proper location , there are regulations that support the operations and operating efficiency following the rules.

From the background above, the writer makes the formulation of the problem , the junction of Jln Letda Conditions Sujono the script path , and Mandala Jalan Jalan By- Pass with Congratulations Ketaren currently inadequate to accommodate the existing vehicle traffic , intersections that have a poor capacity of the intersection of this degree of saturation can be seen from the North (Jl. Welcome Ketaren) of 0.943 , South (Jl. Mandala by Pass) at 1,663 , the West (Jl. Letda Sujono) saturation 1.511 , and East (Jl. script) of 1,364 . Where this result exceeds the maximum limit of the degree of saturation of 0.85 .

Data was collected through data collection techniques Primary and Secondary Data Primary data in the form of a survey in which the traffic volume intersection , intersection geometric survey and survey of the number of phases in the intersection . While the secondary data in the form of data or information that is structured and measured in accordance with the requirements of this research. Based on these results , it can be seen that the junction conditions that exist today are not able to accommodate the number of vehicles available capacity .

keyword : intersection service level performance analysis



DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRAC	ii
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Permasalahan	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Pengumpulan Data	3
1.6. Kerangka Berfikir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian simpang bersinyal.....	5
2.2. Jenis-jenis pengendalian lau lintas	6
2.3. Fungsi sinyal lau lintas	8
2.4. Cirri-ciri fisik lalu lintas	9
2.5. Karakteristik lampu merah	9

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2.6. Pengaturan Fase	11
2.7. Analisa Perancangan.....	14
a) Geometric Jalan	14
b) Arus Lalu Lintas	15
c) Model Dasar Arus Jenuh	16
2.8 Penentuan Waktu Siklus	18
2.8.1 Waktu Siklus.....	18
2.8.2 Waktu Hijau.....	19
2.9. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan	19
2.10 Perilaku Lalu Lintas (Kualitas Lalu Lintas).....	20
2.10.1 Panjang Antrian.....	20
2.10.2 Angka Henti.....	21
2.10.3 Rasio Kendaraan Henti	21
2.10.4 Tundaan	21
2.10.4.1 Tundaan Lalu Lintas	22
2.10.4.2 Tundaan Geometri.....	22
2.11 Pemulihan Tipe Simpang	23
2.11.1 Umum	23
2.11.2 Pertimbangan Keselamatan Lalu Lintas	24
2.11.2.1 Dampak Perencanaan Geometri.....	24
2.11.2.2 Dampak Keselamatan Akibat pengaturan Sinyal.....	24
2.11.2.3 Pertimbangan Lingkungan	24
2.12 Perencanaan Rinci	25

2.13 Pengaturan Lalu Lintas dan Alat Pengatur Lalu Lintas	26
2.14 Prosedur Perhitungan	27
2.14.1 Kondisi Arus Lalu Lintas	30
2.15 Pengaturan Sinyal.....	31
2.15.1 Penentuan Fase Sinyal	31
2.15.2 Waktu Antar Hijau dan Waktu hilang	32
2.16 Penentuan Waktu Sinyal	34
2.16.1 Tipe Pendekat	34
2.16.2 Lebar Pendekat Efektif.....	37
2.16.3 Arus Jenuh Dasar	38
2.16.4 Faktor Penyesuaian.....	39
2.16.5 Rasio Arus/Rasio Arus Jenuh	45
2.16.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau	46
a). Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian	46
b) Waktu Hijau	48
c) Waktu Siklus yang disesuaikan (c) berdasarkan pada waktu hijau yang dibulatkan dan waktu hilang	48
2.17 Kapasitas	48
2.17.1 Keperluan untuk Perubahan.....	49
2.18 Perilaku lalu Lintas	50
2.18.1 Persiapan.....	50
2.18.2 Panjang Antrian	51
2.18.3 Kendaraan henti	53

2.18.4 Tundaan	54
2.18.5 Indikator tingkat pelayanan	56
BAB III METODE PENELITIAN	57
3.1. Orientasi Wilayah	57
3.1.1 Lokasi Penelitian	57
3.2. Tahapan Pekerjaan	59
3.3. Tahapan Persiapan	60
3.4. Pengumpulan data.....	60
3.4.1. Pengumpulan data skunder	61
3.4.2. Pengumpulan data primer	61
3.4.2.1 Survei volume lalu lintas.....	62
3.4.2.2 Survei geometrik ruas jalan dan persimpangan	63
3.4.2.3 survei jumlah fase dan waktu sinyal dipersimpangan ..	64
3.5. Tahapan pengolahan data.....	64
3.5.1 Perhitungan persimpangan	65
3.6. Tahapan Analisa data	66
BAB IV ANALISA DATA.....	67
4.1. Pengumpulan data.....	67
4.1.1 Survei arus lalu lintas	67
4.1.2 Survei geometrik jumlah fase dan waktu signal eksisting.....	69
4.2. Pengolahan data	69
4.3. Arus jenuh dasar.....	70
4.4. Nilai arus jenuh (S)	70

4.5. Raiso arus	71
4.6. Waktu hijau	72
4.7. Kapasitas	73
4.8. Derajat kejenuhan.....	74
4.9. Rasio hijau.....	74
4.10 Jumlah antrian.....	75
4.11 Panjang antrian	76
4.12 Kendaraan berhenti.....	77
4.13 Tundaan	78
4.14 Perhitungan sesuai scenario.....	80
BAB V KESIMPULAN.....	82
5.1. Kesimpulan	82
5.2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA.....	84
LAMPIRAN I
LAMPIRAN II.....

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah transportasi merupakan salah satu masalah yang dihadapi kota Medan. Salah satu faktor penting dalam usaha menuju sistem prasarana transportasi yang baik adalah kemampuan kinerja dan pelayanan jalan, khususnya kinerja dan pelayanan simpang sebagai salah satu bagian dari sistem jalan. Secara keseluruhan. Permasalahan kemacetan dan antrian di kota Medan pada umumnya terjadi pada persimpangan (baik persimpangan bersinyal maupun tak bersinyal).

Efektifnya sistem pengaturan lalu lintas pada simpang bersinyal merupakan faktor penting menuju sistem transportasi yang lebih baik karena mampu melayani arus kendaraan secara teratur. Hal ini dapat terwujud secara optimal, bila sinyal lalu lintas (Traffic /right) dipasang pada lokasi yang tepat, terdapat peraturan yang mendukung operasi dan dioperasikan mengikuti kaidah efisiensi.

Pada persimpangan yang menghubungkan antara Jln Letda sujono dengan Jln Aksara dan Jln Selamat Ketaren dengan Jln Mandala By Pass. Pada persimpangan ini, dirasakan pengaturan simpangnya kurang efektif dan efisien.

Dari hasil survei yang dilakukan kemacetan yang terjadi pada ruas jalan di persimpangan tersebut diakibatkan oleh ketidakaturan para pengguna jalan, baik kendaraan bermotor maupun kendaraan tak bermotor. Salah satu persimpangan bersinyal di Kota Medan yang mengalami permasalahan tersebut adalah persimpang

bersinyal Jln Letda sujono – Jln Aksara dan Jln Selamat Ketaren – Jln Mandala ByPass.

1.2 Maksud dan Tujuan

Pada dasarnya penelitian ini dilakukan tentunya mempunyai maksud dan tujuan, hal ini dapat dilihat dari usaha – usaha yang dilakukan penulis, dan adapun maksud dan tujuan Penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

Maksud penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dan tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal, dan untuk dapat mengetahui seberapa besar kapasitas persimpangan tersebut untuk bisa menampung jumlah kendaraan pada jam – jam sibuk.

Tujuan dari penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi kinerja dan tingkat pelayanan jalan pada persimpangan jalan tersebut.

1.3 Permasalahan

Permasalahan pada simpang ini juga berupa tundaan yang tinggi. Pengaturan lampu lalu lintas yang dioperasikan saat ini belum dapat mengatasi kemacetan yang sering terjadi terutama pada jam-jam sibuk . Kondisi yang terjadi pada simpang ini belum mampu menampung volume lalu lintas yang tergolong padat.

1.4 Batasan Masalah

Dengan keterbatasan waktu dan pengetahuan yang sangat terbatas pada penulis, maka permasalahan yang akan dibahas ini adalah hanya untuk mengetahui kinerja dan tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal pada simpang empat Letda Sujono (Jln Letda Sujono – Jln Aksara dan Jln Selamat Ketaren – Jln Mandala By Pass).

1.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan 2 cara yaitu pengumpulan data skunder dan pengumpulan data primer.

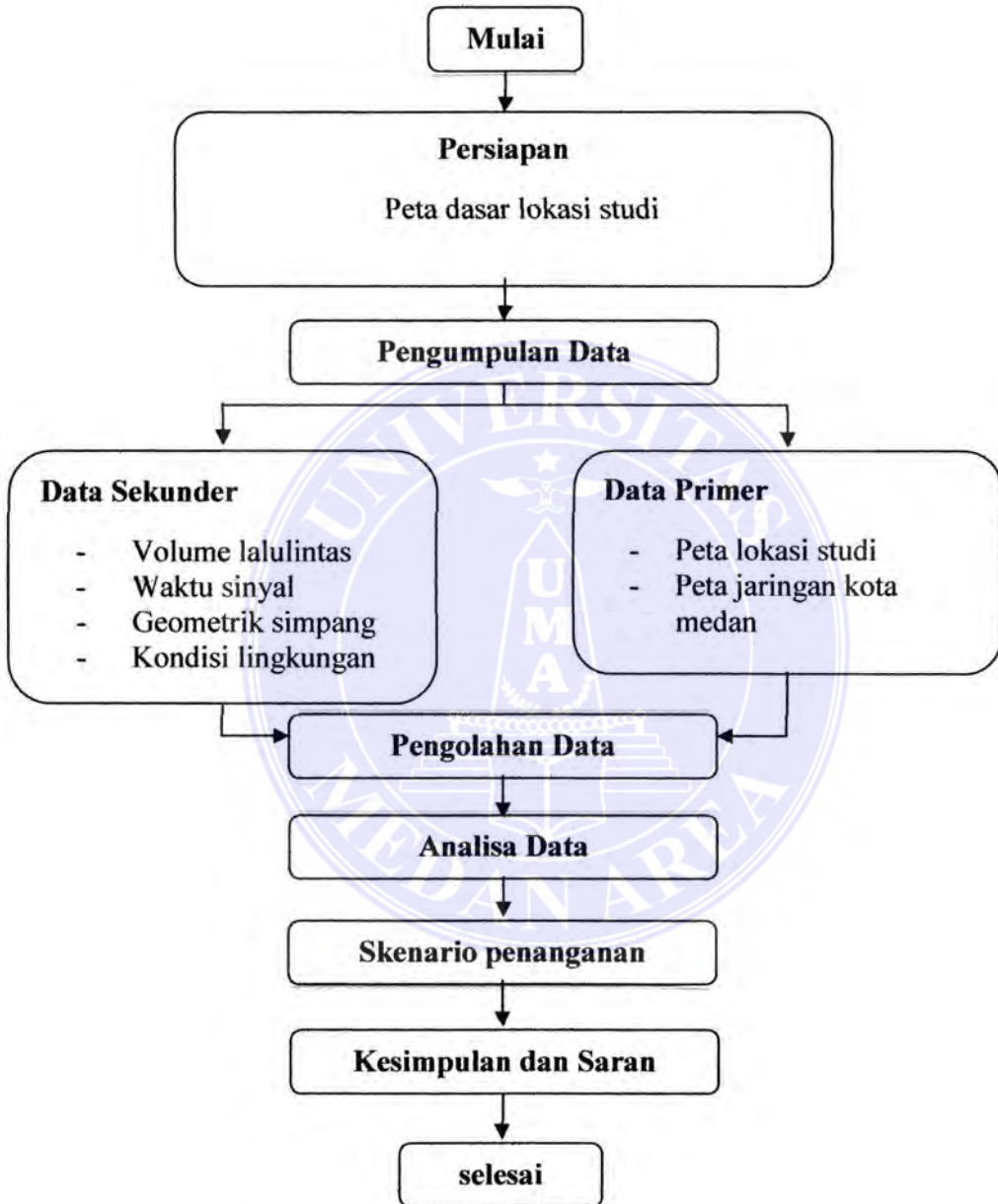
a. Pengumpulan Data Skunder

Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara mengumpulkan jurnal – jurnal, Teks Book, dan data dari Dinas terkait sesuai dengan tujuan peneliti.

b. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara survey langsung kelapangan dengan mengambil semua data yang diperlukan untuk penelitian ini.

1.6 Kerangka Berfikir



Gambar 1.1 Bagan alir tahapan pekerjaan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian simpang bersinyal

Pengertian simpang bersinyal adalah simpang yang dikendalikan oleh sinyal lalu lintas. Sinyal lalu lintas adalah semua peralatan pengaturan lalu – lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu, dan marka jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan, pengendara sepeda motor, atau pejalan kaki. Dengan adanya lampu lalu – lintas, daerah simpang dapat digunakan secara bergantian dengan pembagian beberapa fase secara teratur sehingga dapat mengurangi jumlah titik konflik didaerah simpang dan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya konflik atau benturan.

Beberapa defenisi umum yang perludiketahui dalam kaitannya dengan permasalahan simpang bersinyal diantaranya adalah :

- a. Tundaan (*delay*) adalah waktu tempuh tambahan yang dipergunakan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui simpang (detik).
- b. Panjang antrian (*queue lenght*) adalah panjang antrian kendaraan dalam satuan pendekatan (meter).
- c. Antrian (*queue*) adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan smp).
- d. Fase (*phase stage*) adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu – lintas.
- e. Waktu siklus (*cycle time*) adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (detik).
- f. Waktu hijau (*green time*) adalah waktu nyala lampu hijau dalam suatu pendekat (detik).
- g. Rasio hijau (*green ratio*) adalah perbandingan waktu hijau dengan

UNIVERSITAS MEDAN AREA dalam suatu pendekat.

- h. Waktu merah semua (*all red*) adalah waktu sinyal merah menyala secara bersamaan pada semua pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (detik).
- i. Waktu antar hijau (*inter green time*) adalah jumlah antara periode kuning dengan waktu merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (detik).
- j. Waktu hilang (*lost time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap atau beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan (detik).
- k. Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
- l. Arus jenuh (*saturation flow*) adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).
- m. *Oversaturated* adalah suatu kondisi dimana volume kendaraan yang melewati suatu pendekat melebihi kapasitas.

2.2 Jenis-jenis Pengendalian lalu lintas

Lampu lalu lintas adalah suatu alat kendali (kontrol) Dengan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas. Pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya dimaksudkan untuk bagaimana pergerakan kendaraan dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada. Ada beberapa jenis kendali dengan menggunakan lampu lalu lintas dimana pertimbangan ini sangat tergantung pada situasi dan kondisi persimpangan yang ada seperti volume, geometrik simpang dan sebagainya.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) bahwa berdasarkan cakupannya, jenis kendali dengan menggunakan lampu lalu lintas pada

persimpangan dibedakan antara lain :

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

- a) Lampu lalu lintas terpisah (*Isolated Traffic Signal*): yaitu pengoperasian lalu lintas dimana dalam perancangannya hanya didasarkan pada suatu tempat persimpangan saja tanpa mempertimbangkan simpang lain yang terdekat.
- b) Lampu lalu lintas terkoordinasi (*Coordinated Traffic Signals*): yaitu pengoperasian lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan mencakup beberapa simpang yang terdapat pada suatu jalur / arah tertentu.
- c) Lampu lalu lintas jaringan (*Networking Traffic Signals*): yaitu pengoperasian lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan mencakup beberapa simpang yang terdapat dalam suatu jaringan jalan dalam suatu kawasan.

Beberapa cara pengoperasiannya, jenis kendali lampu lalu lintas, pada persimpangan dibedakan antara lain:

- a) *Fixed Time Traffic Signals* : yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana pengaturan waktunya tidak mengalami perubahan (tetap).
- b) *Actuated Traffic Signals*: yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana pengaturan waktunya (*Setting Time*) mengalami perubahan dari waktu ke waktu sesuai dengan kedatangan kendaraan (*Demand*) dari berbagai pendekat/ kaki simpang (*Approaches*).

Diperlukannya lampu lalu lintas pada suatu persimpangan bertujuan satu atau beberapa berikut ini :

- a) Untuk menghindari hambatan (*Blockage*) akibat adanya konflik arus lalu lintas dari berbagai arah pergerakan kendaraan. Hal ini dimaksudkan untuk mempertahankan kapasitas simpang terutama pada jam puncak.
- b) Untuk memfasilitasi persilangan antara jalan utama untuk kendaraan dan pejalan kaki dengan jalan sekunder sehingga kelancaran pada jalan utama dapat lebih terjamin.
- c) Untuk mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh tubrukan antara kendaraan pada arah yang terdapat konflik.

Perlu di pahami bahwa pemasangan lampu lalu lintas tidak selalu bisa meningkatkan kapasitas, hal ini salah satu penyebabnya adalah ketika lampu lalu lintas dipasang pada volume rendah. Begitu juga pada perancangan lampu lalu lintas yang kurang tepat dapat menyebabkan meningkatnya kecelakaan.

2.3 Fungsi sinyal lalu – lintas

Lampu lalu – lintas memiliki fungsi – fungsi sebagai berikut :

1. Mendapatkan gerakan lalu – lintas yang teratur.
2. Mengurangi frekuensi kecelakaan.
3. Mengkordinasikan lalu – lintas dibawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga arus lalu – lintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu.
4. Memutuskan arus lalu – lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki.
5. Mengatur penggunaan jalur lalu – lintas .
6. Sebagai pengendali pertemuan pada jalan masuk menuju jalan

7. Memutuskan arus lalu – lintas bagi lewatnya kendaraan darurat (*ambulance*) atau pada jembatan baru.

2.4 Ciri – Ciri Fisik Lalu – lintas

Ciri – ciri fisik lalu – lintas adalah :

1. Sinyal modern yang dikendalikan dengan tenaga listrik.
2. Setiap unit terdiri dari lampu berwarna merah, kuning, dan hijau yang terpisah dengan berdiameter 0,203 – 0,305 m.
3. Lampu lalu – lintas dipasang diluar batas jalan atau digantung diatas persimpangan jalan. Tinggi lampu lalu – lintas dipasang diluar 2,438 – 4,572 m diatas trotoar atau diatas perkerasan bila tidak ada trotoar. Sedangkan sinyal digantung, diberi jarak bebas vertikal antara 4,572 – 5,792 m.
4. Sinyal modern dilengkapi dengan sinyal pengatur untuk pejalan kaki dan penyeberangan jalan.

2.5 Karakteristik Lampu Merah

Kondisi geometrik dan lalu lintas akan berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja lalu lintas pada persimpangan, oleh karena itu perancangan harus dapat merancang sedemikian rupa sehingga mampu mendistribusikan waktu ke pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan secara profesional sehingga memberikan kinerja yang sebaik-baiknya.

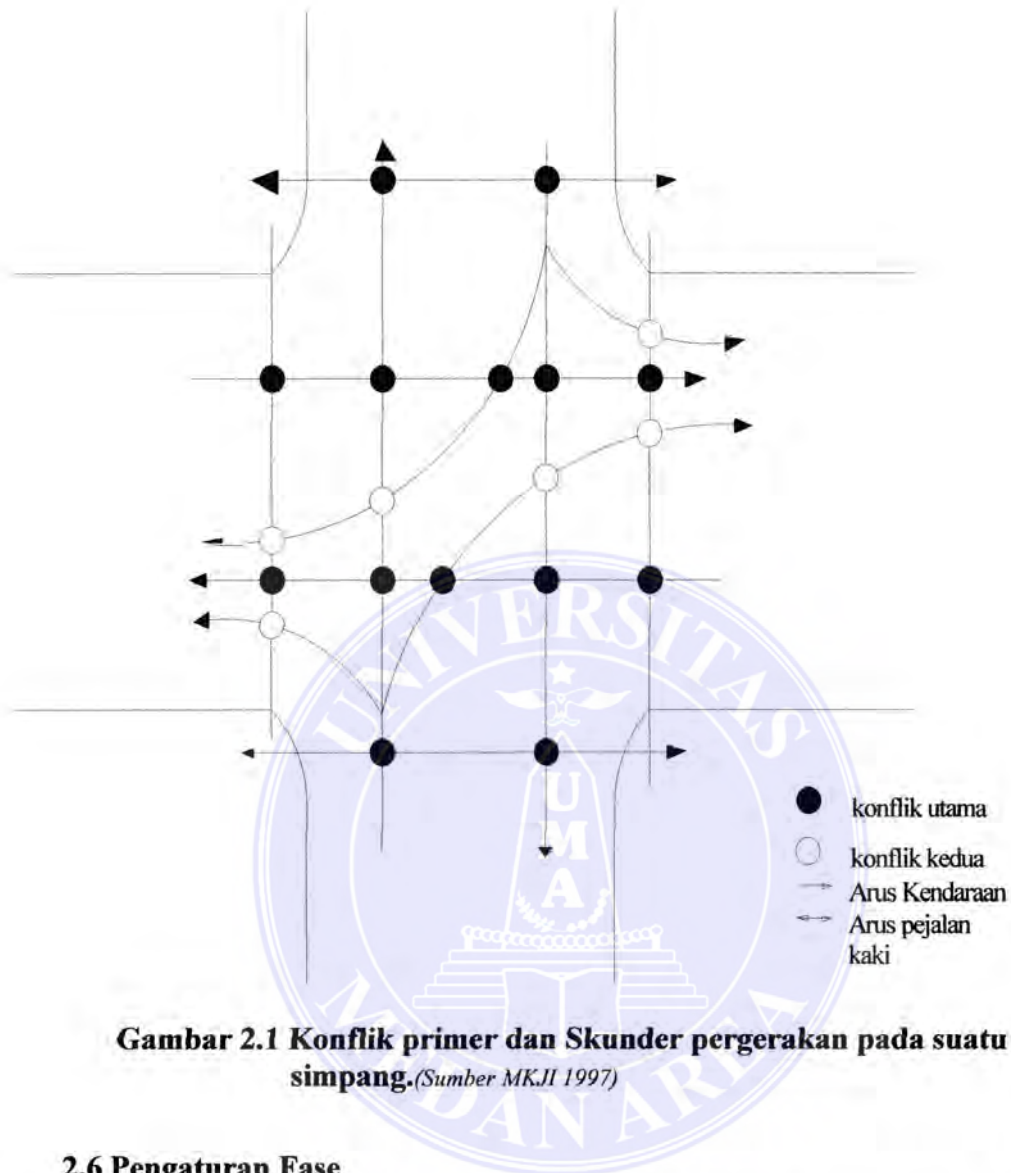
Sistem perlampuan lalu lintas menggunakan jenis nyala lampu sebagai berikut:

- a) Lampu hijau (*Green*): kendaraan yang mendapatkan isyarat harus bergerak

- b) Lampu kuning (*amber*): kendaraan yang mendapatkan isyarat harus melakukan antisipasi, apabila memungkinkan harus mengambil keputusan untuk berlakunya lampu yang berikutnya (apakah hijau atau merah)
- c) Lampu merah (*Red*): kendaraan yang mendapatkan isyarat harus berhenti pada sebelum garis henti (*Stop Line*).

Perlu diketahui dengan adanya peraturan lampu lalu lintas yang baru untuk kendaraan yang berbelok kiri selama tidak diatur secara khusus maka kendaraan belok kiri jalan terus. Perlampuan dengan berbagai nyala lampu tersebut diterapkan untuk memisahkan pergerakan lalu lintas berdasarkan waktu. Pemisahan ini diperlukan untuk jenis konflik primer, namun dalam hal tertentu dapat juga diterapkan pada kondisi konflik sekunder.

Konflik primer adalah pertemuan aliran kelompok pergerakan kendaraan dari persilangan jalan. Konflik skunder adalah pertemuan yang tidak berasal dari aliran kelompok pergerakan kendaraan dari persimpangan jalan. Konflik sekunder dapat berupa pertemuan lalu lintas berlawanan lurus dengan jalan belok, dan pertemuan dengan arus pejalan kaki. Penjelasan jenis konflik primer dan sekunder dapat di lihat di gambar 2.1



Gambar 2.1 Konflik primer dan Skunder pergerakan pada suatu simpang. (Sumber MK.II 1997)

2.6 Pengaturan Fase

Pemisahan berdasarkan waktu untuk menghindari/ mengurangi adanya konflik baik konflik primer maupun konflik skunder dikenal dengan istilah pengaturan fase. Pengaturan fase harus dilakukan analisis terhadap kelompok pergerakan kendaraan dari seluruh yang ada sehingga dapat terwujud:

- a. Pengurangan konflik primer maupun konflik skunder.
- b. Urutan yang optimum dalam pergantian fase.
- c. Mempertimbangkan waktu pengosongan pada daerah persimpangan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

Jika hanya untuk memisahkan konflik primer yang terjadi maka pengaturan fase dapat dilakukan dengan dua fase. Hal ini dilakukan dengan masing-masing fase untuk masing-masing lajur jalan yang saling persilangan, yaitu kaki simpang yang saling lurus menjadi dalam satu fase. Pengaturan dua fase ini juga diterapkan untuk kondisi yang ada larangan belok kanan.

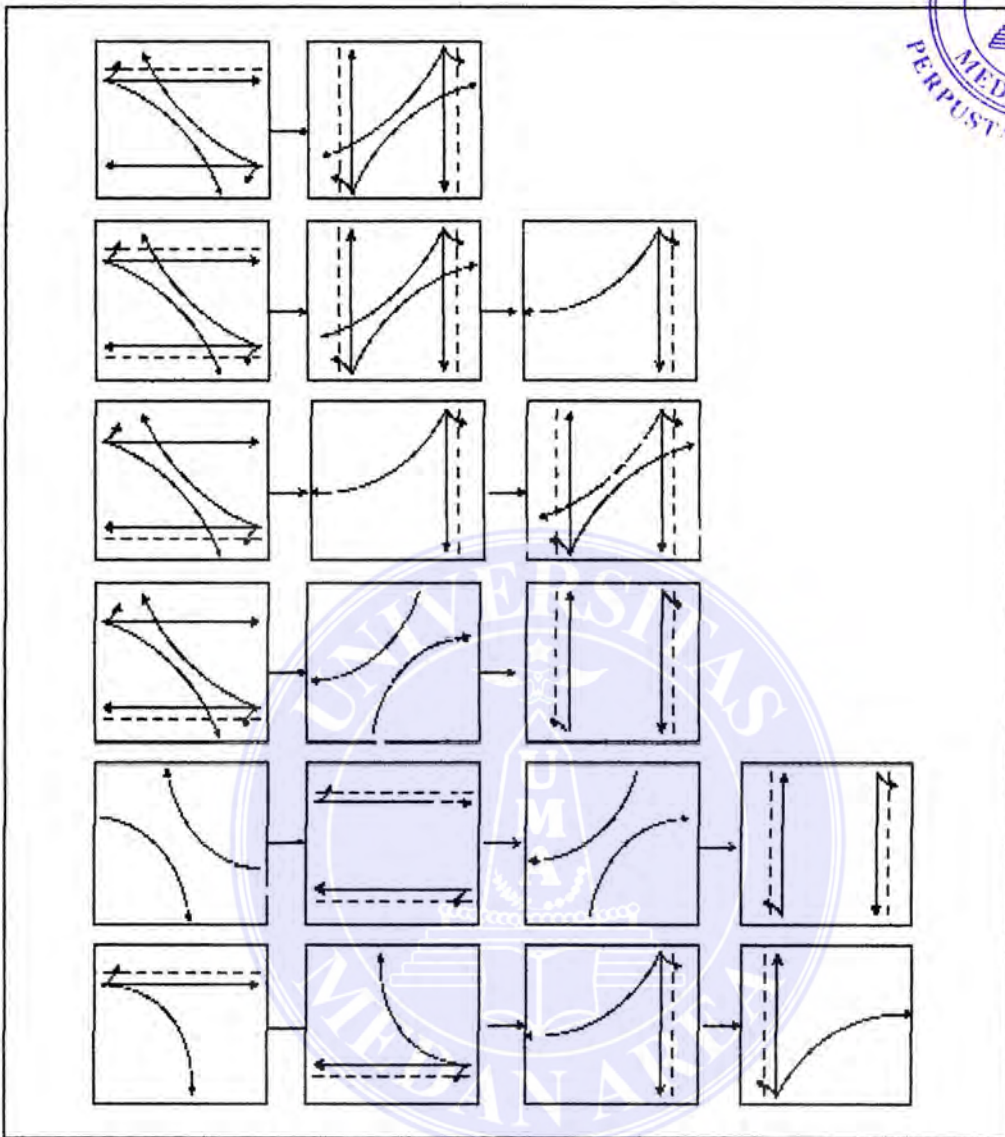
Pergantian antar fase diatur dengan jarak waktu penyela/ waktu jeda supaya terjadi kelancaran ketika pergantian antar fase, istilah ini disebut dengan waktu antar hijau (intergreen) yang berfungsi sebagai waktu pengosongan. Waktu antar hijau terdiri dari waktu antar kuning dan waktu semua merah (*All Red*). Waktu antar hijau bertujuan untuk :

- a) Waktu kuning : peringatan kendaraan akan berangkat maupun berhenti. Besaran waktu kuning di tetapkan berdasarkan kemampuan seorang pengemudi untuk dapat melihat jelas namun singkat sehingga dapat sebagai informasi untuk ditindak lanjuti dalam pergerakannya. Penentuan ini biasanya ditetapkan sebesar 3 detik dengan anggapan bahwa waktu tersebut sudah dapat mengakomodasi ketika terjadi kedipan mata.
- b) Waktu semua merah : untuk memberikan waktu pengosongan, sehingga resiko kecelakaan dapat di kurangi. Hal ini dimaksudkan supaya akhir rombongan kendaraan pada fase berikutnya. Besaran waktu semua merah sangat tergantung pada kondisi geometrik simpang sehingga benar-benarcukup, pertimbangan yang harus dipertimbangkan adalah waktu percepatan pada daerah pengosongan pada simpang.

Jika diinginkan tingkat keselamatan yang tinggi pada pergerakan belok kanan maka pengaturan fase dapat ditambahkan jumlahnya lebih dari dua fase. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap penurunan kapasitas dan perpanjangan waktu siklus. Dengan demikian apabila tidak ada pergerakan kendaraan yang lain yang menghalangi dengan melakukan gerakan yang berlawanan dengan menyilang(*Crossing*) maka disebut dengan istilah *Protected (P)* dan sebaliknya disebut dengan istilah *opposite (O)*.

Berbagai kasus pengaturan fase adalah sebagai berikut:

- a) Pengaturan dengan dua fase : pengaturan ini hanya di perlukan untuk konflik primer yang terpisah.
- b) Pengaturan 3 fase : pengaturan ini digunakan untuk kondisi penyisaan akhir (*Late Cut-off*) untuk meningkatkan kapasitas belok kanan
- c) Pengaturan tiga fase: dilakukan dengan cara memulai lebih awal (*earlystart*) untuk meningkatkan kapasitas belok kanan
- d) Pengaturan tiga fase : dengan pemisahan belok kanan dalam satu jalan
- e) Pengaturan empat fase : dengan memisahkan belok kanan untuk kedua arah
- f) Pengaturan empat fase: dengan mengalirkan satu pendekat pada waktu tertentu.



Gambar 2.2 Pengaturan fase lalu lintas dengan pemisahan gerakan belok kanan. (Sumber : MKJI, 1997)

2.7 Analisa Perancangan

Perancangan analisa untuk simpang berlalu lintas didasarkan kepada hal-hal pokok seperti, geometrik jalan, arus lalu lintas, model dasar waktu siklus, perwaktuan sinyal, kapasitas dan derajat kejenuhan serta kinerja lalu lintas.

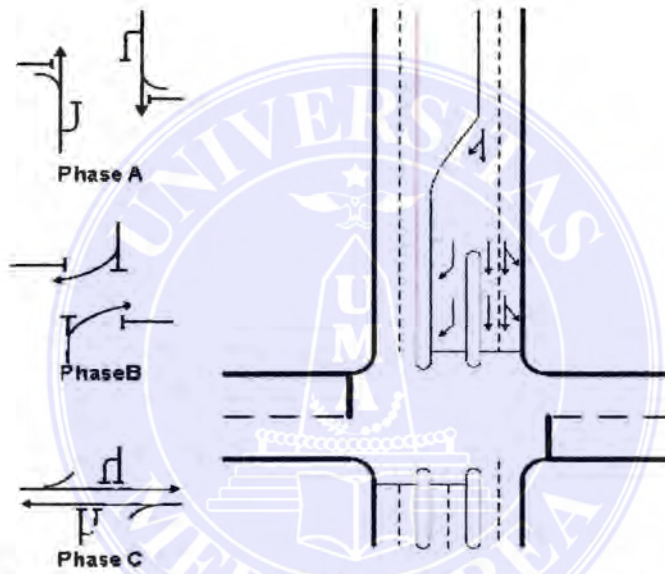
a. Geometrik Jalan

Perhitungan geometrik analisa jalan dipandang terpisah untuk masing-masing

pendekat. Sebuah kaki simpang dapat konsisten hanya satu pendekat atau dipisah-

menjadi dari satu sub pendekat. Dalam hal ini pergerakan kendaraan berbelok kanan atau belok kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berbeda dengan lalu lintas yang lurus.

Untuk masing-masing pendekat atau sub pendekat lebar efektif (W_e) ditentukan dengan pertimbangan tata letak masuk dan keluar dalam distribusi gerakan belok kendaraan. Secara lebih terperinci pengaturan tentang fase yang terkait dengan geometrik simpang dapat di lihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Pengaturan fase untuk berbagai jenis geometrik simpang

(Sumber : MKJI,1997)

b. Arus lalulintas

Perhitungan arus lalu lintas didasarkan kepada arus lalu lintas jam-jam-an untuk satu atau beberapa periode, misalnya kondisi lalu lintas pada puncak pagi, siang, dan sore.

Arus lalu lintas dalam Q untuk masing-masing pergerakan kendaraan (belok kiri, belok kanan, lurus) dikonversi dari berbagai jenis kendaraan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil

penumpang (emp) untuk tipe pendekat dengan arus lalu lintas terproteksi atau

Tabel 2.1 : Ekvivalen Kendaraan Penumpang (emp) Untuk Tipe Pendekat

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	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,1997)

c. Model Dasar Arus Jenuh

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C = S \times g / c \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

C= Kapasitas (smp / jam)

S= Arus jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau = smp per-jam hijau)

g= Waktu Hijau (det)

c= Waktu Siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama).

Oleh karena itu perlu diketahui atau ditentukan waktu sinyal dari simpang agar dapat menghitung kapasitas dan ukuran perilaku lalu lintas.

Pada rumus (1) diatas, arus jenuh dianggap tetap dalam waktu hijau. Meskipun demikian dalam kenyataannya, arus berangkat mulai 0 pada awal waktu hijau dan mencapai puncaknya setelah 10-15 detik. Nilai ini akan menurun sedikit hingga akhir waktu hijau. Arus berangkat juga terus berlangsung selama waktu

uning dan merah hingga turun menjadi 0, yang biasanya terjadi 5-10 detik setelah awal sinyal merah.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Document Accepted 12/12/23

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai “ Kehilangan awal “ dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu “ Tambahan akhir “ dari waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau dimana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung sebagai :

$$\text{Waktu Hijau Efektif} = \text{Tampilan waktu hijau} - \text{kehilangan awal} + \text{Tambahan akhir} \dots\dots\dots(2)$$

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (So) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_{px} F_{rt} \times F_{lt} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

S = Nilai arus jenuh yang di sesuaikan

S_o = arus jenuh dasar

F_{cs} = Faktor ukuran kota

F_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping

F_g = Faktor penyesuaian kelandaian

F_p = Faktor penyesuaian parkir

F_{rt} =Faktor penyesuaian belok kanan

F_{lt} = Faktor penyesuaian belok kiri

Untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (WE).

$$S_o = 600 \times W_e \dots\dots\dots(4)$$

Penyesuaian kemudian dilakukan untuk kondisi – kondisi berikut ini :

- a. Ukuran kota CS, jutaan penduduk
- b. Hambatan samping SF, kelas hambatan samping dari lingkungan jalan dan kendaraan tak bermotor
- c. Kelandaian G, %naik (+) atau turun (-)
- d. Parkir P, jarak garis henti – kendaraan parkir pertama
- e. Gerakan membelok RT, % belok kanan
LT, % belok kiri

2.8 Penentuan Waktu Sinyal

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali tetap dilakukan berdasarkan metoda Webster (1966) untuk meminimumkan tundaan total padasuatu simpang. Pertama-tama ditentukan waktu siklus (c_{ua}), selanjutnya waktu hijau (g) pada masing-masing fase.

2.8.1 Waktu Siklus

Waktu siklus untuk pengendalian waktu tetap terlebih dahulu ditentukan waktu siklus sebelum penyesuaian dengan menggunakan rumus berikut,

$$c_{ua} = (1,5 \times LT1 + 5) / (1 - \sum FR_{crit}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

c_{ua} = Waktu siklus sinyal (detik)

LT1 = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 $\sum FR_{crit}$ = Rasio arus penumpang = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada

siklus tersebut

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka ada resiko serius akan terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai $\sum(FR_{krit})$ mendekati atau lebih dari 1 maka simpang simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negative.

2.8.2 Waktu Hijau

Waktu hijau ditentukan merupakan pengurangan waktu siklus dengan waktu hilang total dan dikalikan dengan rasio arus seperti rumus berikut,

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times FR_{krit} / \sum(FR_{krit}) \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

- g_i = Tampilan waktu hijau pada fase I (detik)
- LTI = Waktu hilang total (detik)
- FR = Rasio Arus

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan-kesalahan dalam pembagian waktu hijau daripada terhadap terlalu panjangnya waktu siklus. Penyimpangan kecil pun dari rasio hijau (g/c) yang ditentukan dari rumus (5) dan (6) diatas menghasilkan bertambah tingginya tundaan rata-rata pada simpang tersebut.

2.9 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat, lihat rumus (1) diatas.

Derajat kejenuhan diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$DS = Q/C = (Q \times c) / (S \times g) \quad \dots\dots\dots(7)$$

2.10 Perilaku Lalulintas (Kualitas Lalulintas)

Berbagai ukuran perilaku lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu lintas (Q), derajat kejenuhan (DS) dan waktu sinyal (c dan g) sebagaimana dapat diuraikan sebagai berikut :

2.10.1 Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2) :

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad \dots\dots\dots(8)$$

Dengan

$$NQ1 = 0,25 \times c \times (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \quad \dots\dots\dots(9)$$

Jika $DS > 0,5$, selain itu $NQ1 = 0$

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

c = Waktu siklus (det)

C = Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau (S × GR)

Untuk keperluan perencanaan manual, memungkinkan untuk penyesuaian dari nilai rata-rata ini ketingkat peluang pembebanan lebih yang dikehendaki.

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20m) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{mak} = \frac{20}{W_{masuk}} \dots\dots\dots(11)$$

2.10.2 Angka Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung sebagai berikut :

$$NS = 0,9x \frac{NQ}{Qxc} x3600 \dots\dots\dots(12)$$

Dimana c adalah waktu siklus (det) dan Q arus lalu lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

2.10.3 Rasio Kendaraan Terhenti

Rasio kendaraan terhenti Psv, yaitu kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang, i dihitung sebagai :

$$Psv = \min (NS,1) \dots\dots\dots(13)$$

Dimana NS adalah angka henti dari suatu pendekat

2.10.4 Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal :

1. Tundaan Lalu lintas (DT) karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.
2. Tundaan Geometrik (DG) karena perlambatan dan percepatan saat

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai :

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots(14)$$

Dimana :

D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DT_j = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

2.10.4.1 Tundaan Lalu lintas

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dari rumus berikut :

$$DT = c X \frac{0.5X(1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

DT_j = Tundaan lalu lintas rata-rata pada pendekat j (det/simp)

GR = Rasio Hijau (g/c)

DS = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

$NQ1$ = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

Hasil dari perhitungan ini tidak dapat berlaku jika kapasitas simpang dipengaruhi oleh faktor-faktor “luar” seperti terhalangnya jalan keluar akibat kemacetan pada bagian hilir, pengaturan oleh polisi secara manual dan sebagainya.

2.10.4.2 Tundaan Geometri

Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan

sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$DG_j = (L \times Psv) \times Pt \times 6 + (Psv \times 4) \dots\dots\dots(16)$$

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

Dimana :

DG_j = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat j (det/smp)

P_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

PT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Nilai normal 6 detik untuk kendaraan belok tidak terhenti dan 4 detik untuk yang berhenti didasarkan anggapan-anggapan :

1. Kecepatan = 40 km/jam
2. Kecepatan belok tidak berhenti = 10 km/jam
3. Percepatan dan perlambatan = 1,5 m/det
4. Kendaraan berhenti melambat untuk meminimumkan tundaan, sehingga menimbulkan hanya tundaan percepatan.

2.11 Pemilihan Tipe Simpang

2.11.1 Umum

Pada umumnya sinyal lalu lintas digunakan dengan satu atau lebih alasan berikut ini :

1. Untuk menghindari kemacetan pada sebuah simpang oleh arus lalu lintas yang berlawanan, sehingga kapasitas simpang dapat dipertahankan selama keadaan lalu lintas puncak.
2. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh tabrakan antara kendaraan-kendaraan yang berlawanan arah. Pemasangan sinyal lalu lintas dengan alasan keselamatan lalu lintas umumnya diperlukan bila kecepatan kendaraan yang mendekati simpang sangat tinggi atau jarak pandang terhadap gerakan lalu lintas yang berlawanan

tidak memadai yang disebabkan oleh bangunan-bangunan atau tumbuhan-tumbuhan yang ada pada sudut persimpangan.

3. Untuk mempermudah menyebrangi jalan utama bagi kendaraan atau pejalan kaki dari jalan minor.

2.11.2 Pertimbangan Keselamatan Lalulintas

Angka kecelakaan lalu lintas pada simpang bersinyal diperkirakan sebesar 0,43 kecelakaan/juta kendaraan dibandingkan dengan 0,60 pada simpang tak bersinyal dan 0,3 pada bundaran.

2.11.2.1 Dampak Perencanaan Geometri

1. Sinyal lalu lintas mengurangi jumlah kecelakaan pada simpang dengan empat lengan dibandingkan dengan simpang dengan tiga lengan.
2. Kanalisasi gerakan membelok (lajur terpisah dan pulau-pulau) juga mengurangi jumlah kecelakaan.

2.11.2.2 Dampak Keselamatan Akibat Pengaturan Sinyal

1. Hijau awal dapat menambah jumlah kecelakaan
2. Arus berangkat terlindung akan mengurangi jumlah kecelakaan dibandingkan dengan berangkat terlawan
3. Penambahan antar hijau akan mengurangi jumlah kendaraan

2.11.3 Pertimbangan Lingkungan

Tidak ada data empiris dari Indonesia tentang emisi kendaraan. Asap kendaraan dan emisi kebisingan umumnya berkurang dalam keadaan-keadaan berikut ini :

1. Pengaturan sinyal terkoordinasi atau sinyal aktuasi kendaraan akan mengurangi asap kendaraan dan emisi kebisingan bila dibandingkan dengan waktu tetap untuk simpang terisolir.
2. Waktu sinyal yang efisien akan mengurangi emisi.

2.12 Perencanaan Rinci

Sebagai prinsip umum, simpang bersinyal bekerja paling efektif apabila simpang tersebut dapat beroperasi dengan moda dua fase dan bila keadaan-keadaan berikut dipenuhi :

1. Daerah konflik didalam daerah simpang adalah kecil
2. Simpang tersebut simetris, artinya jarak dari garis stop terhadap titik perpotongan untuk gerakan lalu lintas yang berlawanan adalah simetris
3. Lajur bersama untuk lalu lintas lurus dan membelok digunakan sebanyak mungkin dibandingkan dengan lajur terpisah untuk lalu lintas membelok

Saran umum lain mengenai perencanaan :

1. Lajur terdekat dengan kerib sebaiknya dibuat lebih lebar daripada lebar standar untuk lalu lintas kendaraan tak bermotor
2. Lajur membelok yang terpisah sebaiknya direncanakan menjauhi garis utama lalu lintas, dan panjang lajur membelok harus mencukupi sehingga arus membelok tidak menghambat pada lajur terus
3. Median harus digunakan bila lebar jalan lebih dari 10 m untuk mempermudah penyebrangan pejalan kaki dan penempatan tiang sinyal kedua
4. Marka penyebrangan pejalan kaki sebaiknya ditempatkan 3-4 m dari garis

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 Lajur perkerasan untuk mempermudah kendaraan yang membelok

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

mempersilahkan pejalan kaki menyebrang dan tidak menghalangi kendaraan-kendaraan yang bergerak lurus

5. Perhentian bis sebaiknya diletakkan setelah simpang, yaitu ditempat keluar dan bukan ditempat pendekat

2.13 Pengaturan Lalu lintas dan Alat Pengatur Lalu lintas

Pengaturan waktu tetap umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari system sinyal lalu lintas terkoordinasi.

Pengaturan sinyal semi aktuasi (detektor hanya dipasang pada jalan minor atau tombol penyebrangan pejalan kaki) umumnya dipilih bila simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan pejalan kaki dan berpotongan dengan sebuah jalan arteri utama. Pada keadaan ini sinyal selalu hijau untuk jalan utama bila tidak ada kebutuhan dari jalan minor.

Pengaturan sinyal aktuasi penuh adalah moda pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir diantara jalan-jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalu lintas yang sama atau hampir sama. Pengaturan sinyal terkoordinasi umumnya diperlukan bila jarak antara simpang bersinyal yang berdekatan kecil (kurang dari 200 m). Manual ini tidak dapat digunakan pada koordinasi simpang. Meskipun waktu sinyal untuk simpang tunggal pada system terkoordinasi umumnya berdasarkan waktu sinyal dari pengaturan waktu tetap.

Fase sinyal umumnya mempunyai dampak yang besar pada tingkat kinerja dan keselamatan lalu lintas sebuah simpang daripada jenis pengaturan. Waktu hilang sebuah simpang bertambah dan rasio hijau untuk setiap fase berkurang bila fase tambahan diberikan. Maka sinyal akan efisien bila dioperasikan hanya pada

dua fase, yaitu hanya waktu hijau untuk konflik utama yang dipisahkan. Tetapi

dari sudut keselamatan lalu lintas, angka kecelakaan umumnya berkurang bila konflik utama antara lalu lintas belok kanan dipisahkan dengan lalu lintas terlawan, yaitu dengan fase sinyal terpisah untuk lalu lintas belok kanan. Jika arus belok kanan terlalu besar untuk dilayani dengan sistem dua fase, langkah selanjutnya adalah menerapkan hijau awal untuk pendekat ini dan hijau akhir untuk pendekat lawannya.

Fase dan lajur terpisah untuk lalu lintas belok kanan disarankan terutama pada keadaan-keadaan berikut ini :

1. Pada jalan-jalan arteri dengan batas kecepatan diatas 50 km/jam, kecuali bila jumlah kendaraan belok kanan kecil sekali (kurang dari 50 kendaraan/jam per arah)
2. Bila terdapat lebih dari satu lajur terpisah untuk lalu lintas belok kanan pada salah satu pendekat.
3. Bila arus belok kanan selama jam puncak melebihi 200 kendaraan/jam dan keadaan-keadaan berikut dijumpai :
 - a. Jumlah lajur mencukupi kebutuhan kapasitas untuk lalu lintas lurus dan belok kiri sehingga lajur khusus lalu lintas belok kanan tidak diperlukan.
 - b. Jumlah kecelakaan untuk kendaraan belok kanan diatas normal dan usaha-usaha keselamatan lainnya tidak dapat diterapkan.

2.14 Prosedur Perhitungan

Cara perhitungan geometrik dapat di lakukan dengan cara mengikuti tata cara yang ada pada buku peraturan MKJI(Manual Kapasitas Jalan Indonesia) dengan memasukan data-data geometrik jalan ke dalam formulir SIG-I.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Informasi yang dapat diisi pada bagian formulir SIG-I:

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

1. Umum

Isilah tanggal, dikerjakan oleh, kota, simpang, dan waktu.

2. Ukuran kota

Masukan jumlah penduduk perkotaan (ketelitian 0,1 juta penduduk)

3. Fase dan waktu sinyal

Gunakan kotak-kotak di bawah judul formulir SIG-I untuk menggambarkan diagram-diagram fase yang ada.

4. Belok kiri langsung

Tunjukkan dalam diagram-diagram fase-fase dalam pendekatan-pendekat mana gerakan belok kiri langsung diijinkan.

Gunakan ruang kosong pada bagian tengah dari formulir untuk membuat sketsa simpang tersebut dan masukan semua data masukan geometrik yang diperlukan:

1. Denah dan posisi dari pendekatan-pendekat, pulau-pulau lalu lintas, garis henti, penyebrangan pejalan kaki, marka lajur dan marka panah.
2. Lebar (ketelitian sampai sepersepuluh meter terdekat) dari bagian pendekat yang di perkeras, lebar masuk dan keluar. Informasi ini juga di masukan di bagian bawah formulir.
3. Panjang lajur dengan panjang terbatas(ketelitian sampai meter terdekat).
4. Gambar suatu panah yang menunjukkan arah utarapada sketsa.

Masukan data kondisi dari lokasi lainnya yang berhubungan dengan kasus yang sedang di pelajari pada tabel di bagian bawah dari formulir:

1. Kode pendekat

UNIVERSITAS MEDAN AREA
Gunakan utara, selatan, barat, atau timur atau tanda lainnya yang jelas.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

2. Tipe lingkungan jalan

Masukan tipe lingkungan jalan (COM = komersial, RES = permukiman, RA = Akses terbatas) untuk setiap pendekat.

3. Tingkat hambatan samping

Masukan tingkat hambatan samping:

Tinggi besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktifitas di samping jalan pada pendekat seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki sepanjang atau melintas pendekat.

Rendah besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebut di atas.

4. Median

Masukkan jika terdapat median pada bagian kanan dan garis henti dalam pendekat (Ya/ Tidak).

5. Kelandaian

Masukan kelandaian dalam % (naik = + %; turun = %)

6. Belok kiri langsung

Masukkan jika belok kiri langsung(LTOR) diijinkan (Ya/Tidak) pada pendekat tersebut (tambahan untuk menunjukkan hal ini dalam diagram fase sebagai mana di uraikan diatas).

7. Jarak kendaraan parkir

Masukkan jarak normal antara garis henti dan kendaraan pertama yang pertama diparkir di sebelah hulu pendekat, untuk kondisi yang dipelajari.

8. Lebar pendekat

Masukkan dari sketsa, lebar (ketelitian sampai sepersepuluh meter terdekat) bagian yang diperkeras dari masing-masing pendekat (hulu dari titik belok untuk LTOR), belok kiri langsung, tempat masuk (pada garis henti) dan tempat keluar (bagian tersempit setelah melewati jalan melintang).

2.14.1 Kondisi ArusLalu lintas

Jika data lalu lintas rinci dengan distribusi jenis kendaraan untuk masing-masing gerakan untuk membeloknya tersedia, maka formulir SIG-I dapat digunakan. Masukkan data arus lalulintas untuk masing-masing jenis kendaraan bermotor dalam keadaan kend/jam pada kolom 3,6,9 dan arus kendaraan tak bermotor pada kolom 17. Pada keadaan lainnya mungkin lebih baik untuk menggunakan formulir dengan penyajian data yang lebih sederhana, dan memasukkan hasilnya langsung kedalam formulir SIG-IV. (nilai normal data masukkan lalu lintas). Beberapa kumpulan data masukan lalu lintas mungkin diperlukan untuk menganalisa periode-periode lainnya, seperti jam puncak pagi, siang, dan sore, jam lewat puncak dan sebagainya.

Hitung arus lalu lintas dalam smp/jam bagi masing-masing kendaraan untuk kondisi terlindung dan/ terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang di iijinkan) dengan menggunakan emp berikut:

Tabel 2.2 Ekvivalen kendaraan penumpang (emp) pada masing-masing pendekatan

TIPE KENDARAAN	SMP	
	PENDEKAT TERLINDUNG	PENDEKAT TERLAWAN
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

(Sumber : MKJI 1997)

Hitung arus lalu lintas QMV dalam keadaan kend/jam dan smp/ jam pada masing-masing pendekat untuk kondisi-kondisi arus berangkat terlindung dan/terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyaldan gerakan belok kanan yang diijinkan). Masukkan hasilnya pada kolom yang telah disediakan.

Hitung untuk masin-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri PLT dan rasio belok kanan PRT dan masukkan hasilnya pada baris yang sesuai untuk arus LT dan RT:

$$Plt = \frac{LT (smp/jam)}{total(smp/jam)} \quad Prt = \frac{LT (smp/jam)}{total(smp/jam)} \dots\dots\dots(17)$$

Hitung rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor QUM kend/jam dengan kendaraan bermotor QMV.

2.15 Penggunaan Sinyal

2.15.1 Penentuan Fase Sinyal

Biasanya pengaturan dua fase di coba sebagai kejadian dasar, karena biasanya menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah dibandingkan tipe fase sinyal lainnya dengan pengaturan fase yang biasadengan pengaturan konvensional. Arus berangkat belok kanan pada fase yang berbeda terpisah gerakan lurus langsung memerlukan lajur khusus terpisah.

kapasitas jika arus lalu lintas melebihi 200 smp/jam. Walau demikian, mungkin diperlukan keselamatan lalu lintas dalam keadaan tertentu.

2.15.2 Waktu Antar Hijau Dan Waktu hilang

- Tentukan waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada setiap akhir fase dan hasil waktu antar hijau (IG) per fase.
- Tentukan waktu hilang (LTI) sebagai jumlah dari waktu antar hijau per siklus.

Untuk analisa oprasional dan perencanaan di sarankan membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang seperti diuraikan dibawah. Pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perancang, (waktu antar hijau berikut + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal:

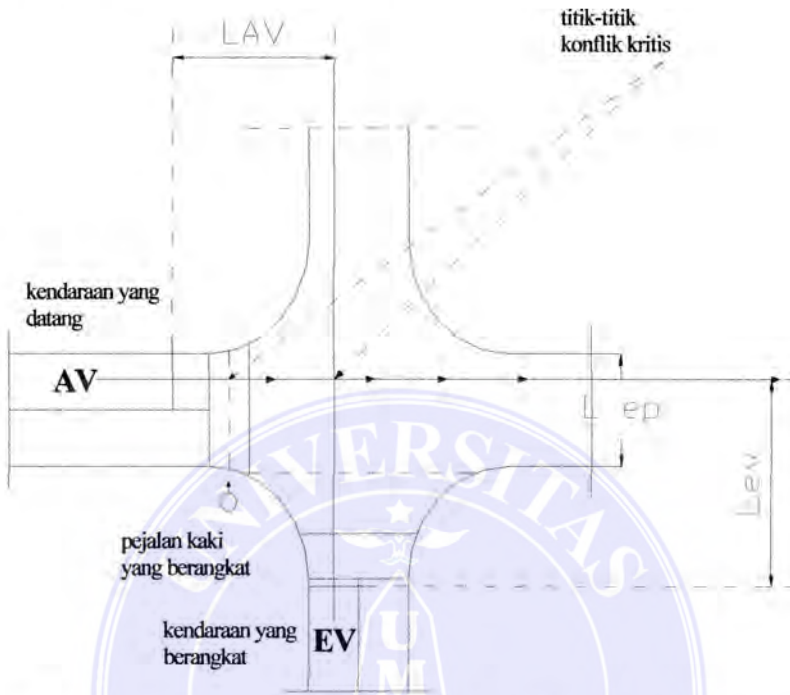
Tabel 2.3 Waktu antar hijau (kuning+merah semua)bedasarkan besar simpang.

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu anta-hijau
Kecil	6-9 m	4 detik/fase
Sedang	10- 14 m	5 detik/fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik/ fase

(Sumber : MKJI 1997)

Waktu merah semua yang di perlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi pengendara terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datag pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari

garisbatas sampai kekonflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat, pada gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4. Titik-titik konflik dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan(Sumber : MKJI,1997).

Titik konflik kritis pada masing-masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua terbesar :

$$MERAHSEMUA = \left[\frac{(LEV+IEV)}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \right] \dots\dots\dots(18)$$

Dimana :

LEV,LAV = jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

IEV = panjang kendaraan yang berangkat (m)

VEV,VAV = kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

Gambar 2.4 Menunjukkan kejadian dengan titik-titik konflik kritis yang di beri tanda bagi kendaraan-kendaraan maupaun para pejalan kaki yang memotong jalan.

Nilai-nilai yang di pilih untuk VEV, VAV dan IEV tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai-nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di indonesia akan hal ini.

Kecepatan kendaraan yang datang	VAV : 10 m/det (kend. Bermotor)
Kecepatan kendaraan yang berangkat	VEV : 10 m/det (kend. Bermotor)
	3 m/det (kend. Tak bermotor)
	1,2 m/det (pejalan kaki)
Panjang kendaaraan yang berangkat	IEV : 5 m (LV atau HV)
	2 m (MC atu UM)

Apabila priode merah semua untuk masing-masing fase telah ditetapkan, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dan waktu dari waktu-waktu antar hijau :

$$LTI = \Sigma(\text{merah semua} + \text{kuning}) = \Sigma IG \dots \dots \dots (19)$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di indonesia biasanya adalah 3,0 det.

2.16 Penentuan Waktu Sinyal.

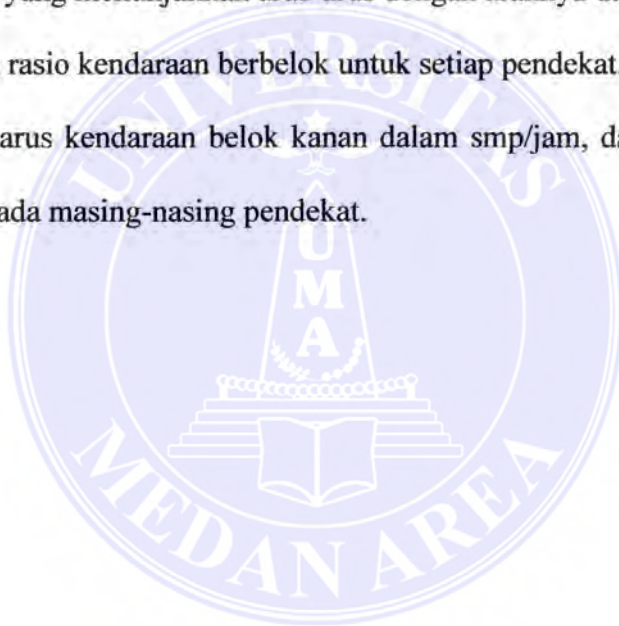
2.16.1 Tipe Pendekat.

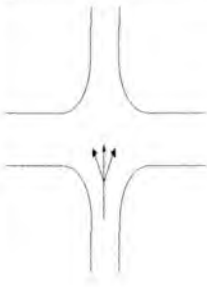
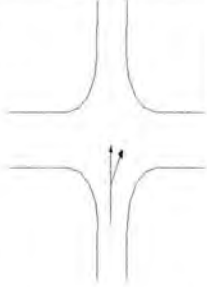
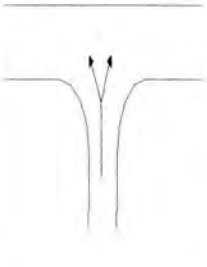


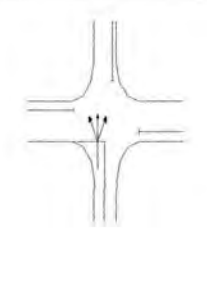
a. Masukan indentifikasi dari setiap pendekat dalam baris pada formulir SIG IV , apabila dua gerakan lalu lintas pada suatu pendekat di berangkatkan pada fase yang berbeda (misal, lalu lintas lurus dan lalu lintas belok kanan

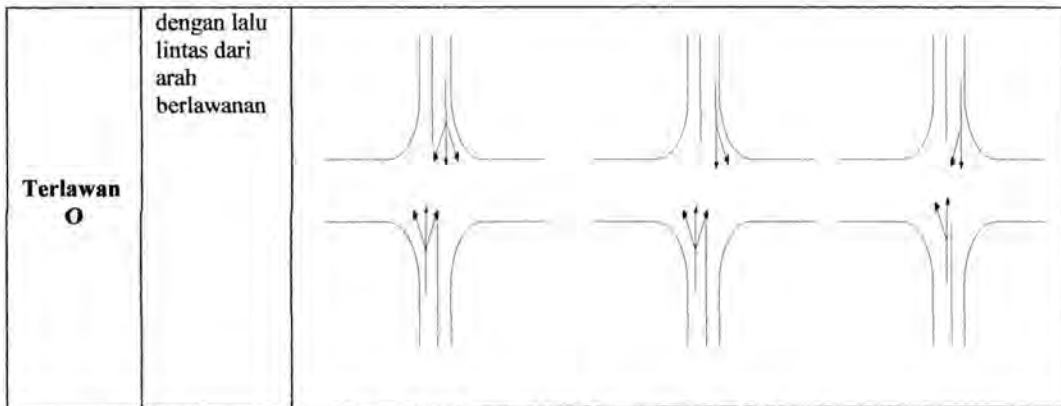
UNIVERSITAS MEDAN AREA dengan lajur terpisah), harus dicatat pada baris terpisah dan di perlukan

sebagai pendekat-pendekat terpisah dalam perhitungan selanjutnya. Apabila suatu pendekat mempunyai nyala hijau pada dua fase, dimana pada keadaan tersebut, tipe lajur dapat berbeda untuk masing-masing fase, satu baris di gunakan untuk mencatat data masing-masing fase, satu baris tambahan untuk memasukan hasil gabungan untuk pendekat tersebut.

- b. Tentukan tipe data setiap pendekat terlindung (P) atau terlawan (o) dengan bantuan gambar 2.3.1 di bawah, dan masukkan hasilnya pada kolom 3.
- c. Buatlah sketsa yang menunjukkan arus-arus dengan arahnya dalam smp/jam pada masukan rasio kendaraan berbelok untuk setiap pendekat.
- d. masukan data arus kendaraan belok kanan dalam smp/jam, dalam arahnya sendiri(QRT) pada masing-masing pendekat.



Tipe pendekat	keterangan	Contoh pola pendekat		
<p>Tertindungi P</p>	<p>Arus berangkat Tanpa konflik Dengan lalu lintas dari arus berlawanan</p>	<p>Jalan 1 arah</p>	<p>Jalan 1 arah</p>	<p>Simpang T</p>
				
	<p>Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas</p>			
				
	<p>Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah</p>			
				
	<p>Arus berangkat Dengan konflik</p>	<p>Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama, semua belok kanan tidak terbatas</p>		



Gambar 2.5 Penentuan tipe pendekat

(Sumber : MKJI, 1997)

2.16.2 Lebar Pendekat Efektif

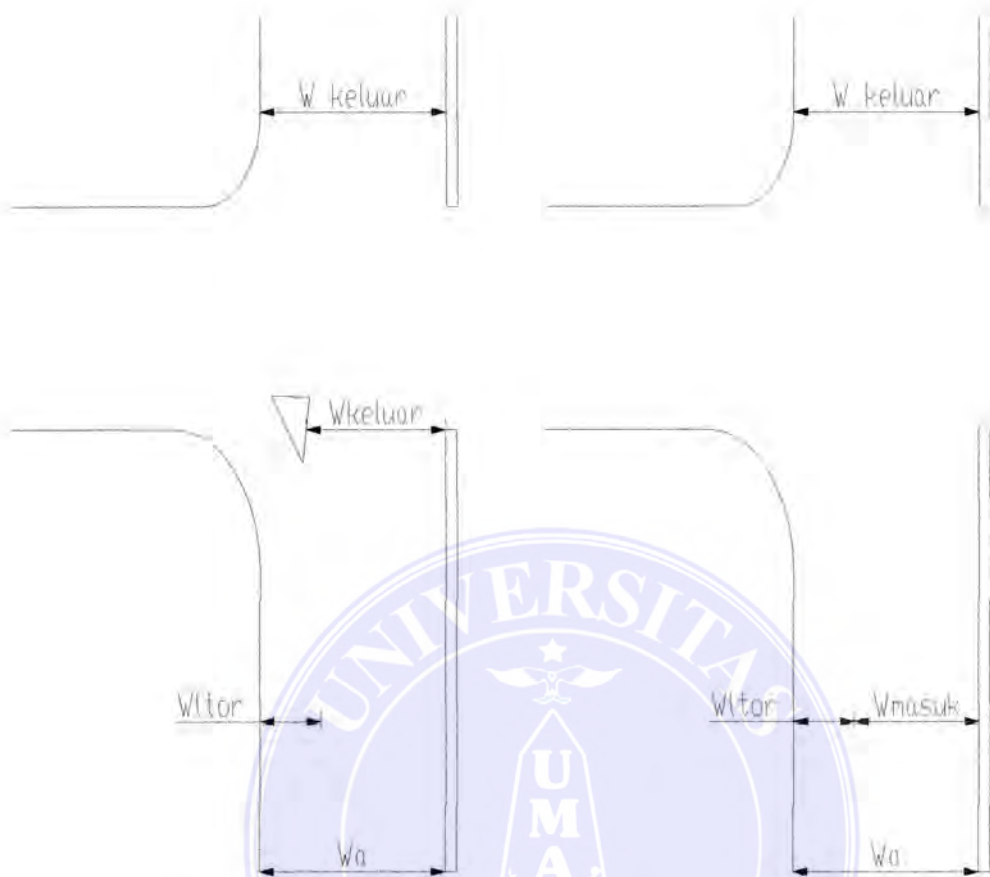
Tentukanlah lebar efektif (W_e) dari setiap pendekat berdasarkan informasi tentang lebar pendekat (W_a), lebar masuk (W_{masuk}) dan lebar keluar (W_{keluar}) dan rasio lalu lintas berbelok

1. Prosedur untuk pendekat tanpa belok kiri langsung (LTOR)

Periksa lebar keluar (hanya pendekat tipe P), jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - P_{lt} - P_{ltor})$, W_e sebaiknya di beri nilai baru yang sama dengan W_{keluar} , dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan ini hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja.

2. Prosedur untuk pendekat dengan belok kiri langsung (LTOR)

Lebar efektif W_e dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalu lintas, penentuan lebar masuk (W_{masuk}) sebagai mana di tunjukkan gambar 2.3.2, atau untuk pendekat tanpa pulau lalu lintas yang di tunjukan pada bagian kanan dari gambar, pada keadaan terakhir $W_{masuk} = W_a - W_{ltor}$, kedua persamaan ini dapat digunakan untuk kedua keadaan tersebut.



Gambar 2.6 Pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas.

(Sumber : MKJI, 1997)

- a. Jika $W_{ltor} \geq 2m$: dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR dapat mendahului antrian lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.
- b. Jika $W_{ltor} < 2 m$: dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnyadalam pendekat selama sinyal merah

2.16.3 Arus Jenuh Dasar.

Tentukan arus jenuh dasar(S_0) untuk setiap pendekatan seperti diuraikan

dibawah.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

a. Untuk pendekatan P (arus terlindung)

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

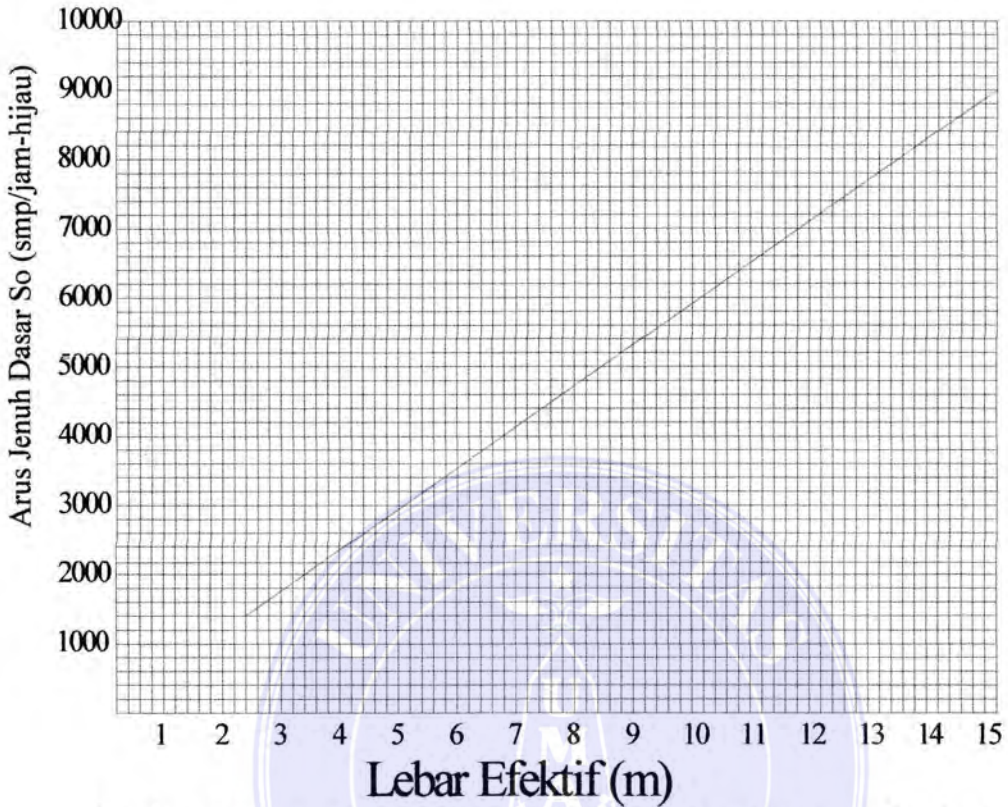
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

$$So = 600 \times We \text{ smp/jam hijau lihat gambar 2.7(20)}$$



Gambar 2.7 Arus Jenuh Dasar Untuk Pendekat tipe P (terlindung)
(Sumber : MKJI,1997)

2.16.4 Faktor Penyesuaian

a). Faktor penyesuaian berikut untuk arus jenuh untuk ke dua tipe pendekat P dan pendekat O sebagai berikut :

1. Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari tabel 2.4 sebagai fungsi dari ukuran kota.

Tabel 2.4 : Faktor penyesuaian ukuran kota.

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota
>3.0	1.05
1.0– 3.0	1.00
0.5 – 1.0	0.94
0.1 – 0.5	0.83
< 0.1	0.82



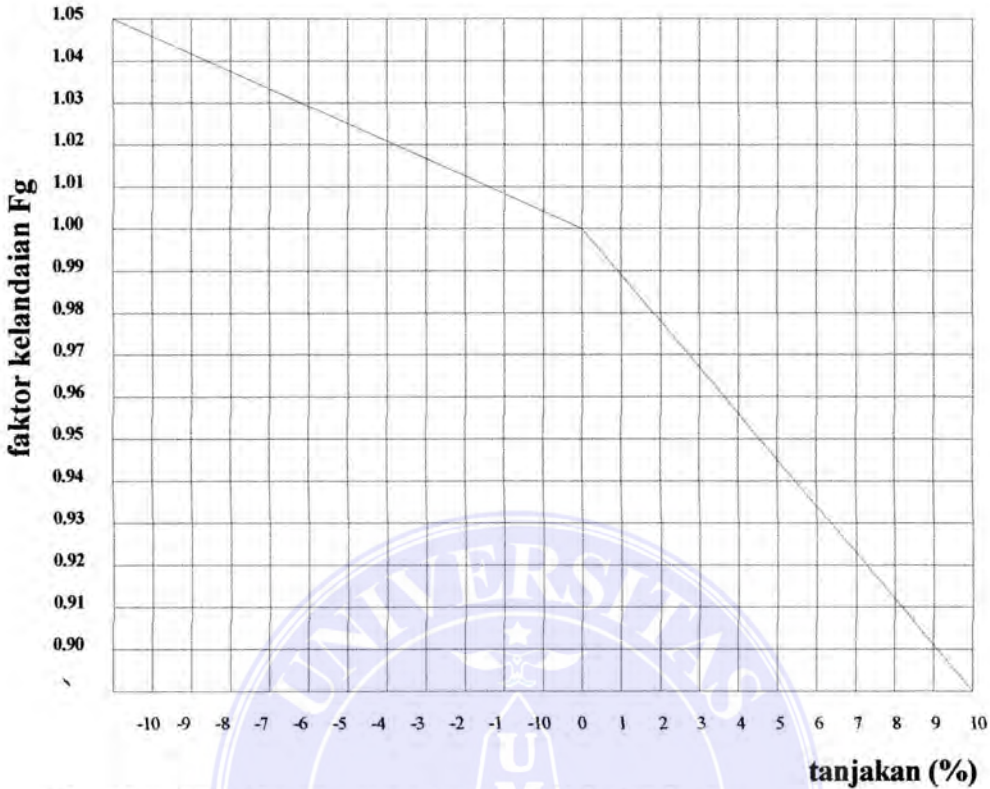
2. Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari tabel 2.5 sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor.

Tabel 2.5 faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (Fsf)

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	>0.25
(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	0.8	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
(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	0.91	0.91	0.88	0.85
Akses terbatas (RA)	Tinggi	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
	Sedang	Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88
	Rendah							

(Sumber :MKJI 1997)

3. Faktor kelandaian ditentukan dari gambar 2.10 sebagai fungsi dari kelandaian (GRAD).



Gambar 2.8 faktor penyesuaian untuk kelandaian
 (Sumber : MKJI, 1997)

4. Faktor penyesuaian parkir yang ditentukan dari gambar 2.3.4.1 sebagai fungsi jarak dari garis henti sebagai kendaraan yang di parkir pertama dan lebar pendekat. Faktor ini dapat juga di terapkan untuk kasuskasus dengan panjang lajur belok kiri terbatas. Ini tidak perlu di terapkan jika lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar.

Fp dapat juga dihitung dari rumus berikut yang mencakup pengaruh panjangwaktu hijau :

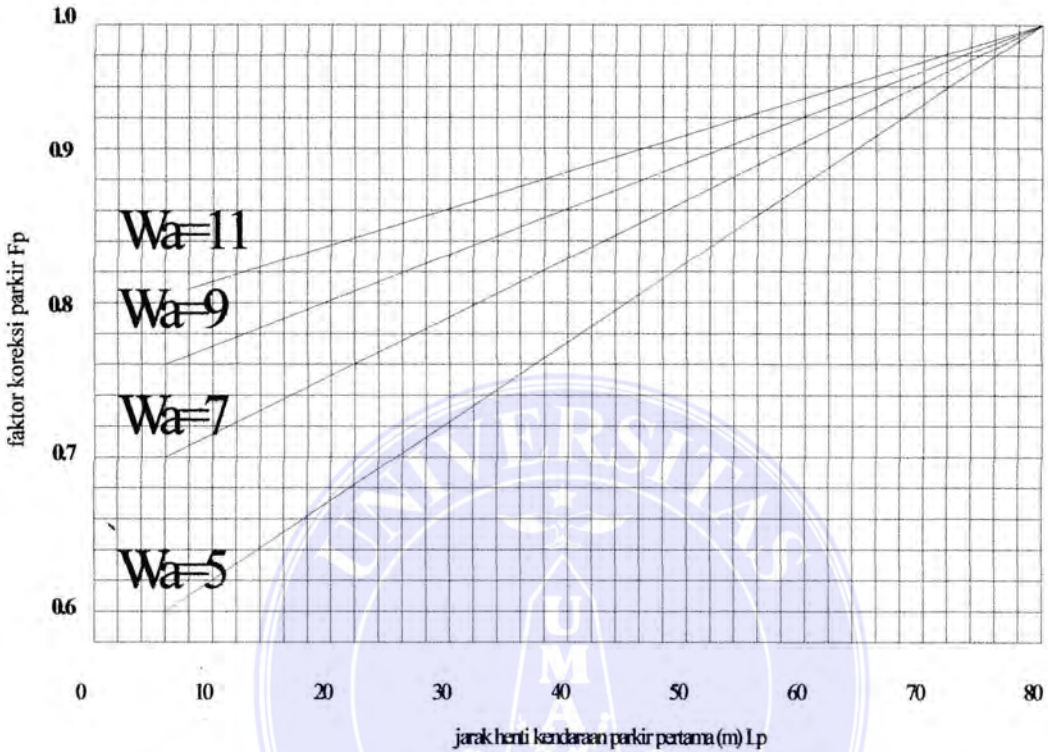
$$F_p = (L_p/3 - (W_a - 2) x (L_p/3 - g)) / g \dots\dots\dots(21)$$

Dimana :

L_p = jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m)

W_a = Lebar pendekat (m).

g = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det)



Gambar 2.9 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir Dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek (F_p)

(Sumber : MKJI, 1997)

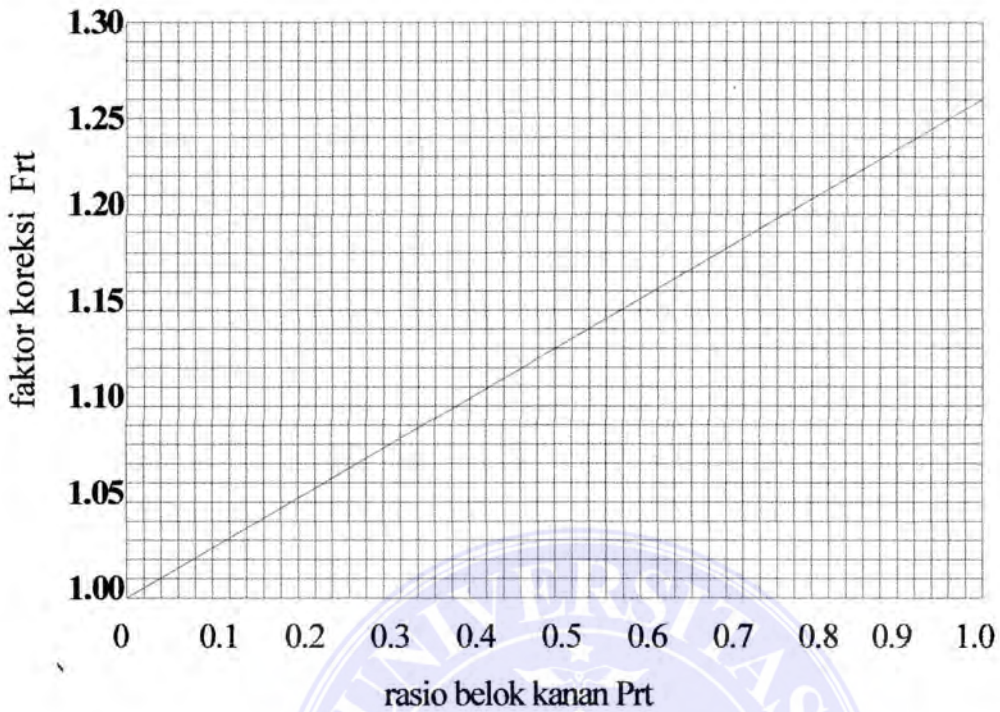
b). Tentukanlah faktor penyesuaian berikut untuk nilai arus jenuh dasar hanya untuk tipe pendekat terlindung Sebagai berikut :

a. faktor penyesuaian belok kanan (F_{rt}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan P_{rt} .

Hitung :

$$F_{rt} = 1.0 + P_{rt} \times 0.26 \dots\dots\dots(22)$$

Atau dapatkan nilainya dari gambar 2.10 di bawah ini



Gambar 2.10 faktor penyesuaian untuk belok kanan (Frt) hanya berlaku untuk pendekatan tipe p, jalan 2 arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.
 (Sumber : MKJI,1997)

Penjelasan :

Pada jalan dua arah tanpa median kendaraan bermotor belok kanan dari arus berangkat terlindung (pendekatan tipe P) mempunyai kecenderungan untuk memotong garis tengah jalan sebelum melewati garis henti ketika menyelesaikan belokannya. Hal ini menyebabkan peningkatan rasio belok kanan yang tinggi pada arus jenuh.

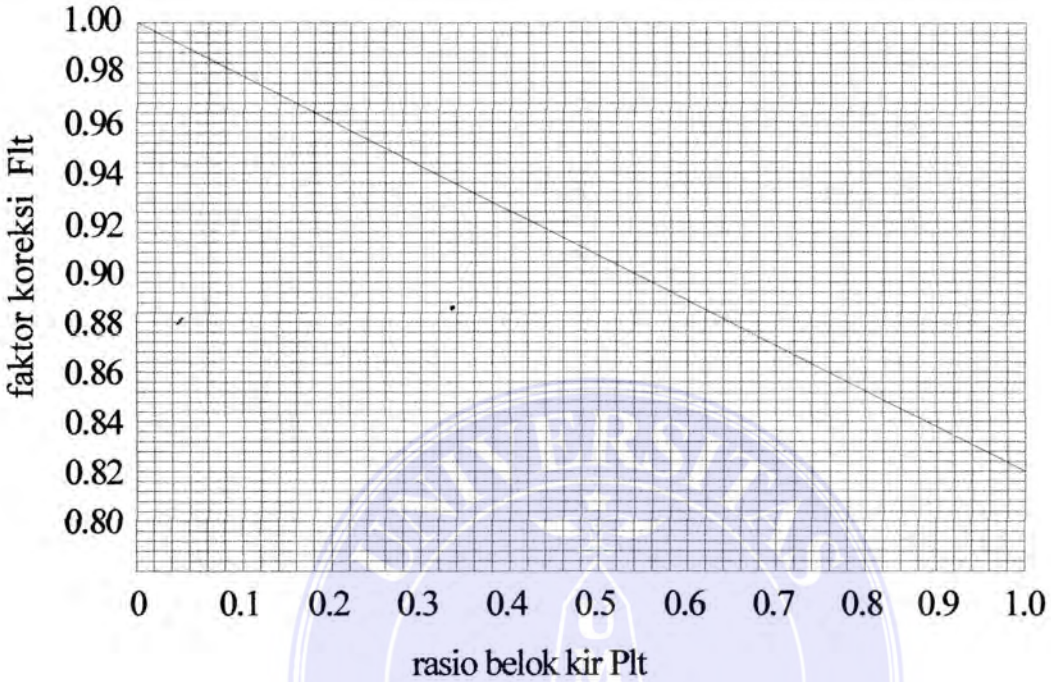
5. Faktor penyesuaian belok kiri (Flt) ditentukan sebagai rasio belok kiri.

Perhatikan : hanya untuk pendekatan tipe P tanpa LTOR, lebar efektif di tentukan oleh lebar masuk

Hitung :

$$Frt = 1.0 - Pr \times 0.16$$

Atau dapatkan nilainya dari gambar 2.11 di bawah



Gambar 2.11 Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri (Flt) (hanya berlaku untuk pendekat P tanpa belok kiri langsung, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk).
(Sumber : MKJI,1997)

Penjelasan :

Pada pendekat-pendekat terlindung tanpa penyediaan belok kiri langsung, kendaraan belok kiri cenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekat tersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat-pendekat terlawan (tipe O) pada umumnya lebih lambat, maka tidak diperlihatkan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri.

c) Tentukan nilai arus jenuh yang disesuaikan

Nilai arus jenuh yang disesuaikan dihitung sebagai berikut :

$$S = S_o \times P_{es} \times P_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \text{ smp/hijau} \dots\dots\dots(23)$$

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
 Document Accepted 12/12/23
 Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, yang harus jenuhnya telah di tentukan secara terpisah pada baris yang berbeda dalam tabel, maka nilai arus jenuh kombinasi harus di hitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

2.16.5 Rasio Arus / Rasio Arus Jenuh

Masukan arus lalu lintas masing-masing pendekat (Q) kedalam formulir SIG IV.

Perhatikan :

- a) Jika LTOR harus dikeluarkan dari analisa, hanyagerakan-gerakan lurus dan belok kanan saja yang dimasukkan dalam nilai Q.
- b) Jika $W_e = W_{keluar}$ hanya gerakan lurus saja yang di masukan dalam nilai Q.
- c) Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau dalam dua fase, yang satu untuk arus terlawan (O) dan yang lainnya harus terlindung (P), gabungan arus lalu lintas sebaiknya dihitung sebagai smp rata-rata berbobot untuk kondisi terlawan dan terlindung dengan cara yang sama seperti pada perhitungan arus jenuh .

1. Hiting rasio arus (FR) masing-masing pendekat.

$$FR = Q / S \quad \dots\dots\dots(24)$$

Beri tanda rasio arus kritis (Frcrit) pada masing-masing

2. Hitung rasio arus simpang (IFR) sebagai jumlah dari nilai FR yang di lingkari (Frcrit)

$$IFR = \sum (FR_{crit}) \quad \dots\dots\dots(25)$$

3. Hitung rasio fase (PR) masing-masing fase sebagai rasio antara FRcrit dan IFR.

$$PR = FR_{crit}/IFR \dots\dots\dots(26)$$

Dimana :IFR = Rasio Arus Simpang

PR = Rasio Fase

FRcrit = Rasio Arus Kritis

2.16.6 Waktu Siklus Dan Waktu Hijau.

a). waktu siklus sebelum penyesuain

Sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap, hitung waktu siklus :

$$Cua = (1.5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \dots\dots\dots(27)$$

Dimana :

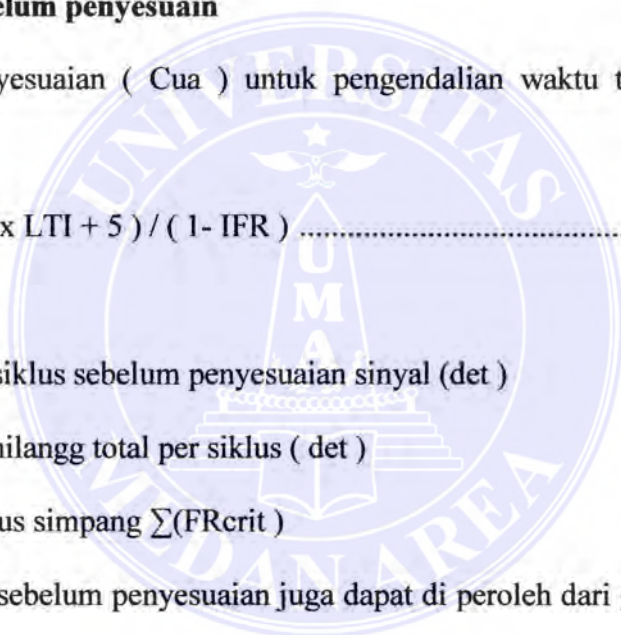
Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

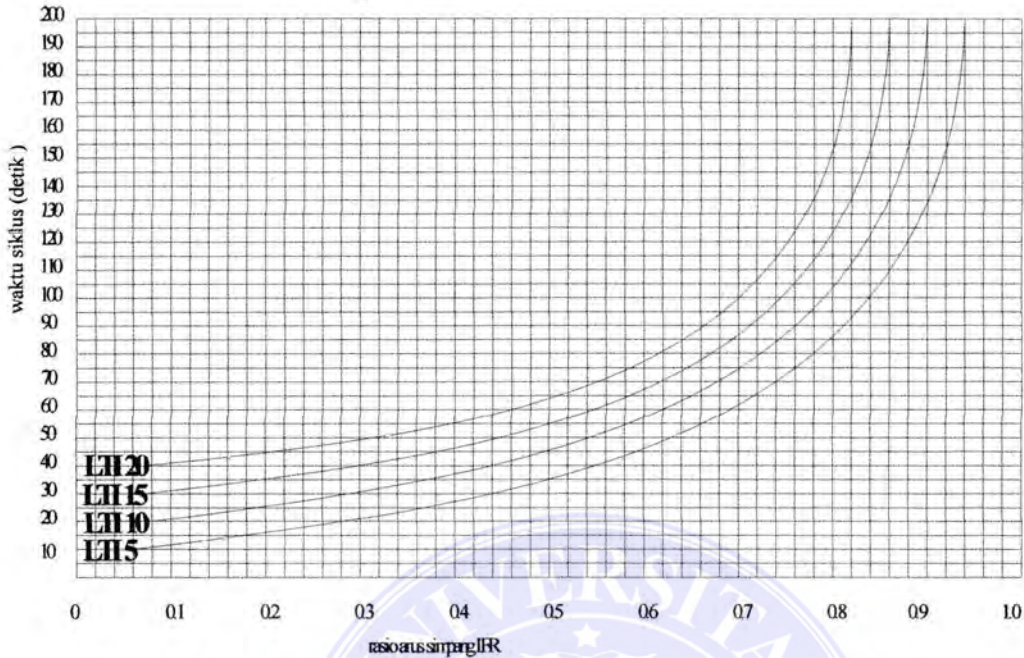
LTI = waktu hilangg total per siklus (det)

IFR = rasio arus simpang $\sum(FR_{crit})$

Waktu siklus sebelum penyesuaian juga dapat di peroleh dari gambar 2.12

di bawah:





Gambar 2.12 Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian

(Sumber : MKJI, 1997)

Jika alternatif rencana fase sinyal dievaluasi, maka yang menghasilkan nilai terendah dari $(IFR + LTI/c)$

Tabel 2.6 Waktu siklus yang di sarankan untuk keadaan berbeda.

Tipe pendekatan	Waktu siklus yang layak (det)
Pengaturan dua fase	40-80
Pengaturan tiga fase	50-100
Pengaturan empat fase	80-130

(Sumber : MKJI 1997)

Nilai-nilai yang lebih rendah di pakai untuk simpang dengan lebar jalan < 10 m, nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih lebar. Waktu siklus lebih rendah dari yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada simpang sangat besar, karena hal inisering kali

menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan.

b) Waktu Hijau.

Hitung waktu hijau (g) untuk masing-masing fase :

$$g = (Cua - LTI) \times PR \dots\dots\dots(28)$$

dimana :

- g = Tampilan waktu hijau pada fase (det)
- Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)
- LTI = Waktu hilang per siklus
- PR = Rasio fase $FR / \sum FR_{crit}$.

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyebrang jalan.

c) Waktu siklus yang di sesuaikan (c) berdasarkan pada waktu hijau dibulatkan dan waktu hilang (LTI)

$$c = \sum g + LTI \dots\dots\dots(29)$$

2.17 Kapasitas

Untuk penentuan kapasitas masing-masing pendekat. Dan pembahasan perubahan-perubahan yang harus dilakukan jika kapasitas tidak mencukupi.

Hitung masing-masing pendekat.

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(30)$$

Dimana nilai S telah didapat dari perhitungan sebelumnya

Hitung derajat kejenuhan masing-masing pendekat.

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(31)$$

Jika penentuan waktu sinyal sudah dikerjakan dengan benar, derajat kejenuhan akan hampir sama dalam semua pendekat.

2.17.1 Keperluan untuk perubahan.

Jika waktu siklus yang dihitung lebih besar dari batas atas yang disarankan pada bagian yang sama, derajat kejenuhan (DS) umumnya lebih tinggi dari 0.85. Hal ini berarti bahwasimpang tersebut mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak. Kemungkinan untuk menambah kapasitas simpang melalui salah satu dari tindakan berikut, oleh karenanya harus dipertimbangkan

a) Penambahan lebar pendekat.

Jika mungkin untuk menambah lebar pendekat, pengaruh terbaik dari tindakan seperti ini akan di peroleh jika pelebaran dilakukan pada pendekat-pendekat dengan nilai FR kritis tertinggi.

b) Perubahan fase sinyal.

Jika pendekat dengan arus berangkat terlawan (tipe O) dan rasio belok kanan (Prt) tinggi menunjukkan nilai FR kritis yang tinggi ($FR > 0.8$), suatu rencana fase alternatif dengan fase terpisah untuk lalu lintas belok kanan mungkin akan sesuai. Penetapan fase terpisah untuk lalu lintas belok kanan mungkin harus di sertai dengan tindakan pelebaran juga.

Jika simpang di oprasikan dengan empat fase dengan arus berangkat terpisah dari masing-masing pendekat, karena rencana fase yang hanya dengan dua fase mungkin memberikan kapasitas lebih tinggi, asalkan gerakan-gerakan berbelok kanan tidak terlalu tinggi (< 200 smp/jam).

c) **Pelarangan gerakan-gerakan belok kanan**

Pelarangan bagi satu atau lebih gerakan belok kanan biasanya menaikkan kapasitas, terutama jika hal ini menyebabkan pengurangan jumlah fase yang diperlukan. Walaupun demikian perancangan manajemen lalu lintas yang tepat, perlu untuk memastikan agar perjalanan oleh gerakan belok kanan yang akan dilarang tersebut dapat di selesaikan tanpa jalan pengalihan yang terlalu panjang dan mengganggu simpang yang terdekat.

2.18 Perilaku lalu lintas.

Langkah ini meliputi perilaku lalu lintas pada simpang bersinyal berupa panjang antrian jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

2.18.1 Persiapan.

- a. Masukan informasi-informasi yang di perlukan.
- b. Masukan kode pendekatan pada formulir SIG untuk pendekat pada keberangkatan lebih dari satu fase hanya satu baris untuk gabungan fase yang di masukan.
- c. Masukan nilai kapasitas masing-masing pendekat.
- d. Masukan nilai derajat kejenuhan (DS) pada masing-masing pendekat.
- e. Hitung rasio hijau (GR) masing-masing pendekat dan hasil penyesuaian yang telah didapat.
- f. Masukkan arus total dari seluruh gerakan LTOR dalam smp/jam yang di peroleh sebagai jumlah dari seluruh gerakan LTOR.
- g. Masukkan perbedaan antara arus masuk dan keluar (Qadj) pendekat yang lebar keluarnya telah menentukan lebar efektif pendekat.

2.18.2 Panjang antrian.

Gunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase sebelumnya, dengan menggunakan rumus atau gambar 2.13 dibawah.

$$NQ1 = 0.25xCx \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8x(DS-0,5)}{c}} \right] \dots\dots\dots(32)$$

Untuk $DS \leq 0,5 : NQ = 0$

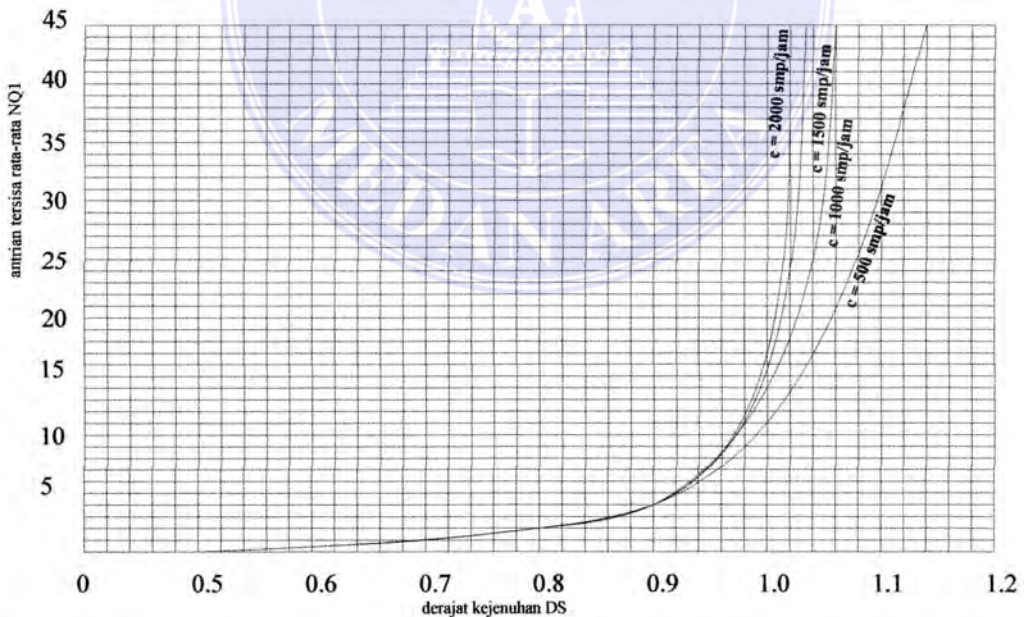
Dimana :

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

GR =Rasio hijau

C = Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (s x GR)



Gambar 2.13Jumlah kendaraan antri (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1)
(sumber : MKJI, 1997)

Hitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ2).

$$NQ2 = cx \frac{1-GR}{1-GRxDS} x \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(33)$$

Dimana :

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

C = Waktu siklus (det)

Qmasuk= Arus lalu lintas di tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)

Catatan: jika lebar keluar lalu lintas dan arus lalu lintas telah digunakan pada penentuan waktu sinyal, arus yang di catat adalah = Qkeluar yang digunakan pada rumus diatas.

Penyesuaian arus Qpeny = $\sum(Qmasuk + Q keluar)$

Dapatkan jumlah kendaraan antri:

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots\dots(34)$$

Gunakan gambar 2.1.0 di bawah, untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih Pol (%), untuk perancangan dan perencanaan disarankan $Pol \leq 5 \%$, untuk oprasi suatu nilai $Pol= 5- 10 \%$ mungkin dapat diterima.

Hitung panjang antran (QL) dengan mengalikan Qmax dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ($20 m^2$) kemudian bagilah dengan lebar masuknya dan masukkan hasilnya.

$$QL = \frac{NQmaxx 20}{Wmasuk} \dots\dots\dots(35)$$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Orientasi wilayah

Secara geografis, wilayah Kota Medan berada antara 3°30' – 3°34' LU dan 98°35' – 98°44' BT dengan luas wilayah 265,10 Km², menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Sampali, suhu minimum berkisar antara 23,3°C – 24,1°C dan suhu maksimal berkisar antara 31,0°C – 33,1°C dan kelembaban udara Kota Medan rata – rata berkisar antara 84 – 85 %. Kecepatan angin rata – rata sebesar 0,48 m/sec, sedangkan rata – rata total laju penguapan tiap bulannya 104,3 mm. Batas – batas Kota Medan sebagai berikut :

- Batas Utara : Kabupaten Deli Serdang dan Selat Malaka
- Batas Selatan : Kabupaten Deli Serdang
- Batas Timur : Kabupaten Deli Serdang
- Batas Barat : Kabupaten Deli Serdang

Topografi Kota Medan cenderung miring ke Utara dan berada pada ketinggian 2,5 – 37,5 meter dari permukaan laut.

3.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih adalah simpang bersiyal berlengan empat dengan pergerakan arus lalu lintas yang keluar masuk pada ke-empat lengannya. Persimpangan yang diteliti merupakan pertemuan ruas jalan simpang empat (Jln, Letda Sujono – Jln, Aksara dan Jln, Selamat Ketaren – Jln, Mandala By Pass) yang berada di kota Medan, sketsa simpang seperti gambar 3.1 dan 3.2 berikut.



Gambar 3.1 : Peta Lokasi studi .



Gambar 3.2 : Gambar lokasi penelitian

Sumber : Survei pendahuluan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

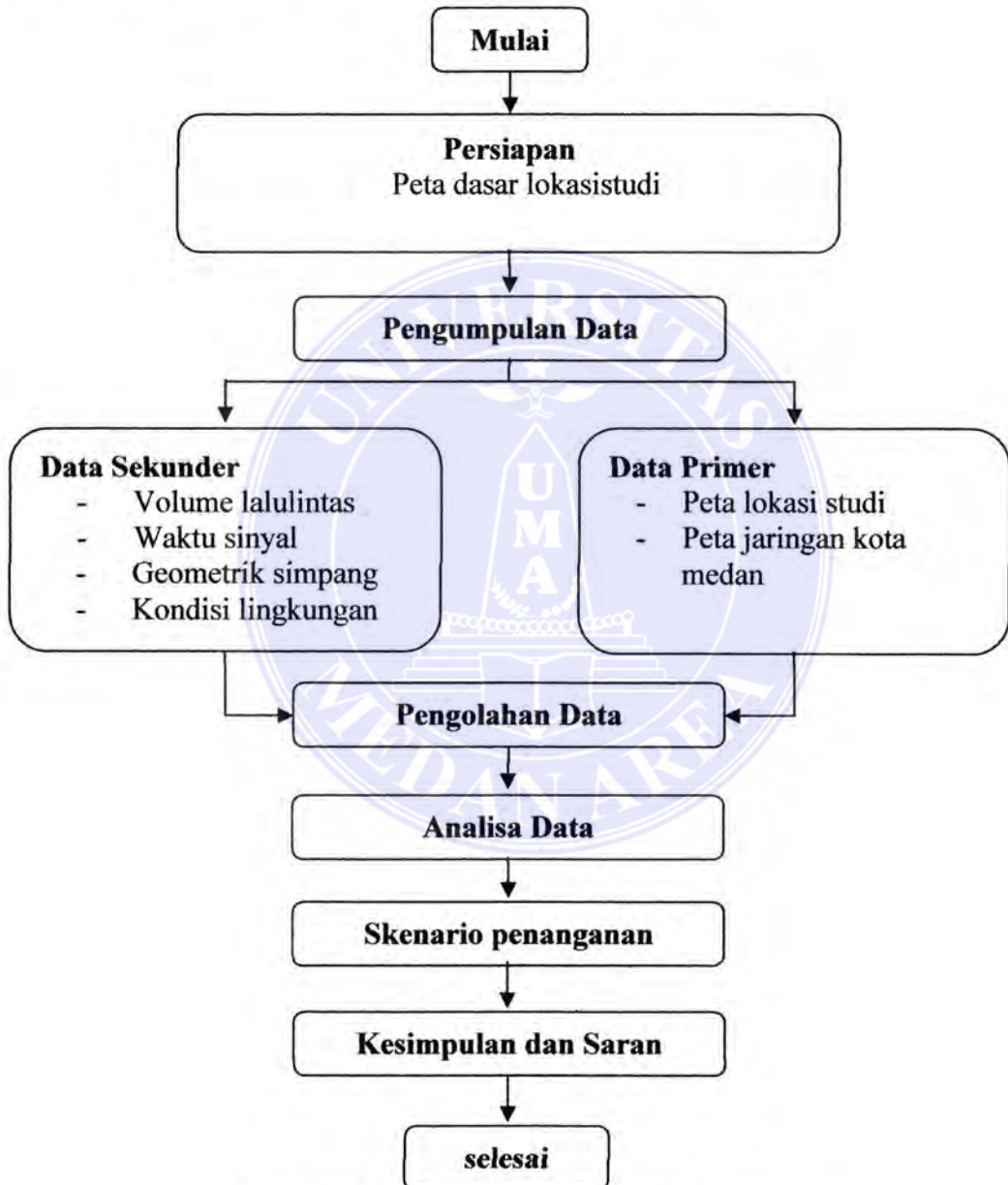
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

3.2 Tahapan pekerjaan

Sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini serta pertimbangan batasan dan ruang lingkup penelitian, maka rencana pelaksanaan penelitian akan mengikuti bagan alir seperti pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Bagan alir tahapan pekerjaan

Rencana pelaksanaan pekerjaan tersusun atas tahapan pekerjaan sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan
2. Tahapan pengumpulan data
3. Tahapan pengolahan data
4. Tahapan analisa data
5. Tahapan penentuan penanganan
6. Tahapan penetapan bentuk penanganan terpilih.

3.3 Tahapan persiapan

Tahapan ini menyangkut pengumpulan data dan analisa awal untuk menentukan lokasi studi, jenis – jenis data yang akan disurvei dan metode yang digunakan untuk survey lapangan serta persiapan formulir isian survey sesuai dengan jenis survei yang akan dilakukan.

Sebelum dilakukan survey lapangan, diperlukan data sekunde rawal yang digunakan sebagai pendukung dalam analisa awal, data - data tersebut meliputi:

1. Peta dasar dan administrasi lokasi studi
2. Peta jaringan jalan eksesting Lokasi

3.4 Tahapan pengumpulan data

Tahapan pengumpulan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan sesuai dengan jenis dan kebutuhan data-data tersebut, secara terperinci dua tahapan tersebut meliputi :

- a. Pengumpulan data skunder
- b. Pengumpulan data primer.

3.4.1 Pengumpulan data sekunder.

Data sekunder merupakan data atau informasi yang tersusun dan terukur yang sesuai dengan kebutuhan maksud dan tujuan penelitian ini.

Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literature melalui journal-journal , teks book dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang dikumpulkan langsung dari perpustakaan dan informasi internet serta diperoleh dari dinas terkait seperti, Dinas Perhubungan darat, Dinas Pekerjaan umum Tk II Medan Bappeda Tk I Sumatera Utara , Pemko Medan serta Badan Pusat Statistik (BPS) Tk I Sumatera Utara.

Data Sekunder yang diperlukan diantaranya :

- a. Prasarana Disekitar jaringan jalan yang di tinjau.
- b. Petadasardanadministrasilokasistudi
- c. Peta jaringan jalan eksisting kota Medan
- d. Kondisi jaringan jalan eksesting kota Medan
- e. Data eksisting operasional ruas jalan pada lokasi studi.
- f. Rencana dan data terkait lainnya.

3.4.2 Pengumpulan data primer (datalapangan)

Pada penelitian ini data primer atau data lapangan di kumpulkan langsung melalui survei-survei lapangan.Jenis survei yang dilakukan untuk mengumpulkan data primer atau data lapangan adalah :

1. Survei volume lalu lintas persimpangan
2. Survei geometrik persimpangan
3. Survei jumlah fase di persimpangan

3.4.2.1 Survei volume lalulintas .

Variasi lalulintas biasanya berulang(cyclical) mungkin jam-an, harian, atau musiman. Pemilihan waktu survei yang pantas tergantung dari tujuan survei. Untuk menggambarkan kondisi lalulintas pada jam puncak, maka survei dilakukan pada jam-jam sibuk seperti pagi hari yang dimulai pada pukul 07.00 wib s/d 09.00 wib, pada siang hari dilakukan pada pukul 11.00 wib s/d 13.00 wib dan sore hari dilakukakan pada pukul 16.00 s/d 18.00 wib. Survei tidak dilakukan pada saat lalulintas di pengaruhi oleh kejadian yang tidak biasanya, seperti saat terjadinya kecelakaan lalulintas, hari libur nasional ,perbaikan jalan dan bencana alam.

Untuk mendapatkan fluktuasi arus lalulintas di ruas-ruas jalan dan persimpangan di dalam jaringan jalan yang di tinjau idealnya dilakukan survei di setiap ruas jalan selama satu tahun penuh, namun pengambilan data ini hanya bisa dilakukan dengan cara manual. Survei pencatatan lalulintas manual dilakukan dengan menghitung setiap kendaraan disetiap fase dan dicatat dalam formulir yang telah disediakan. Pengisian formulir disesuaikan dengan klasifikasi kendaraan dengan interval waktu setiap 15 menit secara terus menerus selama 2 jam pertama dimulai pukul 07.00 s/d 09.00, dan jam kedua dimulai pukul 11.00 s/d 13.00 selanjutnya 2 jam terakhir pada pukul 16.00 s/d 18.00 wib . Secara umum tidak terdapat petunjuk dalam menentukan jumlah surveior yang dibutuhkan dalam suatu survei, akan tetapi sebagai gambaran kasar setiap surveior mampu menangani sekitar 500 sampai 600 kendaraan per jamnya.

Berdasarkan ”*Tata Cara Pelaksanaan Survei Perhitungan lulu Lintascara manual, No.016/T/BNKT/1997*” adalah sebagai berikut;

1. **Kendaraan berat**, meliputi: bus, truk 2 as, truk 3 as dan kendaraan lain sejenisnya yang mempunyai berat kosong lebih dari 1,5 ton.
2. **Kendaraan ringan**, meliputi: sedan, taksi, mini bus (mikrolet), serta kendaraan lainnya yang dapat dikategorikan dengan kendaraan ringan yang mempunyai berat kosong kurang dari 1,5 ton.
3. **Kendaraan tidak bermotor**, yaitu kendaraan yang tidak menggunakan mesin, misalnya: sepeda, becak dayung, dan lain sebagainya.
4. **Becak mesin**, yaitu sepeda motor dengan gandengan di samping.
5. **Sepeda motor**, yaitu kendaraan beroda dua yang di gerakkan dengan mesin.

Pencacahan volume lalu lintas ini dilakukan baik diruas jalan maupun dipersimpangan, namun mengingat jumlah simpang yang ada pada lokasi studi sangat banyak maka dipilih ruas jalan dan persimpangan utama saja dilokasi studi yang menjadi jalan masuk dan keluar wilayah studi.

3.4.2.2 Survei geometrik ruas jalan dan persimpangan.

Rangkaian kegiatan survei ini adalah pengukuran geometrik ruas jalan dan persimpangan seperti pengukuran lebar lajur pada ruas jalan, median jalan, lebar trotoar serta mengidentifikasi jumlah rambu-rambu yang ada dan prasarana lainnya sehingga dihasilkan , suatu data yang sesuai dengan kebutuhan pada saat perhitungan dan analisa data kelak.

Begitu juga halnya dengan persimpangan pengukuran meliputi lebar ruas jalan atau lebar efektif tngan simpang, lebar pasilitas belok kiri langsung, lebar

masuk pada masing-masing lengan simpang serta lebar keluar masing masing lengan simpang juga pengukuran meliputi mencatat waktu traffic signal seperti lamanya waktu hijau, lamanya waktu kuning, lamanya waktu merah dan bentuk fase pergerakan persimpangan, serta data-data lainnya sesuai dengan kebutuhan pada perhitungan dan analisa data kelak.

3.4.2.3 Survei jumlah fase dan waktu sinyal di persimpangan

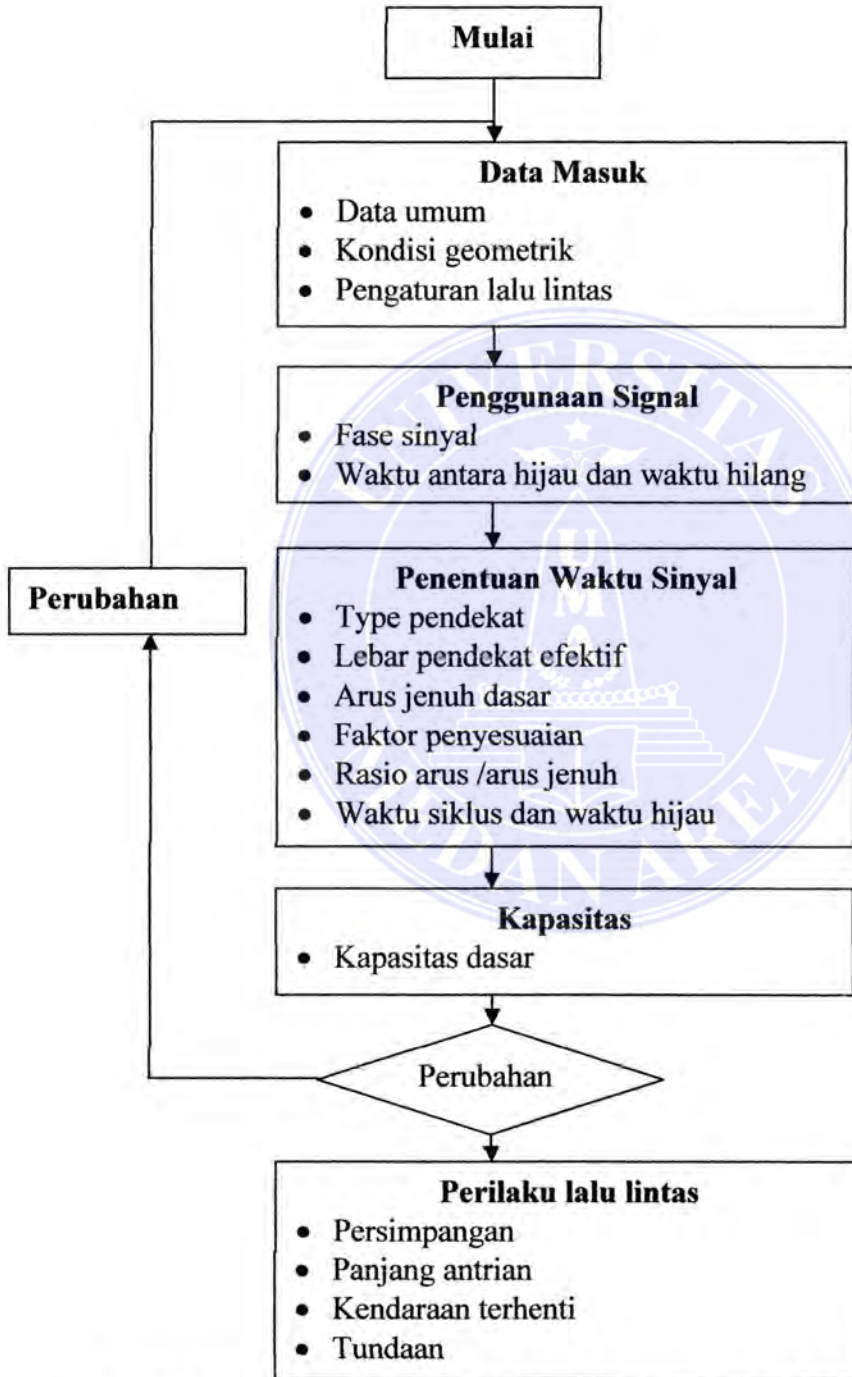
Survei fase pergerakan arus lalu lintas dilokasi studi bersamaan dengan pengumpulan data arus lalu lintas dipersimpangan yang diamati. Jumlah fase dan waktu sinyal hijau, kuning dan merah dikumpulkan sesuai dengan kondisi eksisting.

3.5 Tahap pengolahan data

Tahapan ini meliputi pentabulasian data-data hasil survei ,penetapan jam puncak volume lalulintas dan perhitungan dengan metode MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia)' february 1997.

3.5.1 Perhitungan Persimpangan.

Bagan alir prosedur perhitungan untuk menentukan parameter kinerja pada persimpangan bersinyal dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut,



Gambar 3.4 Bagan alir perhitungan persimpangan bersinyal

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)12/12/23

3.6 Tahapan analisa data

Tahapan ini merupakan tahapan membandingkan hasil perhitungan dengan kinerja persilangan berdasarkan derajat kejenuhan (D) untuk diperoleh bentuk penanganan yang sesuai dengan kebutuhan.

Skenario analisa dan juga merupakan alternatif bentuk penanganan pada persimpangan meliputi,

1. Analisa dengan data arus lalu lintas eksesting, geometri eksesting, fase eksesting, pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang.
2. Analisa dengan data arus lalu lintas eksesting, geometri eksesting, fase dirubah menjadi 2 fase , pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang.
3. Analisa dengan data arus lalu lintas eksesting, merubah geometri persimpangan, fase eksesting, pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dilapangan dan hasil analisa perhitungan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jln Letda sujono dengan Jln Aksara, dan Jln Mandala By PASS dengan Jln Selamat Ketaren saat ini memiliki Tundaan yang Tinggi ini dapat dilihat dari hasil perhitungan nilai Tundaan (D) pada simpang Utara (Jl.Selamat ketaren) sebesar 121,3, Selatan (Jl.Mandala By PASS) sebesar 125,8, Barat (Jl.Letda Aksara) sebesar 124,6, dan untuk Timur (Jl.Letda Sujono). Dan untuk tundaan (D) Rata – rata terbesar Terjadi pada Pendekat Selatan Sebesar 125,8 dan terkecil Terjadi pada Pendekat Barat sebesar 121,3.
2. Kondisi persimpangan Jln Letda sujono dengan Jln Aksara, dan Jln Mandala By PASS dengan Jln Selamat Ketaren saat ini tidak memadai untuk menampung arus lalu lintas yang ada, Hal ini dapat dilihat dari Derajat kejenuhan Utara (Jl.Selamat Ketaren) sebesar 0,943, Selatan (Jl.Mandala By Pass) sebesar 1,663, Barat (Jl.Letda Sujono) sebesar 1,511, dan Timur (Jl.Aksara) sebesar 1,364. Dimana hasil ini melebihi batas maksimal Derajat Kejenuhan 0,85. Hal ini berarti persimpang ini memiliki kapasitas simpang yang kurang baik. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu adanya dilakukan perubahan – perubahan disimpang tersebut.
3. Panjang antrian QL tertinggi terjadi pada Persimpangan Pendekat Timur (Jl.Letda Sujono) sebesar 332,5 M, Selatan (Jl.Mandala By PASS) sebesar 332 M, Barat (Jl.Aksara) sebesar 292 M, dan Utara (Jl.Selamat Ketaren) sebesar 50 M.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/12/23

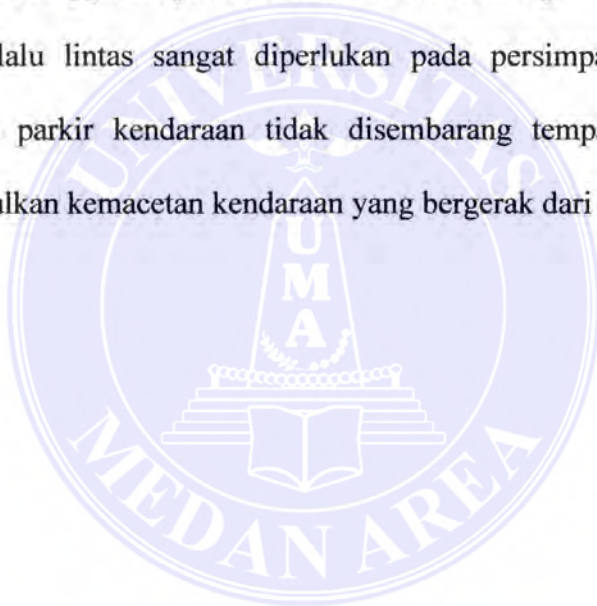
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (Repository.uma.ac.id)12/12/23

5.2 Saran

Untuk memperbaiki kondisi pelayanan dipersimpangan ada beberapa hal yang disarankan sehubungan dengan hasil yang diperoleh pada analisis ini adalah :

1. Dengan hasil yang diperoleh dari penelitian bahwa kapasitas ruas jalan tidak memadai dipersimpangan jalan tersebut, karena itu perlu adanya dilakukan perubahan geometrik persimpangan.
2. Pergerakan arus lalu lintas belok kiri LTOR diperkenankan disetiap simpang sehingga derajat kejenuhan akan berkurang.
3. Rambu lalu lintas sangat diperlukan pada persimpangan ini agar penataan parkir kendaraan tidak disembarang tempat karna dapat menimbulkan kemacetan kendaraan yang bergerak dari lampu Hijau.



DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kotamadya Medan ,2013 “ *Medan dalam angka*” Medan.

Clarkson H Oglesby & R Gary Hicks,1990 “*Teknik jalan raya*” Edisi Keempat
Penerbit Erlangga, Jakarta

Direktorat Jenderal bina Marga, Februari 1997 “*Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*” , Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

F.D,1995 “*Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*” , Edisi kedua Penerbit Universitas
Gajah Mada, Yogyakarta.

Hobbs,F.D,1995 “*Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*” , Edisi kedua Penerbit
Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Morlok, Edward K, 1985 “*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*” ,
Penerbit Erlangga, Jakarta.