

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL PADA  
KAWASAN PERSIMPANGAN JL. AHMAD YANI – JL.KAMPUNG  
BARU RANTAU PRAPAT  
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**RUDI HARDIANSYAH**  
**1107210175**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2017

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rudi Hardiansyah

Tempat /Tanggal Lahir : Siluman / 12 November 1992

NPM : 1107210175

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Kawasan Persimpangan Jalan Ahmad Yani – Jalan Kampung Baru Rantau Prapat”,

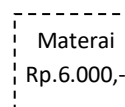
bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2017

Saya yang menyatakan,



Rudi Hardiansyah

## ABSTRAK

### EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL PADA KAWASAN PERSIMPANGAN Jl. AHMAD YANI – Jl. KAMPUNG BARU RANTAU PRAPAT

#### (STUDI KASUS)

Rudi Hardiansyah

1107210175

Ir. Zurkiyah, MT

Ir. Sri Asfiati, MT

Masalah lalu lintas sering dijumpai di kota-kota di Indonesia, contohnya Kota Rantau Prapat. Masalah kemacetan dan keramaian lalu lintas sering terjadi pada persimpangan jalan, khususnya pada persimpangan tidak bersinyal, persimpangan Jl. Ahmad Yani – Jl. Kampung Baru Rantau Prapat. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu semakin meningkatnya volume lalu lintas dan banyaknya para pengendara yang tidak mematuhi peraturan lalu lintas. Menganalisa kepastian dan tingkat kinerja suatu simpangan tidak bersinyal maka dilakukan data-data dari lapangan, berupa data geometrik simpang (lebar tiap kaki simpang), jenis dan jumlah kendaraan yang melintasi persimpangan setelah dikalikan dengan angka ekivalensi dari masing-masing kendaraan, sehingga diperoleh keseragaman dalam satuan mobil penumpang (smp). Kemudian dihitung kapasitas dan tingkat kinerja persimpangan yang meliputi derajat kejenuhan dan tundaan simpangan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Hasil analisa yang diperoleh, nilai kapasitas (C) dari tujuh hari pengamatan, nilai terbesar yaitu 3228,24 smp/jam pada hari Senin pukul 16.00-18.00 WIB, derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,215 det/smp pada hari Selasa pukul 16.00-18.00 WIB, dan tundaan simpang sebesar 6,687 det/smp pada hari Selasa pukul 16.00-18.00 WIB. Maka diperoleh kapasitas pada persimpangan Jl. Ahmad Yani – Jl. Kampung Baru Rantau Prapat tidak layak menampung volume lalu lintas, karena melebihi dari kapasitas dasar persimpangan. Untuk menanggulangi kemacetan pada persimpangan maka perlu dibuat rambu lalu lintas berupa *traffic light*.

Kata kunci: Kinerja persimpangan, derajat kejenuhan, tundaan simpangan.

## **ABSTRACT**

### **PERFORMANCE EVALUATION IS NOT SIGNALIZED INTERSECTION AT THE CROSSROADS JL. AHMAD YANI – JL. KAMPUNG BARU RANTAU PRAPAT**

#### **(CASE STUDY)**

Rudi Hardiansyah

1107210175

Ir. Zurkiyah, MT

Ir. Sri Asfiati, MT

*Traffic problems are common in cities in Indonesia, such as Rantau Prapat. The problem of traffic jams and crowds often occur at crossroads, especially at intersection is not signalized, intersection Jl. Ahmad Yani – Jl. Kampung Baru Rantau Prapat. This is influenced by several factors the increasing volume of traffic and the number of motorists do not obey the traffic rules. Analyzing certainty and the level of performance of a deviation not signalized then do the data from the field, in the form of geometrical data intersections (width of each leg intersection), the type of number of vehicles that cross the intersection after multiplied by the equivalence of each vehicles, in order to obtain uniformity in unit of cars passengers (smp). Then calculated the capacity and performance levels intersections that include degree of saturation and delay deviation method Highway Capacity Manual Indonesia (MKJI 1997). The results of analysis are obtained, the value of capacity (C) of the seven days of observation, the greatest value is 3228,24smp/hour on Monday at 04.00-06.00 pm, the degree of saturation (DS) of 0,215on Tuesday at 04.00-06.00 pm, and delay the intersection of 6,687sec/smp on Tuesday at 04.00-06.00 pm. The obtained capacity at a crossroads Jl. Ahmad Yani – Jl. Kampung Baru Rantau Prapat is not feasible to accommodate the volume of traffic, because exceeds the capacity of the base junction. To tackle congestion at the intersection, the traffic signs need to be made in the form of light signals.*

*Keywords: Performance intersection, the degree of saturation, delay deviation.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Kawasan Persimpangan Jalan Ahmad Yani – Jalan Kampung Baru Rantau Prapat" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Zurkiyah, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Sri Asfiati, MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Andri ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal ST, MSc yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipil kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Sugito, dan Udur Panjaitan, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Sahabat-sahabat penulis: Bayu Lutfi, Ismail, Fajar Ramadhan, Muhammad Andri, Gilang Azhari, Ikhrom Riotama, Dicky Suci Ramadhani danlainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, September 2017

Rudi Hardiansyah

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
<b>BAB 1    PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2    STUDI PUSTAKA</b>	6
2.1. Sistem Transportasi	6
2.1.1 Pengertian	6
2.1.2 Komponen Sistem Transportasi	8
2.1.3 Peranan Transportasi	9
2.2. Konsep pemodelan	9
2.2.1 Pemodelan Transportasi	9
2.2.2 Konsep Perencanaan Transportasi	11
<b>BAB 3    METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Populasi dan Sampel	38
3.2. Data Penelitian	41

3.2.1	Jenis Dan Sumber data	41
3.2.2	Teknik Pengumpulan Data	42
3.3	Metode Analisa Data	43
3.4.	Variabel Penelitian	44
3.5.	Bagan Alir Penelitian ( <i>Flowchart</i> )	45
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1.	Analisa Data Penumpang	46
4.1.1	Data Penumpang	46
4.2.	Pemaparan Hasil Survei	48
4.2.1	Pengguna Moda	49
4.3.	Persentase Minat Pemilihan Moda	53
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1.	Kesimpulan	62
5.2.	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64	
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jadwal Keberangkatan Kereta Api Rute Medan – Kuala Namu	19
Tabel 3.1	Jumlah Rata-Rata Penumpang Perbulan Moda Transportasi K.A	38
Tabel 3.2	Jumlah Rata-Rata Penumpang Perbulan Moda Transportasi BusDamri	39
Tabel 3.3	Jumlah Rata-Rata Penumpang Perbulan Moda Transportasi Taksi	39
Tabel 4.1	Data Penumpang Kereta Api Bulan Januari – Juni 2015	46
Tabel 4.2	Data Penumpang Bus Damri Bulan Januari – Juni 2015	46
Tabel 4.10	Hasil Kuisisioner Pengguna Kereta Api Untuk Variable Pertimbangan51	
Tabel 4.11	Hasil Kuisisioner Pengguna Bus Damri UntukVariable Pertimbangan52	
Tabel 4.12	Hasil Kuisisioner Pengguna Taksi Untuk Variable Pertimbangan	52
Tabel 4.13	Nilai Data X dan Y Untuk Kereta Api	54
Tabel 4.14	Nilai Data X dan Y Untuk Bus Damri	56
Tabel 4.15	Nilai Data X dan Y Untuk Taksi	58
Tabel 4.16	Nilai Persentasi Tertinggi Pemilihan Moda	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagan Alir Pemilihan Moda	16
Gambar 2.2	Kereta Api ARS Railink	17
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	45
Gambar 4.1	Grafik Data Penumpang Kereta Api, Bus Damri, dan Taksi	48
Gambar 4.2	Grafik Tingkat Pelayanan Kereta Api, Bus Damri dan Taksi	50
Gambar 4.3	Grafik Tingkat Pertimbangan Kereta Api, Bus Damri dan Taksi	52
Gambar 4.4	Grafik minat masyarakat terhadap Kereta Api, Bus Damri, dan Taksi.	61

## DAFTAR NOTASI

$Y$  = variabel tidak bebas (moda kereta api, bus damri dan taksi)

$a$  = nilai konstanta

$b_1, b_2, b_n$  = koefisien regresi

$X_1, X_2, X_n$  = variabel bebas (variable pelayanan dan pertimbangan)

$n$  = jumlah sampel

$N$  = jumlah populasi

$e$  = persen tingkat kesalahan

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

MEBIDANG= Medan, Binjai dan Deli Serdang

KOMNAS HAM = Komisi Nasional Hak Asasi Manusia

UNDP = United Nations of Development Project

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Permasalahan transportasi seperti kemacetan, polusi udara, kecelakaan, antrian maupun tundaan biasa dijumpai dengan tingkat kualitas yang rendah maupun besar. Permasalahan tersebut sering dijumpai di beberapa kota di Indonesia termasuk di Kota Rantauprapat. Masalah umum yang dihadapi oleh kota-kota besar atau kota-kota berkembang termasuk Kota Rantauprapat adalah kemacetan lalu lintas. Masalah ini timbul akibat pertumbuhan sarana transportasi yang jauh lebih cepat melebihi pertumbuhan prasarana jalan.

Jalan raya merupakan salah satu prasarana bagi kelancaran lalu lintas baik disuatu kota maupun pedesaan atau daerah lainnya. Semakin pesatnya pembangunan suatu daerah atau kota semakin ramai pula lalu lintasnya. Hal ini disebabkan karena meningkatnya pendapatan penduduk sehingga mampu mempunyai kendaraan sendiri. Karena semakin meningkatnya jumlah kendaraan di jalan raya akan menimbulkan kemacetan lalu lintas yang dapat mempengaruhi kualitas dari pelayanan jalan tersebut. Kemacetan serta kesibukan lalu lintas itu sering terjadi pada ruas jalan atau persimpangan jalan, terutama pada pagi hari maupun sore hari dimana para pelajar, mahasiswa, pekerja serta pedagang menuju tempat aktivitasnya masing-masing.

Persimpangan merupakan titik pertemuan dari jaringan jalan raya. Hal ini disebabkan karena pada persimpangan sering menimbulkan berbagai hambatan-hambatan lalu lintas juga disebabkan karena persimpangan merupakan tempat kendaraan dari berbagai arah bertemu dan merubah arah. Terjadinya permasalahan lalu lintas yaitu meningkatnya volume kendaraan pada daerah persimpangan akan mempengaruhi kapasitas sehingga tingkat kinerja lalu lintas persimpangan tersebut akan menurun, dan bagi pengguna lalu lintas akan menimbulkan kerugian seperti biaya dan waktu perjalanan.

Persimpangan Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru kota Rantauprapat adalah persimpangan tidak bersinyal. Pola pengaturan lalu lintas di persimpangan ini belum optimal, dan arus lalu lintas pada persimpangan ini cukup padat, serta faktor dari sipemakai jalan menjadi lebih agresif dan ada resiko tinggi bahwa persimpangan akan

terhalang oleh kendaraan yang berebut ruang untuk melewati persimpangan yang sangat akan berpengaruh pada kondisi lalu lintas pada jam-jam tertentu yang tergolong aktivitas pemakai jalan sangat tinggi yaitu pada pagi hari, siang hari, dan pada sore hari.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan, maka dibuat rumusan masalah pada simpang tiga tak bersinyal di Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru Rantauprapat.

1. Berapa besar kapasitas pada simpang tiga tak bersinyal di Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru Rantauprapat?
2. Bagaimana tingkat kinerja pada simpang tiga tak bersinyal di Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru Rantauprapat?
3. Bagaimana alternatif pemecahan masalah yang ditempuh untuk meningkatkan kinerja simpang tersebut?

## **1.3 Ruang Lingkup**

Dalam pembahasan ini ruang lingkup permasalahan dibatasi hanya pada simpang tiga tidak bersinyal pada Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru Rantauprapat.

1. Pedoman standar yang digunakan untuk menghitung kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan adalah berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 oleh Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga.
2. Menghitung nilai parameter kinerja persimpangan tiga tidak bersinyal berdasarkan jam sibuk selama 1 minggu yaitu:
  - Pagi hari (07.00–09.00 WIB).
  - Siang hari (12.00–14.00 WIB).
  - Sore hari (16.00–18.00 WIB).
3. Mencari alternatif pemecahan masalah yang ditempuh untuk meningkatkan kinerja simpang tersebut.

#### **I.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan Penelitian adalah:

1. Mengetahui besarnya kapasitas simpang tiga tak bersinyal di Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru Rantauprapat.
2. Mendapatkan nilai parameter kinerja simpang tiga tak bersinyal di Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru Rantauprapat yang meliputi:
  - a. Derajat kejenuhan
  - b. Tundaan (*delay*)
3. Memberikan solusi/alternatif pemecahan masalah yang terjadi pada simpang tersebut.

#### **I.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pemahaman dan pengetahuan tentang ilmu teknik lalu lintas khususnya mengenai manajemen lalu lintas pada simpang tiga tak bersinyal.
2. Sebagai penerapan ilmu yang diperoleh di perkuliahan dengan kondisi sesungguhnya yang terjadi di lapangan.
3. Sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian–penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan masalah simpang tiga tak bersinyal.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Dalam Penulisan Tugas akhir ini penulis melakukan susunan tahap penyelesaian dengan sumber data yang saling berhubungan sebelum mengambil kesimpulan dari perhitungan yang diperoleh, yaitu data lapangan, koefisien dan rumus-rumus yang berkaitan dengan teori yang saling berhubungan dengan kapasitas.

Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu. Metode dan prosedur pelaksanaannya secara garis besar adalah sebagai berikut:

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup permasalahan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi pengambilan teori-teori serta rumus-rumus dari beberapa sumber bacaan yang mendukung analisis permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

## BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan membahas tentang langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dengan cara memperoleh data yang relevan dengan penelitian ini.

## BAB 4. ANALISIS DATA

Bab ini menyajikan analisa data dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisis data, temuan dan bukti yang disajikan sebelumnya, yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usul



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Persimpangan Jalan**

##### **2.1.1. Pengertian Persimpangan**

Persimpangan adalah pertemuan antara dua buah jalan atau lebih, dimana pertemuan tersebut akan menimbulkan titik konflik akibat arus lalu lintas pada persimpangan. Karena ruas jalan pada persimpangan di gunakan bersama- sama, maka kapasitas ruas jalan dibatasi oleh kapasitas persimpangan pada masing-masing ujungnya. Juga problem keselamatan biasanya timbul pada persimpangan hasilnya bahwa kapasitas jaringan dan keselamatan ditentukan oleh persimpangan, dimana persimpangan adalah merupakan hal utama yang harus diperhatikan dalam manajemen transportasi perkotaan.

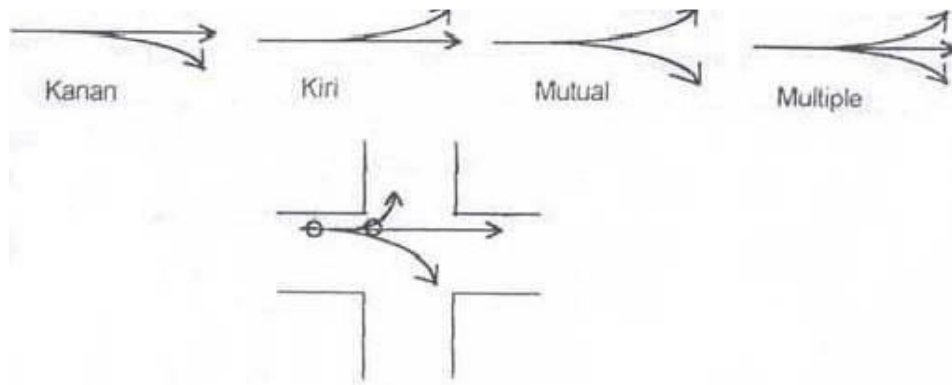
Banyak problem pada persimpangan terjadi karena adanya pergerakan yang berkonflik satu sama lain, terutama kendaraan yang membelok kekanan (kendaraan kiri biasanya diberi pergerakan bebas). Solusinya adalah meningkatkan kapasitas persimpangan, dengan beberapa parameter tertentu atau mengurangi volume lalu lintas.

#### **2.2 Jenis Pertemuan Gerakan Persimpangan**

Dari berbagai bentuk, sifat dan tujuan gerakan Kendaraan di daerah persimpangan, ada empat (4) tipe dasar pergerakan lalu lintas pada persimpangan yaitu:

##### **2.2.1. Memisah (*Diverging*)**

Memisah (*Diverging*) adalah peristiwa berpecahnya pergerakan kendaraan yang tersebut sampai pada titik persimpangan, perencanaan yang memungkinkan gerakan memisah arus tanpa pengurangan tidak akan menimbulkan titik konflik dan daerah potensial kecelakaan. Dengan menggunakan aturan jalur kiri, gerakan pemisah arah kiri di hubungkan tabrakan bagian belakang, akan tetapi hal ini biasanya lebih aman dari pada gerakan pemisahan ke arah kanan yang akan menimbulkan tabrakan dari samping maupun bagian belakang kendaraan yang mengikutinya atau sisi dan depan yang diakibatkan kendaraan di depan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Gerakan memisah (Pusdiklat, 1996).

### 2.2.2. Menggabung (*Merging*)

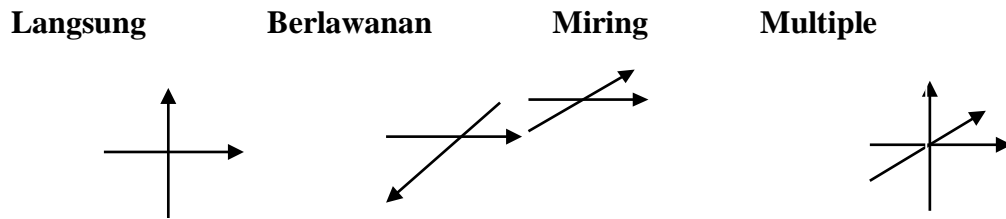
Menggabung (*merging*) adalah bergabungnya kendaraan yang bergerak dari beberapa ruas jalan ketika sampai pada titik persimpangan. Persyaratan kritis adalah interval waktu dan jarak, diantara kedatangan kendaraan pada titik gabung, disesuaikan dengan kecepatan sendiri dan kendaraan yang datang berikutnya pada arus utama. Keputusan dan kondisi yang diperlukan untuk menggabungkan dari tepi jalan akan lebih mudah dibandingkan dengan yang dilakukan dari posisi tengah jalan seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Gerakan menggabung (Pusdiklat, 1996).

### 2.2.3. Berpotong (*Crossing*)

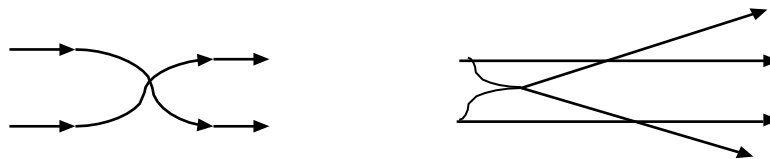
Berpotongan (*crossing*) adalah kendaraan yang ingin melakukan gerakan penyilangan (pemotongan) pada suatu arus lalu lintas. Gerakan penyilangan tanpa kontrol (yaitu bila tidak terdapat arus utama) sangat berbahaya sebab kedua pengemudi harus membuat keputusan yang memberikan hak untuk lewat terdahulu terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Tipe dasar gerakan berpotongan (Pusdiklat, 1996).

#### 2.2.4. Menyilang (*Weaving*)

Menyilang (*weaving*) adalah pengemudi atau kendaraan yang ingin melakukan gerakan menyalip atau berpindah jalur. Gerakan menyalip pada pertemuan jalan bersudut kecil (kurang dari 30 derajat) seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Tipe Dasar gerakan menyilang (Pusdiklat, 1996).

### 2.3 Titik Konflik pada Persimpangan

Di dalam daerah persimpang arus lintasan kendaraan dan pejalan kaki akan berpotongan pada suatu titik konflik, konflik ini akan memperlambat pergerakan dan juga merupakan lokasi potensial untuk bertabrakan (kecelakaan).

Arus lalu lintas yang terkena konflik pada suatu persimpangan mempunyai tingkah laku cukup kompleks, setiap gerakan belok kiri, belok kanan atau pun lurus masing-masing menghadapi konflik yang berbeda dan berhubungan tingkah laku gerakan tersebut.

Jumlah titik konflik potensial pada tipikal persimpangan 4 kaki ialah 32 buah titik konflik (terdiri dari 16 konflik memotong, 8 konflik menyebar, dan 8 konflik menggabung), pada tipikal persimpangan 3 kaki ialah 9 buah titik konflik (terdiri dari 3 konflik memotong, 3 konflik menyebar, dan 3 Konflik menggabung).

Jumlah potensi titik–titik pada persimpangan tergantung dari:

- a. Jumlah kaki simpang
- b. Jumlah lajur dari kaki simpang
- c. Jumlah pengaturan simpang
- d. Jumlah arah gerakan

#### **2.4. Tujuan Pengaturan Simpang**

Tujuan utama dari pengaturan lalu lintas umumnya adalah untuk menjaga keselamatan arus lalu lintas dengan memberi petunjuk–petunjuk yang jelas dan terarah, tidak menimbulkan keraguan. Pengaturan lalu lintas di simpang dapat dicapai dengan menggunakan lampu lalu lintas, marka, dan rambu–rambu yang mengatur, mengarahkan, dan memperingatkan serta pulau–pulau lalu lintas.

Dari pemilihan pengaturan simpang dapat di temukan tujuan yang ingin di capai:

1. Mengurangi maupun menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan yang berasal dari berbagai kondisi titik konflik.
2. Menjaga kapasitas dari simpang agar dalam operasinya dapat di capai pemanfaatan simpang yang sesuai dengan rencana.
3. Dalam operasinya dari pengaturan simpangan memberikan petunjuk yang jelas dan pasti, mengarahkan lalu lintas pada tempatnya yang sesuai dan aman.

#### **2.5. Jenis–Jenis Pengaturan Simpang**

Secara rinci pengaturan simpang sebidang dapat dikelompokkan menjadi:

1. Pengaturan simpang dengan lampu lalu-lintas.
2. Pengaturan simpang tanpa lampu lalu lintas.
  - a. Rambu
  - b. *Rotary*
3. *Fly Over*.

##### **2.5.1. Pengaturan Simpang dengan Lampu Lalu Lintas**

Lampu lalu lintas adalah suatu alat yang dapat di operasikan secara manual, mekanis, atau elektrik untuk mengatur jalan dan berhentinya Kendaraan. Perangkat lampu lalu lintas

terdiri dari sebuah tiang, kepala lampu dengan tiga lentera yang warnanya berbeda yakni: merah, kuning dan hijau. Tiap warna mempunyai aspek dan dilengkapi dengan lampu hijau dengan bentuk anak panah, dan rambu atau marka sebagai standar atau yang dibutuhkan.

Suatu lampu pengatur persimpangan mengatur lalu lintas dengan suatu proses dan cara yang terkendali secara ketat dengan pemisahan pergerakan yang konflik dalam periode waktu tertentu.

Pada saat ini, hampir semua persimpangan yang mempunyai volume yang cukup berarti di daerah perkotaan menggunakan lampu lalu lintas sebagai pengendali arus lalu lintas kendaraan, kecuali ada alasan spesifik untuk tidak memasangnya. Lampu lalu lintas tidak cocok untuk jalan–jalan dimana lampu lalu lintasnya berkecepatan tinggi, seperti jalan–jalan bebas hambatan.

Kelebihan penerapan lampu lalu lintas adalah:

1. Tanda lalu lintas dapat mengatur pergerakan lalu lintas yang baik.
2. Luas lahan yang dibutuhkan minimal karena tidak perlu jarak pandang yang besar dan tata letaknya tidak memerlukan lahan yang luas.
3. Koordinasi dengan pertemuan jalan yang lain mudah dan dapat di ubah-ubah.
4. Biasanya relatif murah dibanding biaya bila polisi mengatur lalu lintas.
5. Tanda lalu lintas akan mengurangi kecelakaan.
6. Dengan menggunakan penerapan lampu lalu lintas supir akan cepat mengerti baik siang, malam, hujan, atau kabut dibanding dengan bila diatur oleh polisi.

Kelemahan penerapan lampu lalu lintas adalah:

1. Pada tingkat arus yang rendah, ketertundaan menjadi lebih besar dan resiko kecelakaan menjadi lebih besar (karena banyak yang melanggar) dan biaya (investasi dan perawatan) tidak sebanding dengan manfaatnya.
2. Sering menghalangi ambulan atau mobil kendaraan untuk lewat.
3. Kalau peralatan lampu lalu lintas ini rusak maka akan terjadi kekacauan arus lalu lintas.

#### **2.5.1.1. Prinsip–prinsip dasar**

Lampu lalu lintas merupakan alat yang mengatur pergerakan lalu lintas di samping melalui pemisahan waktu untuk berbagai arah pergerakan. tujuan dari pemisahan waktu

pergerakan ini adalah untuk menghindari terjadinya arah pergerakan yang saling berpotongan atau melau titik konflik pada saat yang bersamaan.

Ada dua tipe konflik, yaitu:

1. Konflik primer yaitu konflik antara arus lalu lintas dari arah tegak lurus.
2. Konflik sekunder yaitu konflik antara arus lalu lintas belok kanan dan lalu lintas arah lainnya atau bentrok belok kiri dan pejalan kaki, dan seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Titik konflik pada persimpangan (MKJI,1997).

### 2.5.1.2. Fase, Tahap, dan Periode Hijau Antara

Pembagian waktu penggunaan dilakukan dalam beberapa tahap yang diatur dalam fase. Semakin banyak tahapan yang digunakan semakin kecil pula peluang penggunaan persimpangan. Optimasi tahapan yang akan digunakan pada pengendalian persimpangan merupakan kunci efisiensi.

#### 1. Fase

Fase adalah jumlah rangkaian isyarat yang digunakan untuk mengatur arus yang diperbolehkan untuk bergerak atau berjalan (bila dua atau lebih diatur dengan isyarat yang sama maka kedua arus tersebut berada dalam fase yang sama).

Penentuan fase dari sinyal sering mempunyai pengaruh yang lebih besar terhadap tingkat pelayanan dan keselamatan lalu lintas pada persimpangan dibandingkan dengan tipe pengendalian. Waktu hilang dipersimpangan meningkat dan rasio waktu hijau untuk masing-masing fase turun untuk setiap penambahan fase. Karena itu sinyal adalah yang paling efisien

jika di operasikan dengan jumlah minimum (dua fase) yaitu hanya memisahkan konflik primer. Dari pengamatan titik keselamatan, tingkat kecelakaan biasanya turun jika konflik sekunder antara belok kanan dan lalu lintas arah lawan juga mempunyai waktu terpisah untuk lalu lintas belok kanan.

## 2. Tahap

Tahap adalah bagian dari siklus apabila suatu kombinasi perintah sinyal tertentu adalah tahap konstan. Hal ini dimiliki pada awal periode hijau berikutnya. Siklus adalah jumlah waktu-waktu dari tahap (*stage*). Pengaturan tahap menunjukkan pada rangkaian lengkap operasi lampu lalu lintas dimana persimpangan di atur.

## 3. Periode hijau antara

Periode hijau antara adalah suatu waktu diantara satu tahap yang menyala kuning (pada satu kaki persimpangan yang lain menyala hijau). Waktu ini ditentukan berdasarkan pertimbangan keselamatan terhadap waktu yang diperlukan oleh Kendaraan untuk keluar dari suatu persimpangan sebelum suatu pergerakan yang berlawanan diperbolehkan bergerak. Periode waktu hijau antara biasanya 3 detik kuning 2 detik merah.

### a. Arus jenuh

Arus jenuh adalah tingkat arus maksimum pada suatu mulut persimpangan jika lampu pengatur lalu lintas terus menyala hijau. Arus jenuh dapat di perkirakan dari lebar jalan dengan faktor koreksi untuk hal-hal yang mengganggu kelancaran arus yang ideal.

Besarnya arus jenuh tidaklah sama pada setiap persimpangan, ada beberapa hal yang mempengaruhi besarnya arus jenuh yaitu:

1. Ukuran kota.
2. Gesekan dengan kegiatan disekitar mulut persimpangan.
3. Tanjakan atau pun penurunan pada kaki persimpangan.
4. Jarak lokasi tempat parkir dan garis henti.
5. Ada tidaknya lalu lintas yang akan membelok kekanan yang berpasangan dengan lalu lintas yang datang dari arah berlawanan.
6. Arus kendaraan yang membelok ke kiri.
7. Komposisi lalu lintas.
8. Radius tikungan.

Bagaimanapun cara yang lebih teliti untuk memperkirakan arus jenuh adalah dengan suatu survei pada saat kondisi lalu lintas padat, yang memperlihatkan adanya suatu bentuk antrian. Dengan menggunakan komputerisasi, yang merupakan cara yang efisien dan modern, akan diperoleh informasi yang di harapkan.

Pada suatu persimpangan yang di kendalikan dengan lampu lalu lintas, maka ada bagian waktu dimana arus lalu lintas diwajibkan berhenti dan dimana ada waktu dimana arus lalu lintas dapat bergerak dalam kondisi jenuh.

### **2.5.2 Pengaturan Simpang tanpa Lampu Lalu Lintas**

Bentuk *design* persimpangan tanpa lalu lintas merupakan pilihan pertama pada kelas-kelas jalan yang rendah serta jika pada persimpangan jalan-jalan tidak melayani lalu lintas yang tinggi, pengalaman terjadi kecelakaan sangat rendah atau kecepatan jalan tersebut rendah.

Secara rinci, pengaturan simpang sebidang dapat dibedakan atas aturan prioritas, rambu dan marka, dan bundaran.

Kelebihan dari penerapan persimpangan tanpa lampu lalu lintas adalah:

1. Arus kendaraan selalu *continue* karena tanpa hambatan yang diakibatkan oleh lampu lalu lintas.
2. Tidak menghalangi ambulance atau mobil kendaraan penting lainnya untuk lewat.
3. Resiko kecelakaan menjadi lebih kecil karena aturan dalam persimpangan tanpa lampu lalu lintas lebih sedikit.
4. Biaya perawatan lebih sedikit.

Kekurangan dari penerapan Persimpangan tanpa lampu Lalu lintas adalah:

1. Biaya Investasi besar karena membutuhkan pembuatan pulau jalan atau bundaran.
2. Luas lahan yang dibutuhkan maksimal karena memerlukan jarak pandang besar.
3. Pengaturan pergerakan lalu lintas yang tergantung pada kesadaran pengemudi kendaraan.

Ketentuan dari aturan lalu lintas pada simpang tanpa lampu lalu lintas sangat mempengaruhi kelancaran pergerakan arus lalu lintas yang sangat berpotongan terutama pada simpang yang merupakan perpotongan dari ruas-ruas jalan yang mempunyai kelas yang sama.



Sampai saat ini di Indonesia sebenarnya menganut aturan–aturan prioritas baik kendaraan yang datang dari sebelah kiri, walaupun dalam kenyatannya ketentuan ini tidak berjalan. Sehingga hal ini menimbulkan kesulitan–kesulitan dalam analisa dari simpang, waktu tundaan atau panjang antrian kendaraan pada kaki simpang.

## 2.6. Rambu dan Marka

### 2.6.1. Rambu *Yield* (Beri Kesempatan)

Pengaturan ini digunakan untuk melindungi arus lalu lintas dari salah satu ruas jalan pada ruas jalan yang saling berpotongan tanpa arus henti sama sekali, sehingga pengendara tidak terlalu terlambat bila dibandingkan dengan *stop sign*.

*Yield sign* juga digunakan untuk disimpang yang diatur dengan kanalisasi yang digunakan untuk mengatur Kendaraan belok kiri pada lajur percepatan terutama bila lajur percepatan tersebut kurang panjang.



Gambar 2.6: Rambu *Yield* (MKJI, 1997).

### 2.6.2. Rambu *Stop* (Berhenti)

Pengaturan simpang dengan *stop sign* digunakan bila pengendara pada kaki simpang berhenti secara penuh sebelum memasuki simpang.

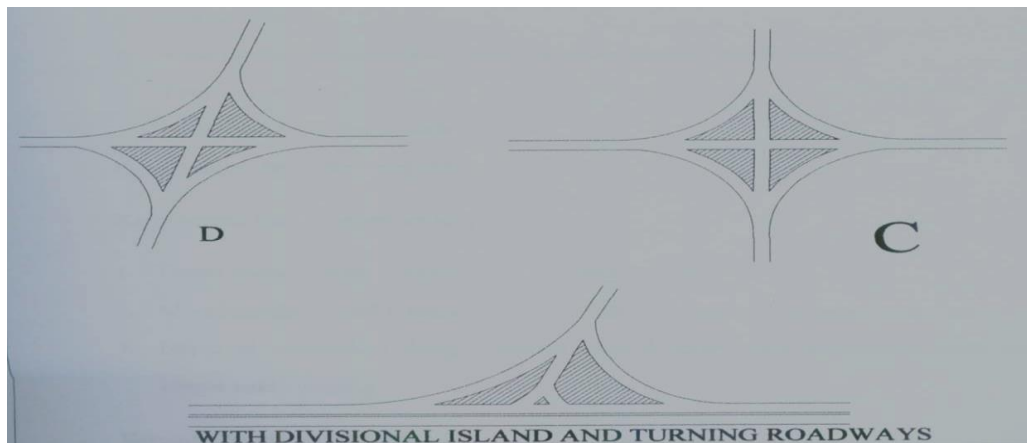
*Stop signing* ditunjukkan pada Gambar 2.7, pengaturan ini digunakan pada pertemuan antara *minor road* dengan *major road*.



Gambar 2.7: Rambu *Stop* (MKJI, 1997).

### 2.6.3. Kanalisasi

Pengaturan simpang dengan kanalisasi terutama untuk memisahkan lajur lalu lintas menerus dan lajur belok. Bentuk fisiknya dapat berupa marka atau pulau-pulau lalu lintas lebih di pertegas sehingga kendaraan dapat dengan mudah dan aman memasuki simpang sesuai dengan lajurnya. Pulau-pulau lalu lintas kanalisasi ini juga dapat digunakan sebagai perlindungan bagi penyeberang/ pejalan kaki. Berikut ini contoh dari beberapa simpang yang diatur dengan kanalisasi.



Gambar 2.8: Simpang dengan kanalisasi (kelancaran dan keamanan lalu lintas ditinjau dari UU No 13/1980 tentang jalan dan angkutan jalan).

### 2.6.4. Bundaran

Bundaran lalu lintas merupakan suatu alternatif dari lampu pengatur lalu lintas, dimana hal ini mengendalikan lalu lintas dengan cara:

1. Membelokkan kendaraan-kendaraan dari lintasan yang lurus sehingga akan memperlambat kecepatannya.
2. Membatasi alih gerak kendaraan menjadi pergerakan berpencar, bergabung, serta bersilangan, jadi memperkecil kecepatan relatif kendaraan.

Bundaran dapat digunakan apabila:

- a. Ruang tersedia.
- b. Volume dari beberapa kaki persimpangan tersebut relatif besar.

- c. Terdapat gerakan membelok yang tinggi atau bervariasi, khususnya kendaraan–kendaraan yang membelok ke kanan.
- d. Terdapat lebih dari empat kaki simpang.

Keuntungan bundaran antara lain:

1. Dapat dioperasikan dengan aman kecepatan rendah.
2. Menghilangkan konflik tegak lurus dan diganti dengan menyilang (*weaving*).
3. Dapat dioperasikan dengan mudah dibandingkan pada pertemuan jalan lebih dari empat kaki simpang.

Kerugian bundaran antara lain:

1. Arus lalu lintas minor agak kesulitan untuk memasuki bundaran.
2. Dibutuhkan daerah datar.
3. Kesulitan pejalan kaki untuk menyeberang dan jarak berjalan menjadi lebih panjang.

Bundaran lalu lintas digunakan untuk memperlambat kecepatan kendaraan, namun tidak akan menghambat kendaraan tersebut secara besar–besaran seperti halnya ketika arus berhenti disaat lampu merah menyala. Teknik ini khususnya sangat bermanfaat jika digunakan pada jalan yang dimanfaatkan untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi.

## **2.7. Kondisi dan Karakteristik Lalu Lintas**

Karakteristik lalu lintas menjelaskan ciri arus lalu lintas secara kualitatif maupun kuantitatif dalam kaitannya dengan kecepatan, besarnya arus dan kepadatan lalu lintas serta hubungannya dengan waktu maupun jenis kendaraan yang menggunakan ruang jalan. Karakteristik diperlukan untuk menjadi acuan perencanaan lalu lintas, karakteristik lalu lintas yang erat hubungannya dengan penganalisaan dan perhitungan data-data sehingga menjadi jelas dan sistematis, notasi, istilah dan kondisi dan karakteristik yang bersifat umum akan dipaparkan sebagai berikut.

### **2.7.1. Karakteristik Kendaraan**

Dalam berlalu lintas terdapat berbagai jenis kendaraan yang masing-masing mempunyai ciri tersendiri, dengan perbedaan seperti dimensi, berat, kapasitas angkut, tenaga penggerak, karakteristik pengendalian yang sangat berpengaruh dalam operasi lalu lintas sehari-hari serta dalam perencanaan dan pengendalian lalu lintas.

Pada studi ini jenis kendaraan yang teliti di kelompokkan ke dalam empat jenis dengan karakteristik dan definisi sebagai berikut:

1. Kendaraan Ringan (*light vehicle*)

Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0–3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobis, dan truk kecil sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga).

2. Kendaraan Berat (*heavy vehicle*)

Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi: bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga).

3. Sepeda Motor (*motor cycle*)

Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga).

4. Kendaraan Tak Bermotor (*un motorised*)

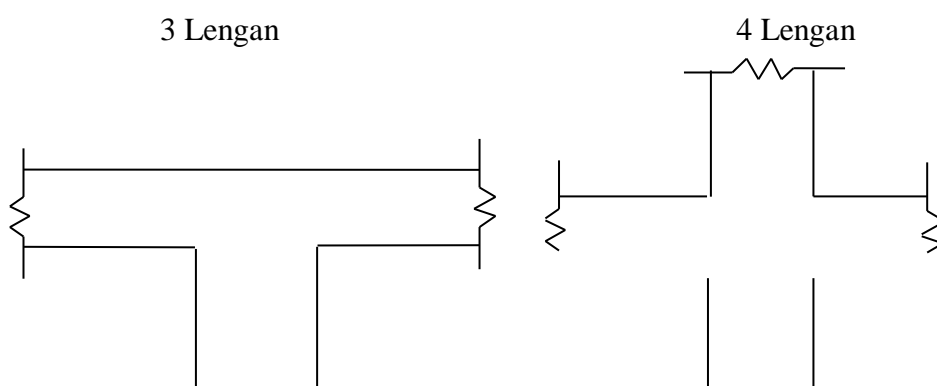
Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh manusia (meliputi: sepeda, becak dan kereta dorong sesuai dengan klasifikasi Bina Marga).

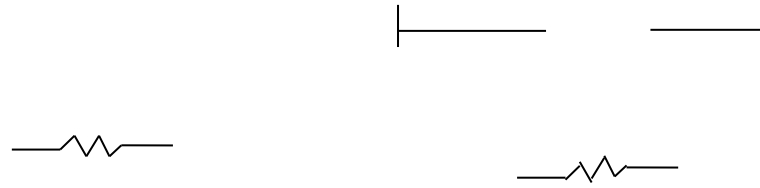
### 2.7.2. Karakteristik Geometrik

Dalam hal ini karakteristik geometrik meliputi hal-hal yang erat kaitannya dengan geometrik persimpangan. Hal-hal tersebut berupa tipe persimpangan, penentuan jalan utama dan jalan minor, penetapan pendekatan dengan alphabet A, B, C, D, tipe median, lebar pendekatan, lebar rata-rata semua pendekatan, dan juga jumlah jalur serta arah jalan. Penjelasan mengenai hal-hal di atas akan dipaparkan berikut ini .

1. Tipe Simpang

Merupakan kode untuk jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan minor dan jalau utama simpang tersebut. Biasanya persimpangan memiliki 3 lengan atau 4 lengan.





Gambar 2.9: Tipe simpang (MKJI, 1997).

## 2. Jalan Utama dan Jalan Minor

Jalan utama adalah jalan yang paling penting pada persimpangan jalan, misalnya dalam hal klasifikasi jalan. Jalan utama biasanya lebih banyak dilalui atau dengan kata lain kepadatan kendaraan yang melalui jalan ini lebih besar dari pada jalan lainnya pada persimpangan ini. Sedangkan jalan minor merupakan jalan yang lebih sedikit volume kendaraan yang melaluinya. Pada suatu simpang tiga jalan yang menerus selalu ditentukan sebagai jalan utama.

## 3. Penetapan lengan

Penetapan ini berguna dalam hal menetapkan penandaan lengan pada persimpangan dengan aturan pendekatan jalan utama disebut B dan D, jalan minor disebut A dan C.

## 4. Tipe median jalan utama

Klasifikasi tipe median jalan utama tergantung pada kemungkinan menggunakan median tersebut untuk menyeberangi jalan utama.

## 5. Lebar pendekatan X ( $W_x$ )

Lebar dari pendekatan yang diperkeras, diukur dibagian sempit, yang digunakan oleh lalu lintas yang bergerak. X adalah nama pendekatan. Apabila pendekatan itu digunakan untuk parkir, lebar yang akan dikurangi 2 m.

## 6. Lebar rata-rata semua pendekatan ( $W_i$ )

Lebar efektif rata-rata untuk semua pendekatan pada persimpangan jalan.

## 7. Jumlah lajur dan arah

Jumlah lajur adalah jumlah pembagian ruas dalam suatu jalan dan biasanya memiliki arah yang sama. Jumlah lajur di tentukan dari lebar rata-rata pendekatan minor/utama.

### 2.7.3. Karakteristik Lingkungan

Hal-hal yang terkait dengan karakteristik lingkungan berupa tata guna lahan, yaitu pengembangan lahan di simpang jalan. Hal lainnya berupa ukuran kota, akses jalan terbatas, pemukiman, komersialisme dan hambatan samping. Hambatan samping merupakan dampak terhadap perilaku lalu lintas akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian kendaraan lainya, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan dan kendaraan lambat.

### 2.7.4. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas suatu ruas jalan tertentu dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Hubungan antara kecepatan dan volume jalan perlu di ketahui karena kecepatan dan volume merupakan aspek penting dalam menentukan tingkat pelayanan jalan. Apabila volume lalu lintas pada suatu jalan meningkat dan tidak dapat mempertahankan suatu kecepatan konstan, maka pengemudi akan mengalami kelelahan dan tidak dapat memenuhi waktu perjalanan yang direncanakan.

Tabel 2.1: Standarisasi nilai tingkat pelayanan jalan (MKJI, 1997).

<i>LEVEL OF SERVICE</i> <i>(LOS)</i>	Nilai <i>VCR</i>
A	< 0,6
B	0,6-0,7
C	0,7-0,8
D	0,8-0,9
E	0,9-1
F	>1,0

Tingkat pelayanan merupakan kualitas berdasarkan hasil ukuran, yang penilainnya tergantung pada beberapa faktor pengaruh, diantaranya kecepatan dan waktu perjalanan, gangguan lalu lintas, keamanan, layanan dan biaya operasional kendaraan. Tingkat pelayanan dipengaruhi beberapa faktor:

1. Kecepatan atau Waktu perjalanan.

2. Hambatan atau halangan lalu lintas (misalnya: jumlah berhenti perkilometer < kelambatan–kelambatan kecepatan secara tiba-tiba).
3. Kebebasan untuk manuver.
4. Kenyamanan pengemudi.
5. Biaya operasional kendaraan.

Tetapi semua faktor tidak dapat dihitung dengan sebenarnya sehingga diperunakan dua ukuran dalam menentukan tingkat pelayanan, yaitu:

1. Kecepatan, dimana biasa dipakai kecepatan rata–rata.
2. Rasio antara volume lalu lintas dengan kapasitas.

Tingkat pelayanan di tentukan dalam skala interval yang terdiri dari enam tingkat. Tingkat–tingkat ini disebut : A, B, C, D, E, F, dimana A merupakan tingkat pelayanan tertinggi. Apabila volume bertambah maka kecepatan berkurang oleh bertambah banyak kendaraan sehingga kenyamanan pengemudi menjadi berkurang. Hubungan kapasitas dengan pelayanan dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Hubungan kapasitas dengan tingkat pelayanan (MKJI, 1997).

Tingkat Pelayanan	Karakteristik
A	Arus bebas: volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih jalur yang dikehendaknya
B	Arus stabil: kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk <i>design</i> jalur luar kota
C	Arus stabil: kecepatan dikontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk jalan perkotaan
D	Mendekati arus yang tidak stabil: kecepatan rendah – rendah
E	Arus yang tidak stabil: kecepatan yang mudah dan berbeda- beda, volume kapasitas
F	Arus yang terhambat : kecepatan rendah volume di atas kapasitas dan banyak berhenti

## 2.8. Kapasitas Simpang tidak Bersinyal

Kapasitas simpang merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat melalui suatu persimpangan pada keadaan lalu lintas awal dan keadaan jalan serta tanda–tanda lalu lintasnya. Arus lalu lintas maksimum dihitung untuk periode waktu 15 menit, dan dinyatakan dalam kendaraan per jam.

Kondisi lingkungan mencakup kelas ukuran kota, tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan rasio kendaraan tidak bermotor. Pada kondisi lalu lintas mencakup volume setiap kaki persimpangan, distribusi gerakan lalu lintas (kekiri, lurus dan kekanan), tipe distribusi kendaraan dalam setiap kendaraan, rasio belok kiri, rasio belok kanan dan rasio arus jalan minor. Sedangkan pada kondisi geometrik mencakup jumlah dan lebar jalur, alokasi penggunaan jalur, tipe simpang, lebar rata–rata pendekatan serta tipe median jalan utama.

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antar kapasitas dasar ( $C_0$ ) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (*ideal*) dan factor-faktor penyesuaian ( $F$ ), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas.

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (2.1)$$

Dimana:

$C$  = Kapasitas

$C_0$  = Kapasitas dasar

$F_W$  = Faktor penyesuaian lebar masuk

$F_M$  = Faktor penyesuaian jalan utama

$F_{CS}$  = Faktor penyesuaian kota

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

$F_{LT}$  = Faktor penyesuaian belok kiri

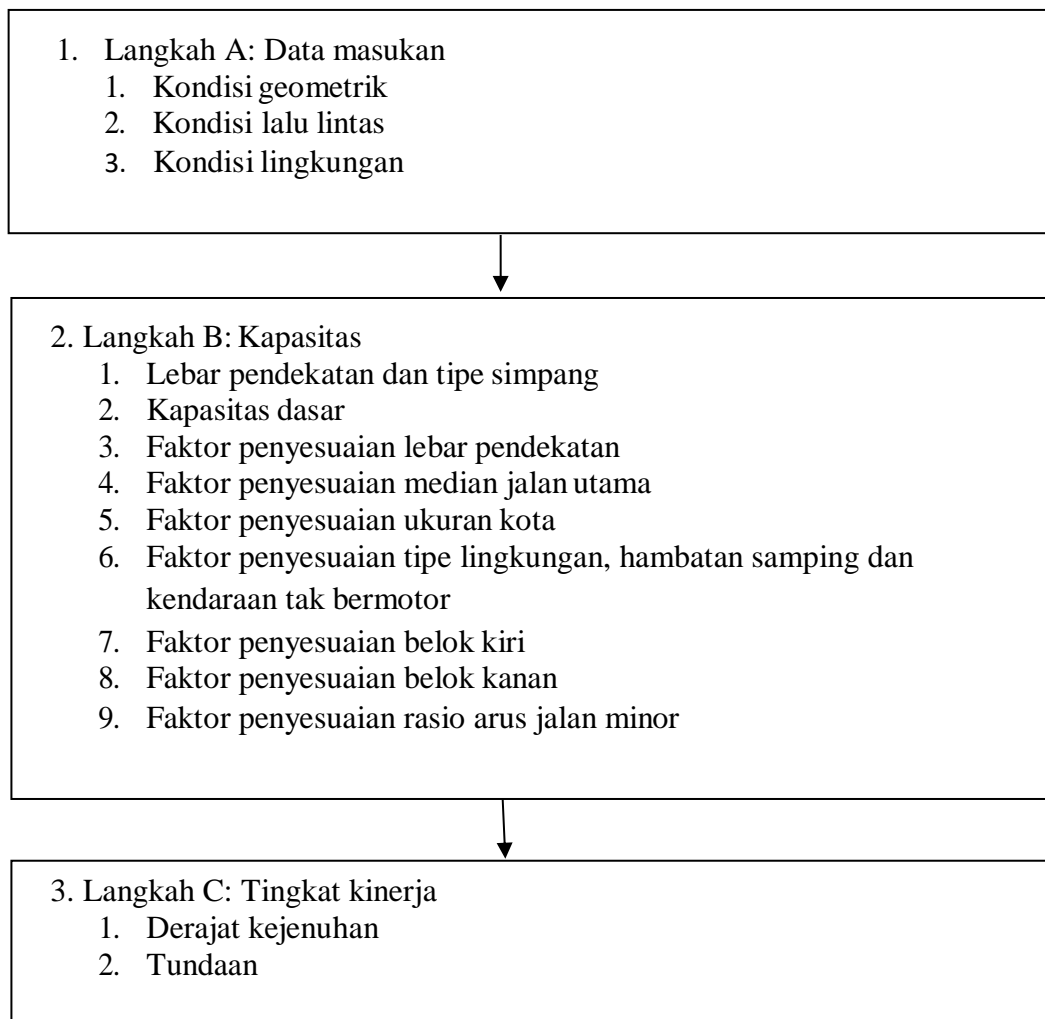
$F_{RT}$  = Faktor penyesuaian belok kanan

$F_{MI}$  = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

### 2.8.1. Analisa Operasional



Adapun diagram alir (*flow chart*) yang akan menjadi acuan prosedur perhitungan dan penganalisaan data akan diterangkan di bawah ini. Diagram alir bagi analisa operasionalnya sebagai berikut:



Gambar 2.10: Diagram alir prosedur analisa operasional (MKJI, 1997).

Hasil dari pada analisa operasional ini adalah penentuan kapasitas persimpangan tidak bersignal untuk setiap group lajur lengan simpang. Nantinya hasil kapasitas yang didapatkan akan menjadi penetapan dalam penentuan tingkat pelayanan. Dari nilai tingkat pelayanan yang didapat, selanjutnya akan dianalisa perlu tidaknya pemasangan lampu signal lalu lintas pada persimpangan tersebut.

### 2.8.2. Langkah A: Data masukan

Dalam data masukan yang terlihat pada diagram alir (gambar 2.10) dijabarkan dengan tiga point utama, yaitu:

a) Kondisi geometrik

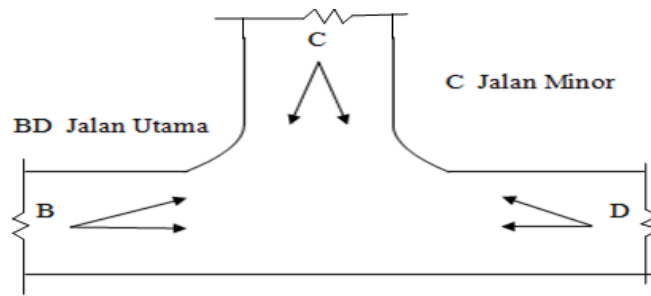
Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam data masukan kondisi geometrik, diantaranya sketsa pola geometrik yang harus jelas, nama jalan utama serta jalan utama dan juga harus dibuat panah penunjuk arah sebagai acuan. Sketsa sebaiknya memberikan gambaran yang baik dari suatu simpang mengenai informasi tentang lebar jalur, bahu dan median. Jika median cukup lebar sehingga memungkinkan melintasi simpang dalam dua tahap dengan henti ditengah.

b) Kondisi lalu lintas

Sketsa arus lalu lintas memberikan informasi lalu lintas yang diperlukan untuk analisa simpang tidak bersignal. Jika alternatif pemasangan signal pada persimpangan juga akan diukur, sketsa sebaiknya menunjukkan gerakan lalu lintas bermotor dan tidak bermotor (kend/jam) pada pendekatan  $C_{LT}$ , dan  $C_{RT}$  dan seterusnya.  $C_{LT}$  adalah pergerakan belok kiri pada lengan simpang C, dan  $C_{RT}$  merupakan pergerakan belok kanan juga dilengan C, begitu seterusnya.

Adapun prosedur perhitungan arus lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp) adalah sebagai berikut:

1. Data arus lalu lintas klasifikasi per-jam untuk masing-masing gerakan. Konversikan kedalam smp/jam dengan cara mengalikannya dengan emp tiap kelas kendaraan. Dimana untuk LV dikalikan 1, untuk HV dikalikan 1,3 dan MC dikalikan 0,5.
2. Perhitungan rasio belok dan rasio jalan minor C merupakan pendekatan pada lengan jalan minor sedangkan B dan D merupakan pendekatan untuk lengan jalan utama.



Gambar 2.11: Variabel arus lalu lintas (MKJI, 1997).

Volume arus lalu lintas total dapat dari jumlah keseluruhan arus lalu lintas maksimum dari setiap ruas jalan (jalan utama dan jalan minor).

$$Q_{TOT} = B + C + D \quad (2.2)$$

c) Kondisi lingkungan

Data kondisi lingkungan sangat berpengaruh dalam menganalisa data, untuk itu ada tiga bagian utama yang akan menjadi perhatian. Ketiga bagian itu adalah:

1. Kelas ukuran kota

Masukan perkiraan jumlah penduduk dari seluruh daerah perkotaan dalam satuan jiwa.

Tabel 2.3: Kelas ukuran kota (MKJI, 1997).

Ukuran kota	Jumlah penduduk (Juta Jiwa)
Sangat kecil	< 0,1
Kecil	0,1 – 0,5
Sedang	0,5 – 1,0
Besar	1,0 – 3,0
Sangat besar	>3,0

2. Tipe lingkungan jalan

Lingkungan jalan di klasifikasikan dalam kelas menurut tata guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari teknik lalu lintas.

Tabel 2.4: Tipe lingkungan jalan (MKJI, 1997).

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dsb).

### 3. Kelas hambatan samping

Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktifitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu lintas, misalnya pejalan kaki berjalan atau menyeberangi jalur, angkutan kota dan bis berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman dan tempat parkir di luar jalur. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas sebagai tinggi, sedang atau rendah.

Menurut MKJI 1997, hambatan samping di bagi 4 (empat) dari aktifitas samping segmen jalan yang masing-masing mempunyai bobot yang berbeda terhadap kapasitas antara lain:

1. Untuk pejalan kaki mempunyai bobot 0,5.
  2. kendaraan parkir/berhenti mempunyai bobot 1,0.
  3. kendaraan keluar/masuk jalan mempunyai bobot 0,7.
  4. kendaraan bergerak lambat mempunyai bobot 0,4
- Frekuensi bobot menentukan kelas hambatan samping yaitu:
- < 100 amat rendah, daerah pemukiman.
  - 100-199 kelas rendah, daerah pemukiman.
  - 300-499 kelas sedang, daerah industri dengan beberapa toko di jalan.

- 500-899 kelas tinggi, daerah komersial, aktivitas di sisi jalan.
- >900 kelas amat tinggi, daerah komersil/dengan aktifitas pasar.

### 2.8.3. Langkah B: Kapasitas

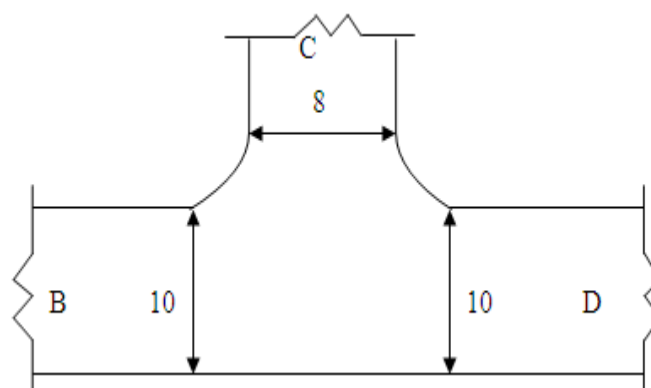
Perhitungan kapasitas akan dilakukan dalam beberapa langkah yang ditunjukkan dalam diagram alir (Gambar 2.10). Urutan yang telah ditetapkan pada diagram alir harus diikuti secara sistematis, hal ini guna mempermudah perhitungan dengan penganalisaan data. Tahap demi tahap akan di jelaskan sebagai berikut:

#### 1. Lebar pendekatan dan tipe simpang

Untuk menjelaskan awal perhitungan kapasitas ini, akan dibagi dalam tiga langkah, yaitu:

- Lebar rata-rata pendekatan minor dan utama  $W_C$  dan  $W_{BD}$  dan lebar rata-rata pendekatan  $W_1$ .

Lebar pendekatan di ukur pada jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, yang di anggap mewakili lebar pendekatan efektif untuk masing-masing pendekatan. Untuk pendekatan yang sering digunakan parkir pada jarak kurang dari 20 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, lebar pendekatan tersebut harus dikurangi 2 m.



Gambar 2.12: Lebar rata-rata pendekatan (MKJI, 1997).

$$W_1 = (W_B + W_C + W_D) / \text{jumlah lengan simpang} \quad (2.3)$$

$W_1$  = lebar rata-rata pendekatan simpang

$W_B$  = lebar pendekatan lengan jalan utama B

$W_C$  = lebar pendekatan lengan jalan minor C

$W_D$  = lebar pendekatan lengan jalan utama D

b. Tipe Simpang

Tipe simpang menentukan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan kode tiga angka. Jumlah lengan adalah jumlah lengan dengan lalu lintas masuk atau keluar atau keduanya.

Tabel 2.5: Kode tipe simpang (MKJI, 1997).

Kode IT	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur Jalan minor	Jumlah lajur Jalan utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Dalam tabel di atas tidak terdapat simpang tidak bersignal yang kedua jalan utama dan jalan minornya mempunyai empat lajur, yaitu simpang 344 dan 444, karena tipe simpang tidak dijumpai selama survei di lapangan. Jika analisa kapasitas harus dikerjakan untuk simpang seperti ini, simpang tersebut dianggap sebagai 324 dan 424.

2. Kapasitas dasar ( $C_0$ )

Nilai kapasitas dasar telah ditentukan sesuai dengan tipe persimpangan yang telah dibahas sebelumnya. Untuk jelasnya akan ditampilkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Kapasitas dasar menurut tipe simpang (MKJI, 1997).

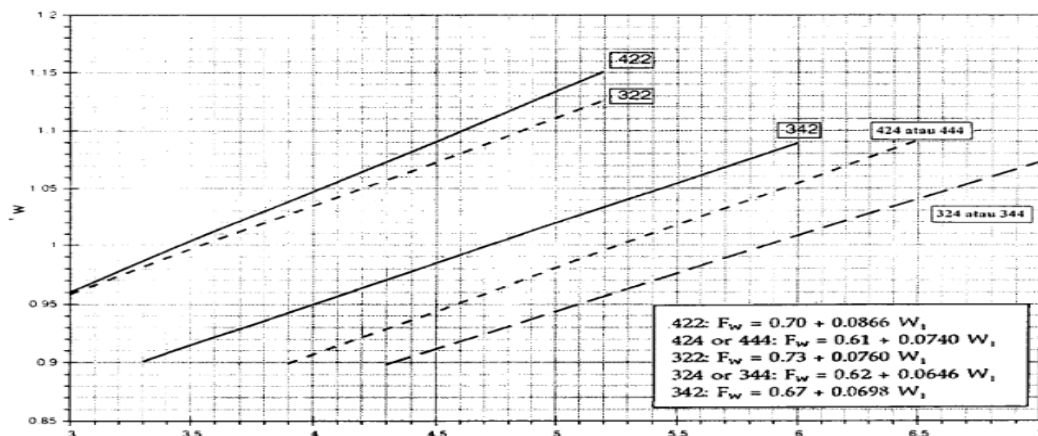
Tipe simpang IT	Kapasitas dasar (smp/jam)
-----------------	---------------------------

322	2700
324	2900
342 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

### 3. Faktor penyesuaian lebar pendekatan (Fw)

Variabel masukan adalah lebar rata-rata semua pendekatan WI dan tipe simpang IT. Batas nilai yang diberikan dalam gambar adalah rentang dasar empiris dan manual.

$$322: F_w = 0,62 + 0,0646 W_1 \quad (2.4)$$



Gambar 2.13: Faktor penyesuaian pendekatan persimpangan (Fw) (MKJI, 1997).

### 4. Faktor penyesuaian median jalan utama

Pertimbangan teknik lalu lintas diperlukan untuk menentukan faktor median. Median disebut jika kendaraan ringan standard dapat berlindung pada daerah tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama. Hal ini mungkin terjadi jika lebar median 3 m atau lebih, pada beberapa keadaan misalnya pendekatan jalan utama lebar, hal ini mungkin terjadi jika median lebih sempit. Penyesuaian hanya digunakan dengan 4 lajur variabel masukan adalah tipe median jalan utama.

Tabel 2.7: Faktor penyesuaian median jalan utama (MKJI, 1997).

Uraian	Tipe M	Faktor penyesuaian Median (Fm)
--------	--------	--------------------------------

Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,0
Ada median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama $\geq 3$ m	Lebar	1,20

### 1. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Yang dimaksud menjadi variabel masukan pada langkah ini adalah ukuran kota. Ukuran kota dapat ditentukan melalui banyaknya jumlah penduduknya, untuk lebih jelasnya akan di tampilkan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.8: Faktor penyesuaian ukuran kota (MKJI, 1997).

Ukuran kota CS	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

### 2. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU).

Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan, kelas hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor.

Tabel 2.9: Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (MKJI, 1997).

Kelas tipe lingkungan	Kelas	Rasio kendaraan tak bermotor PUM
-----------------------	-------	----------------------------------



Jalan RE	hambatan samping	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses	Tinggi/sedang/ rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

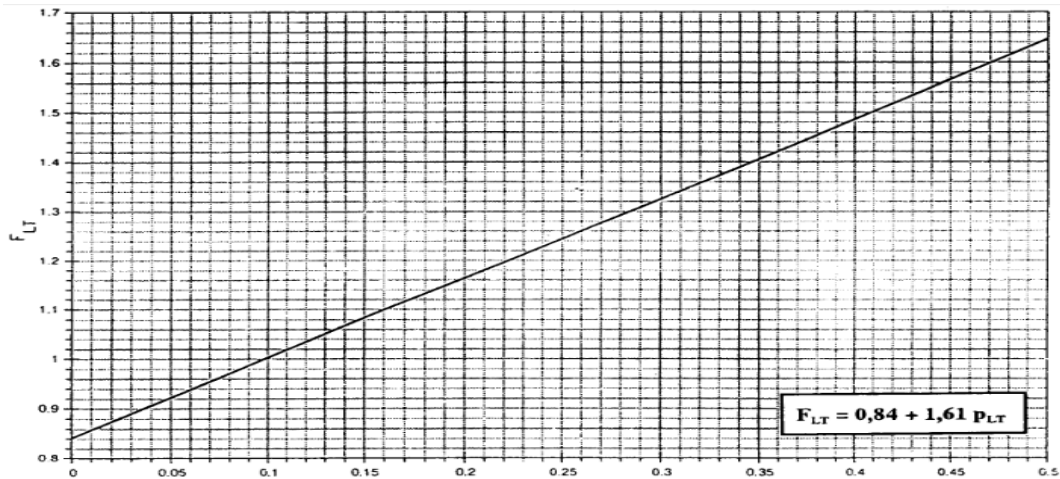
Tabel berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu  $emp = 1,0$ .

## 2. Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ )

Yang akan menjadi variabel pada vaktor ini adalah belok kiri, batas-batas yang diberikan untuk faktor ini adalah rentang dasar empiris dari manual.

$$P_{LT} = \frac{QLT}{QTOT} \quad (2.5)$$

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 \times P_{LT} \quad (2.6)$$



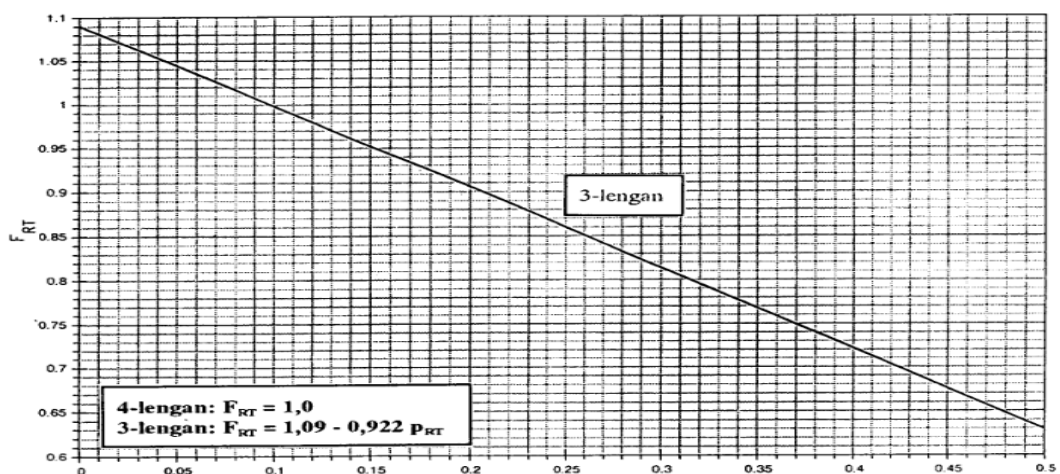
Gambar 2.14: Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ ) (MKJI, 1997).

### 3. Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ )

Variabel masukan adalah rasio arus jalan minor dan tipe simpang, sedangkan batasan-batasan yang di berikan untuk faktor ini adalah rentang empiris dan manual. Pada langkah ini harus benar-benar diperhatikan pada pemilihan nilai PMI sebelum dimasukkan kedalam rumusan yang telah terdapat di tabel. Nilai PMI yang akan di ambil disesuaikan dengan tipe simpang. Untuk lebih jelasnya akan diterangkan berdasarkan tabel dan Gambar 2.15.

$$P_{RT} = \frac{Q_{RT}}{Q_{TOT}} \quad (2.7)$$

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 \times P_{RT} \quad (2.8)$$



Gambar 2.15: Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $F_{RT}$ ) (MKJI, 1997).

### 4. Faktor penyesuaian jalan minor ( $F_{MI}$ )

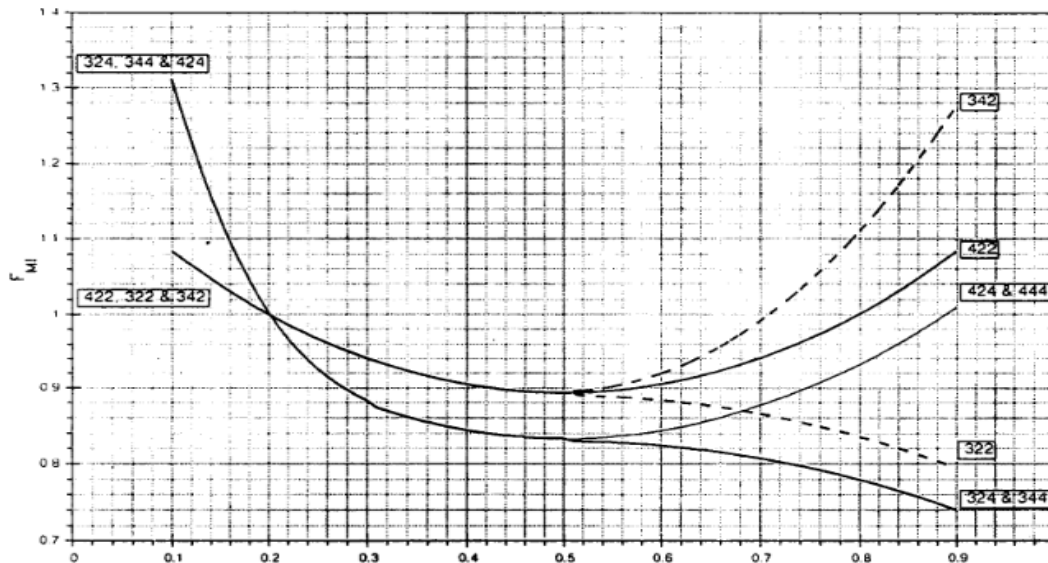
Variabel masukan adalah arus jalan minor dan tipe simpang, sedangkan batasan–batasan yang diberikan untuk faktor ini adalah rentang empiris dan manual. Pada langkah ini harus benar–benar diperhatikan pada pemilihan nilai PMI sebelum dimasukkan kedalam rumusan yang telah terdapat ditabel. Nilai PMI yang akan diambil disesuaikan dengan tipe simpang. Untuk lebih jelasnya akan diterangkan berdasarkan tabel dan gambar tabel dan Gambar 2.16.

Tabel. 2.10: Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ( $F_{MI}$ ) (MKJI, 1997).

IT	$F_{MI}$	$P_{MI}$
422	$1.19 \times P_{MI}^2 - 1.19 \times P_{MI} + 1.19$	0,1 – 0,9
424	$1.66 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25.3 \times P_{MI}^2 - 8.6 P_{MI} + 1.95$	0,1 – 0,3
444	$1.11 \times P_{MI}^2 - 1.11 \times P_{MI} + 1.11$	0,3 – 0,9
322	$1.19 \times P_{MI}^2 - 1.19 \times P_{MI} + 1.19$	0,1 – 0,5
	$-0.595 \times P_{MI}^2 + 0.595 \times P_{MI}^3 + 0.74$	0,5 – 0,9
342	$1.19 \times P_{MI}^2 - 1.19 \times P_{MI} + 1.19$	0,1 – 0,5
	$2.38 \times P_{MI}^4 - 2.38 \times P_{MI}^3 + 1.49$	0,5 – 0,9
324	$1.66 \times P_{MI}^4 - 33.3 \times P_{MI}^3 + 25.3 \times P_{MI}^2 - 8.6 \times P_{MI} + 1.95$	0,1 – 0,3
344	$1.11 \times P_{MI}^2 - 1.11 \times P_{MI}^3 + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0.555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0.69$	0,5 – 0,9

$$P_{MI} = \frac{Q_{MI}}{Q_{TOT}} \quad (2.9)$$

$$F_{MI} = 1.66 \times P_{MI}^4 - 33.3 \times P_{MI}^3 + 25.3 \times P_{MI}^2 - 8.6 \times P_{MI} + 1.95 \quad (2.10)$$



Gambar 2.16: Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ( $F_{MI}$ ) (MKJI, 1997).

#### 2.8.4. Langkah C: Tingkat Kinerja

##### 1. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan Penilaian lalu lintas pada persimpangan, jika derajat kejenuhan terlampaui tinggi ( $DS > 0,6$ ) asumsi dapat berubah berkaitan dengan penampang persimpangan, derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DS = Q_{TOT} / C \quad (2.11)$$

Dimana:

- DS = Derajat kejenuhan
- $Q_{TOT}$  = Arus total (smp/jam)
- C = Kapasitas

##### 2. Tundaan

Ada lima langkah tundaan yang diikuti yaitu:

###### a. Tundaan lalu lintas simpang ( $DT_1$ )

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas, rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang.  $DT_1$  ditentukan dari kurva empiris antara ( $DT_1$ ) dan DS, dan dapat juga digunakan rumus:

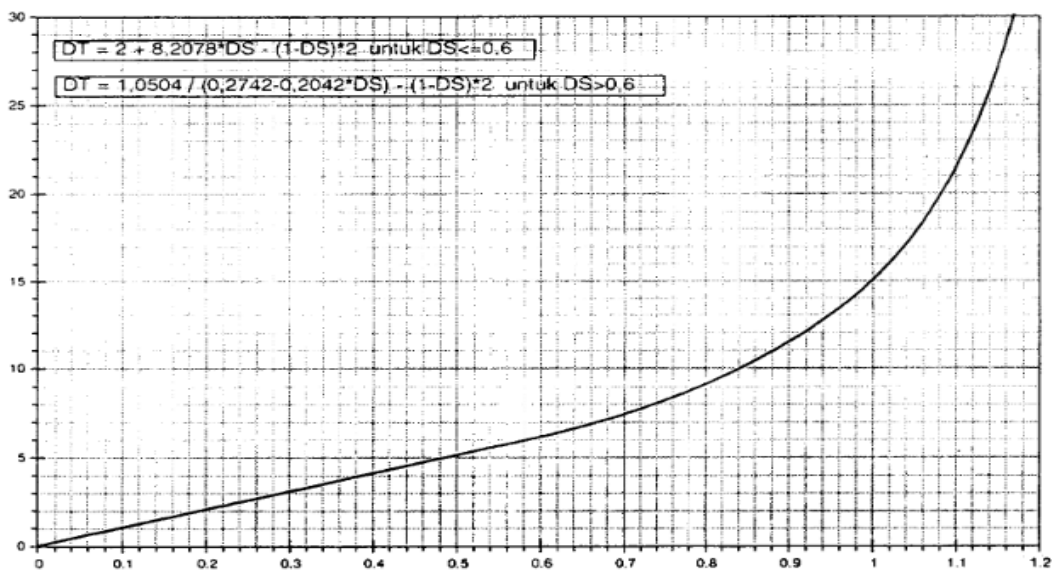
Untuk  $DS < 0,6$

$$DT_1 = 2 + 8,2078 \times DS (1 - DS) \times 2 \quad (2.12)$$

Dan untuk  $DS > 0,6$

$$DT_1 = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) \times 2 \quad (2.13)$$

Dan nilai  $DT_1$  dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17: Tundaan lalu lintas simpang dengan derajat kejenuhan (MKJI, 1997).

b. Tundaan lalu lintas jalan Utama ( $DT_{MA}$ )

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama.  $DT_{MA}$  ditentukan dari kurva empiris antara  $DT_{MA}$  dan  $DS$  dan dapat juga digunakan rumus:

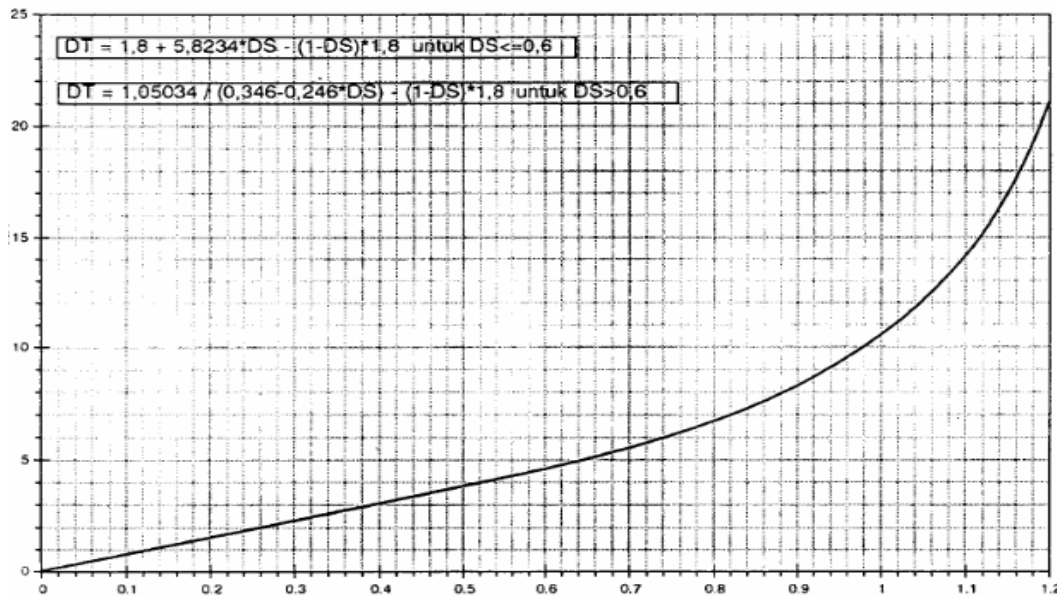
Untuk  $DS < 0,6$

$$DT_{MA} = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1-DS) \times 1,8 \quad (2.14)$$

Dan untuk  $DS > 0,6$

$$DT_{MA} = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1-DS) \times 1,8 \quad (2.15)$$

Variabelnya adalah derajat kejenuhan yang terdapat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18: Tundaan lalu lintas jalan utama dengan derajat kejenuhan (MKJI, 1997).

c. Penentuan tundaan lalu lintas jalan minor ( $DT_{MI}$ )

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata, ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata.  $DT_{MI}$  di hitung berdasarkan rumusan.

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_I \times DT_{MA}) / Q_{MI} \quad (2.16)$$

Dimana:

$DT_{MI}$  = Penentuan tundaan lalu lintas jalan minor

$Q_{TOT}$  = Arus total

$DT_I$  = Tundaan lalu lintas simpang

$Q_{MA}$  = Arus lalu lintas jalan utama

$DT_{MA}$  = Tundaan lalu lintas jalan utama

$Q_{MI}$  = Arus lalu lintas jalan minor

d. Tundaan geometrik simpang ( $DG$ )

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang.  $DG$  dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

Untuk  $DS < 1.0$ :

$$DG = (1 - DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4 \quad (2.17)$$

Untuk  $DS \geq 1.0$ ,  $DG = 4$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang

DS = Derajat kejenuhan

$P_T$  = Rasio belok total

e. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung sebagai berikut:

$$D = DG + DT_1 \quad (2.18)$$

Dimana:

D = Tundaan simpang

DG = Tundaan geometrik

$DT_1$  = Tundaan lalu lintas simpang

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Peninjauan Pelayanan**

Untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam menganalisa kapasitas dan tuntutan pada persimpangan Jalan Ahmad Yani – Jalan Kampung Baru Kota Rantauprapat, dibutuhkan survei lapangan, sehingga akan diperoleh data-data yang akurat sesuai dengan kondisi persimpangan.

Tujuan peninjauan pelayanan sebelum survei, perlu diketahui kondisi lapangan yang sebenarnya agar dalam melakukan pengambilan data dapat menghasilkan data yang akurat. Kondisi lapangan itu meliputi:

1. Sket Lokasi Survei

Sket lokasi survei perlu dibuat untuk menempatkan setiap pos untuk menghitung volume lalu lintas.

2. Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan lalu lintas perlu ditinjau terlebih dahulu sehingga dapat ditentukan berapa orang yang diperlukan dalam melakukan survei pada tiap-tiap pos untuk menghitung volume kendaraan dan didapat hasil yang akurat.

#### **3.2. Lokasi Penelitian**

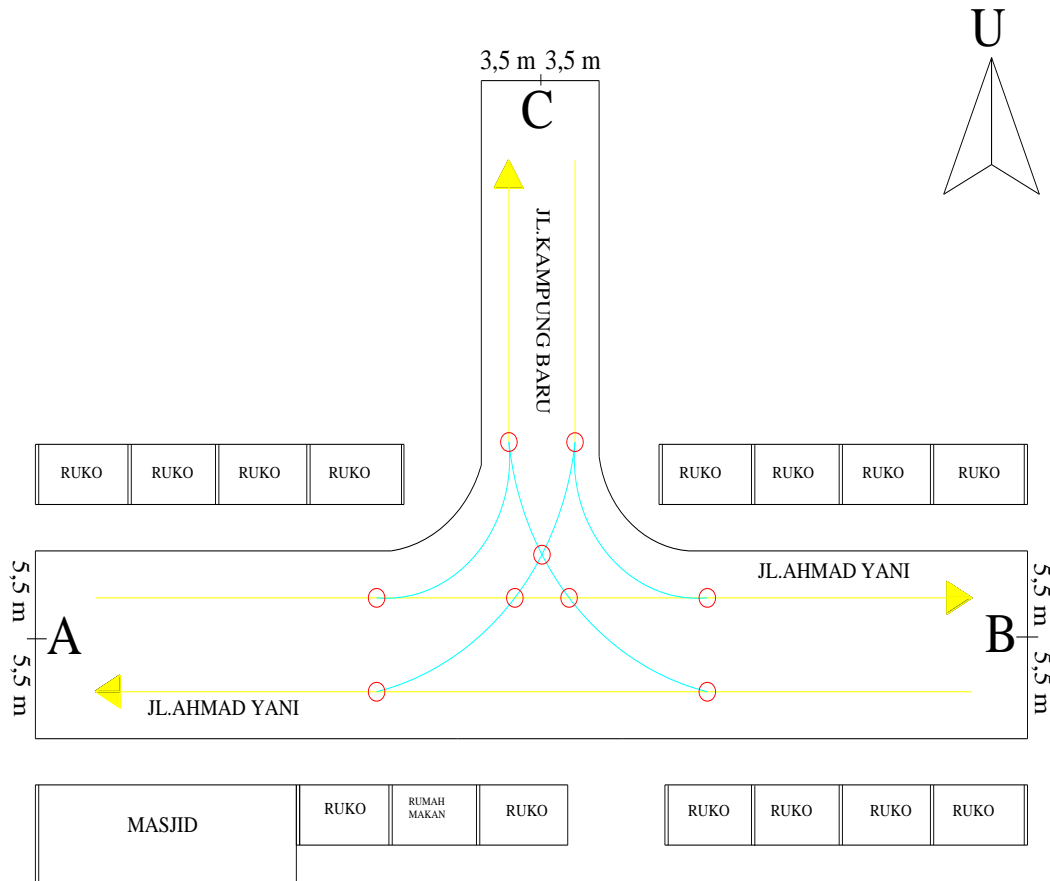
Simpang Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru Kota Rantauprapat dengan kondisi jalan sebagai berikut:

- a. Mempunyai 3 lengan pendekat yaitu Jalan Ahmad Yani arah Barat dan Timur, dan jalan Kampung Baru arah Utara.
- b. Merupakan simpang tak bersinyal dengan 3 lengan yang melayani arus 4 lajur 2 arah tak terbagi dari arah Jalan Ahmad Yani dan Jalan Kampung Baru 2 lajur 2 arah tak terbagi.

Berdasarkan berbagai pengamatan untuk mendapatkan data jumlah dan waktu tempuh kendaraan yang telah dilakukan. Survei dilaksanakan selama 1 minggu dimulai dari Hari Senin 28 November – 04 Desember 2016. Penelitian ini dilakukan selama jam-jam sibuk, yakni:



1. Pagi hari antara pukul 07.00 sampai dengan 09.00 WIB.
2. Siang hari antara pukul 12.00 sampai dengan 14.00 WIB.
3. Sore hari antara pukul 16.00 sampai dengan 18.00 WIB.



Gambar 3.1: Sket lokasi penelitian

### 3.3. Alat-Alat Survei

Agar survei di lapangan berjalan dengan baik maka perlu terlebih dahulu disiapkan alat-alat survei, antara lain meliputi:

1. Meteran.
2. Pengukur Waktu (Jam dan *Stopwatch*).
3. Alat-alat Tulis.

### 3.4. Cara Pengambilan Data

Data-data yang diperlukan untuk menganalisa kapasitas dan tundaan pada persimpangan Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru, yaitu:

1. Data volume lalu lintas setiap lengan persimpangan pada jam sibuk.
2. Data geometrik jalan (lebar dan jumlah jalur).

Pengumpulan data dilakukan di persimpangan Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru. Pada persimpangan tersebut terdapat tiga (3) lengan percabangan. Setiap lengan simpang ditempatkan pos yang terdiri dari 2 orang personil, di mana setiap personil bertugas mencatat volume kendaraan terdiri dari kendaraan yang bergerak lurus, kendaraan belok kanan, dan kendaraan yang belok kiri pada setiap lengan persimpangan.

### 3.5. Data Primer

Data primer adalah data yang di peroleh dari survei lapangan yang meliputi:

#### 1. Data Volume Lalu Lintas

Data volume kendaraan yang di ambil adalah kendaraan yang melewati pos pengamatan yang di bedakan dalam beberapa jenis kendaraan yaitu:

##### a) Kendaraan ringan (*light vehicle*)

Terdiri dari kendaraan bermotor beroda 4 termasuk mobil penumpang, pick up, dan mikro truck.

##### b) Kendaraan berat (*heavy vehicle*)

Terdiri dari kendaraan bermotor yang mempunyai lebih dari 4 roda termasuk bus truk 2 ganda dan kombinasi truk lain nya.

##### c) Sepeda motor (*motor cycle*)

Terdiri dari kendaraan bermotor beroda 2 atau 3 termasuk sepeda motor dan kendaraan roda 3 lainnya.

##### d) Kendaraan tak bermotor (*Un Motorrised*)

Terdiri dari semua jenis kendaraan tak bermotor termasuk sepeda, becak, Gerobak, dsb.

#### 2. Data Geometrik Simpang

Data geometrik simpang dilakukan dengan mencatat jumlah lajur dan arah, menentukan kode pendekat (Barat, Timur dan Utara) dan tipe pendekat, ada tidaknya median jalan, mengukur lebar pendekat, lebar lajur, lebar bahu dan median jalan (jika ada), lebar masuk dan lebar keluar pendekat. Melalui pengukuran secara langsung karakteristik ruas jalan yang

diamati, adapun data geometrik yang diperlukan untuk perhitungan kinerja lalu lintas (kapasitas Jalan) didalam penelitian ini:

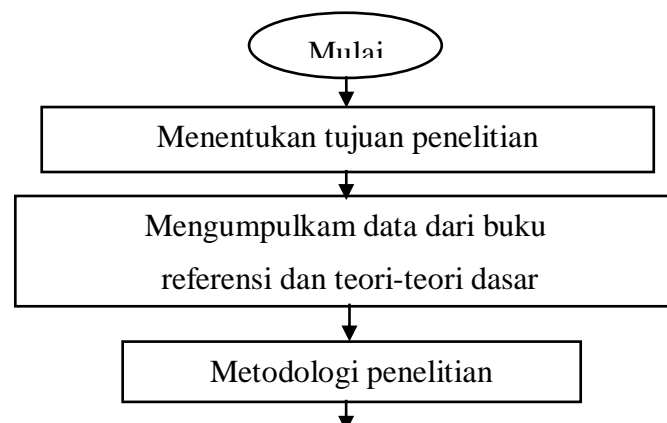
- Lebar Jalan : Jalan utama 11 m, Jalan minor 7 m.
- Tipe Jalan : Kolektor.
- Jumlah Lajur : 4 lajur 2 arah tak terbagi jalan utama, 2 lajur 2 arah tak terbagi jalan minor.

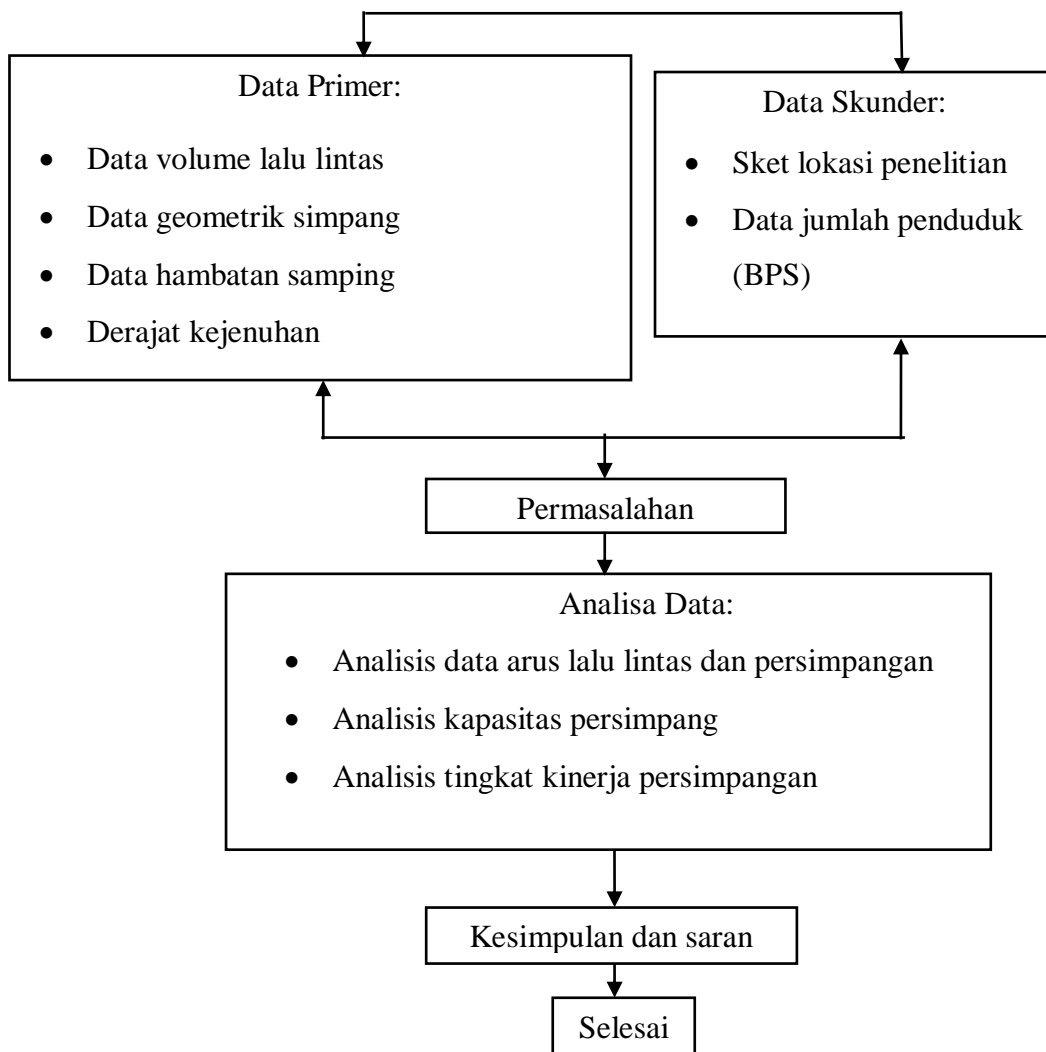
### 3.6. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang di dapat dari instansi terkait. Data jumlah penduduk merupakan data sekunder karena diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) kota Rantauprapat, data jumlah penduduk ini di gunakan untuk menentukan ukuran kota sesuai dengan MKJI 1997.

### 3.7. Bagan Alir

Studi ini terdiri dari beberapa langkah-langkah, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2: Bagan alir penelitian.

## BAB 4

### ANALISA DATA

#### 4.1 Deskripsi Penelitian

Pengamatan dilakukan di persimpangan Jl. Ahmad Yani (B), Jl. Ahmad Yani (T), Jl. Kampung Baru (U). Penelitian ini mengambil data arus lalu-lintas yang terdiri dari *Heavy Vehicle* (HV), *Light Vehicle* (LV) dan *Motorcycle* (MC) dari ketiga jenis kendaraan tersebut. Jenis kendaraan dibagi berdasarkan sistem klasifikasi Bina Marga yang dapat kita lihat pada bab 2. Pengambilan data dilakukan secara bersamaan pada Hari Senin 28 November 2016 – Minggu 04 Desember 2016 di tiap ruas jalan pada masing–masing simpang selama jam puncak Pagi, jam puncak Siang, dan jam puncak Sore dengan durasi masing–masing simpang selama dua jam, mulai jam 07.00 – 09.00 WIB, jam 12.00 – 14.00 WIB dan jam 16.00 – 18.00 WIB.

Penentuan jam puncak berdasarkan survei pendahuluan. Data yang diperoleh untuk perhitungan berdasarkan survei pendahuluan selama durasi 2 jam di tiap-tiap lengan Jalan, pada Hari Senin 28 November 2016.

Tabel 4.1: Jumlah kendaraan hasil survei pendahuluan di lengan B (LT).

Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan		
	MC	LV	HV		MC	LV	HV		MC	LV	H V
07.00 – 07.15	76	65	2	12.00 – 12.15	73	58	2	16.00 – 16.15	71	46	2
07.15 – 07.30	87	67	1	12.15 – 12.30	77	67	2	16.15 – 16.30	73	50	1
07.30 – 07.45	88	53	5	12.30 – 12.45	83	57	1	16.30 – 16.45	76	51	2
07.45 – 08.00	74	71	1	12.45 – 13.00	84	64	2	16.45 – 17.00	74	62	3
08.00 – 08.15	83	64	2	13.00 – 13.15	65	63	2	17.00 – 17.15	83	75	2
08.15 – 08.30	71	62	2	13.15 – 13.30	70	61	3	17.15 – 17.30	76	74	3
08.30 – 08.45	83	67	3	13.30 – 13.45	74	62	2	17.30 – 17.45	85	77	2
08.45 – 09.00	65	60	1	13.45 – 14.00	78	47	1	17.45 – 18.00	84	80	2

Tabel 4.2: Jumlah kendaraan hasil survei pendahuluan di lengan B (ST).

Waktu	Jenis kendaraan	Waktu	Jenis kendaraan	Waktu	Jenis kendaraan
-------	-----------------	-------	-----------------	-------	-----------------

	MC	LV	HV		MC	LV	HV		MC	LV	H V
07.00 – 07.15	76	60	1	12.00 – 12.15	77	59	2	16.00 – 16.15	69	53	4
07.15 – 07.30	87	67	3	12.15 – 12.30	83	70	1	16.15 – 16.30	72	50	2
07.30 – 07.45	88	63	2	12.30 – 12.45	84	63	3	16.30 – 16.45	84	56	4
07.45 – 08.00	94	72	2	12.45 – 13.00	63	73	2	16.45 – 17.00	74	76	3
08.00 – 08.15	72	57	2	13.00 – 13.15	93	68	2	17.00 – 17.15	80	65	3
08.15 – 08.30	90	62	2	13.15 – 13.30	68	61	1	17.15 – 17.30	93	78	1
08.30 – 08.45	88	54	1	13.30 – 13.45	76	63	2	17.30 – 17.45	92	74	2
08.45 – 09.00	52	65	2	13.45 – 14.00	63	49	2	17.45 – 18.00	91	79	1

Tabel 4.3: Jumlah kendaraan hasil survei pendahuluan di lengan C (LT).

Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan		
	MC	LV	HV		MC	LV	HV		MC	LV	H V
07.00 – 07.15	27	24	2	12.00 – 12.15	28	23	2	16.00 – 16.15	16	21	0
07.15 – 07.30	29	21	2	12.15 – 12.30	32	25	3	16.15 – 16.30	24	22	0
07.30 – 07.45	28	26	1	12.30 – 12.45	30	26	1	16.30 – 16.45	22	19	1
07.45 – 08.00	28	23	1	12.45 – 13.00	26	24	2	16.45 – 17.00	23	21	1
08.00 – 08.15	27	22	2	13.00 – 13.15	30	23	2	17.00 – 17.15	27	17	0
08.15 – 08.30	28	25	1	13.15 – 13.30	25	24	1	17.15 – 17.30	25	16	1
08.30 – 08.45	24	23	2	13.30 – 13.45	27	23	2	17.30 – 17.45	28	23	1
08.45 – 09.00	21	25	1	13.45 – 14.00	30	25	1	17.45 – 18.00	26	18	1

Tabel 4.4: Jumlah kendaraan hasil survei pendahuluan di lengan C (RT).

Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan		
	MC	LV	HV		MC	LV	HV		MC	LV	H V

07.00 – 07.15	21	19	1	12.00 – 12.15	27	21	2	16.00 – 16.15	18	20	1
07.15 – 07.30	22	20	0	12.15 – 12.30	31	22	1	16.15 – 16.30	20	18	1
07.30 – 07.45	26	18	0	12.30 – 12.45	29	20	1	16.30 – 16.45	17	19	1
07.45 – 08.00	24	19	1	12.45 – 13.00	26	19	2	16.45 – 17.00	24	23	1
08.00 – 08.15	22	18	1	13.00 – 13.15	27	18	2	17.00 – 17.15	23	25	1
08.15 – 08.30	23	21	0	13.15 – 13.30	28	20	1	17.15 – 17.30	30	17	2
08.30 – 08.45	19	17	1	13.30 – 13.45	30	19	2	17.30 – 17.45	24	18	1
08.45 – 09.00	17	16	0	13.45 – 14.00	31	19	2	17.45 – 18.00	28	19	2

Tabel 4.5: Jumlah kendaraan hasil survei pendahuluan di lengan D (ST).

Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan		
	MC	LV	HV		MC	LV	HV		MC	LV	H V
07.00 – 07.15	80	65	2	12.00 – 12.15	78	52	1	16.00 – 16.15	72	59	1
07.15 – 07.30	67	67	4	12.15 – 12.30	82	73	1	16.15 – 16.30	66	75	1
07.30 – 07.45	85	64	3	12.30 – 12.45	71	68	1	16.30 – 16.45	84	77	3
07.45 – 08.00	81	73	1	12.45 – 13.00	77	59	2	16.45 – 17.00	79	67	2
08.00 – 08.15	78	57	1	13.00 – 13.15	72	66	3	17.00 – 17.15	81	96	1
08.15 – 08.30	88	58	2	13.15 – 13.30	90	64	3	17.15 – 17.30	85	82	3
08.30 – 08.45	50	65	2	13.30 – 13.45	61	66	2	17.30 – 17.45	86	83	2
08.45 – 09.00	60	51	2	13.45 – 14.00	57	46	1	17.45 – 18.00	68	79	2

Tabel 4.6: Jumlah kendaraan hasil survei pendahuluan di lengan D (RT).

Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan			Waktu	Jenis kendaraan		
	MC	LV	HV		MC	LV	HV		MC	LV	H V
07.00 – 07.15	63	43	3	12.00 – 12.15	58	58	2	16.00 – 16.15	61	40	5

07.15 – 07.30	64	57	1	12.15 – 12.30	72	60	2	16.15 – 16.30	57	57	2
07.30 – 07.45	72	61	2	12.30 – 12.45	66	59	1	16.30 – 16.45	60	53	1
07.45 – 08.00	69	55	1	12.45 – 13.00	58	59	3	16.45 – 17.00	72	56	2
08.00 – 08.15	68	54	1	13.00 – 13.15	72	61	4	17.00 – 17.15	64	66	5
08.15 – 08.30	70	50	2	13.15 – 13.30	60	53	2	17.15 – 17.30	73	56	2
08.30 – 08.45	61	45	1	13.30 – 13.45	72	58	1	17.30 – 17.45	63	61	1
08.45 – 09.00	64	59	3	13.45 – 14.00	58	54	3	17.45 – 18.00	59	60	3

#### 4.2 Perhitungan Kinerja Simpang Tak Bersinyal

Untuk keperluan analisis perhitungan data pada Hari Senin, 28 November 2016, jam puncak pagi (07.00 – 09.00). Data ini dianggap mewakili data-data lainnya karena mempunyai volume arus lalu-lintas tertinggi. Analisis yang dilakukan dengan cara mengikuti langkah-langkah berdasarkan (MKJI, 1997).

Kota	:	Rantauprapat
Propinsi	:	Sumatera Utara
Hari	:	Senin, 28 November 2016
Periode	:	Jam Puncak Pagi (07.00 – 09.00 WIB)
Nama Simpang	:	JL. Ahmad Yani – JL. Kampung Baru

Hasil Survei maksimum volume lalu-lintas persimpangan jalan yang ditinjau adalah Hari Senin jam puncak Pagi. Sebagian besar kendaraan yang melintas kaki persimpangan jalan adalah kendaraan bermotor dan kendaraan ringan.

Tabel 4.7: Volume lalu lintas jam puncak pagi.

Waktu Senin (Pagi)	Barat (Lengan B)			Total kend/jam
	MC	LV	HV	
	kend/jam	kend/jam	kend/jam	
07.00-09.00	1274	1009	32	2315



Waktu Senin (Pagi)	Timur (lengan C)			Total kend/jam
	MC	LV	HV	
	kend/jam	kend/jam	kend/jam	
07.00-09.00	386	337	16	739
Waktu Senin (Pagi)	Utara (lengan D)			Total kend/jam
	MC	LV	HV	
	kend/jam	kend/jam	kend/jam	
07.00-09.00	1120	924	31	2075

#### 1. Lengan B

$$\begin{aligned}
 \text{MC} &= (1274 \times 0,5)/2 &= 318 \text{ smp/jam} \\
 \text{LV} &= (1009 \times 1)/2 &= 504 \text{ smp/jam} \\
 \text{HV} &= (32 \times 1,3)/2 &= \underline{21 \text{ smp/jam}} + \\
 &&= 843 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

#### 2. Lengan C

$$\begin{aligned}
 \text{MC} &= (386 \times 0,5)/2 &= 96 \text{ smp/jam} \\
 \text{LV} &= (337 \times 1)/2 &= 168 \text{ smp/jam} \\
 \text{HV} &= (16 \times 1,3)/2 &= \underline{10 \text{ smp/jam}} + \\
 &&= 274 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

#### 3. Lengan D

$$\begin{aligned}
 \text{MC} &= (1120 \times 0,5)/2 &= 280 \text{ smp/jam} \\
 \text{LV} &= (924 \times 1)/2 &= 462 \text{ smp/jam} \\
 \text{HV} &= (31 \times 1,3)/2 &= \underline{20 \text{ smp/jam}} + \\
 &&= 762 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

### 4.3 Kapasitas Tundaan Pada Persimpangan

Untuk menganalisa data–data di lapangan dalam menetapkan kapasitas dan tundaan pada persimpangan Jalan Ahmad Yani – Jalan Kampung Baru menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

#### 4.3.1 Perhitungan Data Survei

## A. Kapasitas Simpang

1. Untuk menghitung lebar rata-rata pendekatan dapat digunakan Pers. 2.3

$$\begin{aligned}W_1 &= (W_B + W_C + W_D)/\text{jumlah lengan simpang} \\ &= (5,5 + 3,5 + 5,5)/3 \\ &= 4,83 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Untuk menghitung faktor penyesuaian pendekatan dapat digunakan Pers. 2.4

Nilai  $F_w$  di dapat dari perbandingan lebar rata-rata pendekatan dengan tipe simpang, maka:

$$\begin{aligned}F_w &= 0,62 + 0,0646 \times W_1 \\ &= 0,62 + 0,0646 \times 4,83 \\ &= 0,932\end{aligned}$$

3. Untuk menghitung rasio dan faktor penyesuaian belok kiri dapat digunakan pada Pers. 2.5 dan 2.6

$$P_{LT} = \frac{QLT}{Q_{TOT}} = \frac{172,4}{553,7} = 0,311 \text{ (Lampiran 3A)}$$

$$\begin{aligned}F_{LT} &= 0,84 + 1,61 \times P_T \\ &= 0,84 + 1,16 \times 0,311 \\ &= 1,341\end{aligned}$$

4. Frekuensi tipe lingkungan komersil dan hambatan samping sedang
5. Faktor penyesuaian hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

$$F_{RSU} = \frac{UM}{MV} = \frac{31}{739} = 0,042 \text{ (Lampiran 3A)}$$

Maka nilai  $F_{RSU}$  dilakukan interpolasi (Tabel 2.9)

Kelas hambatan samping sedang

Interpolasi

$$\text{Maka nilai } X = (0,89) + \frac{0,042 - 0,00}{0,05 - 0,00} \times (0,94 - 0,89) = 0,932$$

Maka nilai  $F_{RSU} = 0,932$

6. Nilai kapasitas dasar ( $C_0$ ) disesuaikan dengan tipe simpang tiga lengan (kode 324) maka nilai kapasitas dasar  $C_0 = 2900$  (Tabel 2.6)
7. Median jalan utama tidak ada, maka nilai  $F_M = 1,00$  (Tabel 2.7)

8. Ukuran Kota Rantauprapat dengan jumlah penduduk sebesar 565.469 jiwa, ukuran Kota Rantauprapat termasuk kategori sedang maka nilai  $F_{cs} = 0,94$  (Tabel 2.8)
9. Untuk menghitung nilai rasio dan faktor penyesuaian belok kanan untuk tiga lengan dapat digunakan Pers. 2.7 dan 2.8

$$P_{RT} = \frac{Q_{RRT}}{Q_{TOT}}$$

$$= \frac{136,2}{553,7} = 0,246 \text{ (Lampiran 3A)}$$

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 \times P_{RT}$$

$$= 1,09 - 0,922 \times 0,246$$

$$= 0,863$$

10. Untuk menghitung nilai rasio dan faktor penyesuaian rasio arus jalan minor dapat digunakan pada Pers. 2.9 dan 2.10

$$P_{MI} = \frac{Q_{MIMI}}{Q_{TOT}} = \frac{78,4}{553,7} = 0,142 \text{ (Lampiran 3A)}$$

$$F_{MI} = 1.66 \times P_{MI}^4 - 33.3 \times P_{MI}^3 + 25.3 \times P_{MI}^2 - 8.6 \times P_{MI} + 1.95$$

$$= 1.66 \times 0,142^4 - 33.3 \times 0,142^3 + 25.3 \times 0,142^2 - 8.6 \times 0,142 + 1.95$$

$$= 1,146$$

Maka  $C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{cs} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$

$$= 2900 \times 0,932 \times 1,00 \times 0,94 \times 0,932 \times 1,341 \times 0,863 \times 1,146$$

$$= 3140,71 \text{ smp/jam}$$

## B. Tingkat Kinerja

Tingkat kinerja meliputi:

- I. Untuk menghitung nilai derajat kejenuhan dapat digunakan Pers. 2.11

$$DS = \frac{Q_{TOT}}{C} = \frac{553,7}{3140,71} = 0,176 \text{ det/smp}$$

## II. Tundaan

1. Untuk menghitung tundaan lalu lintas simpang ( $DT_1$ ) dapat digunakan Pers. 2.12

Untuk  $DS < 0,6$  maka

$$DT_1 = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2$$

$$= 2 + 8,2078 \times 0,176 - (1 - 0,176) \times 2$$

$$= 1,800 \text{ det/smp}$$

2. Untuk menghitung tundaan lalu lintas jalan utama ( $DT_{MA}$ ) dapat digunakan Pers. 2.14

Untuk  $DS < 0,6$  maka

$$\begin{aligned} DT_{MA} &= 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8 \\ &= 1,8 + 5,8234 \times 0,176 - (1 - 0,176) \times 1,8 \\ &= 1,344 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

3. Untuk menghitung tundaan lalu lintas jalan minor ( $DT_{MI}$ ) dapat digunakan Pers. 2.16

$$\begin{aligned} DT_{MI} &= (Q_{TOT} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \\ &= (553,7 \times 1,800 - 475,3 \times 1,344) / 78,4 \\ &= 4,562 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

4. Untuk menghitung tundaan geometrik simpang ( $DG$ ) dapat digunakan Pers. 2.17

$$\begin{aligned} DG &= (1 - DS) \times (P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4 \\ &= (1 - 0,176) \times (0,56 \times 6 + (1 - 0,56) \times 3) + 0,176 \times 4 \\ &= 4,554 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

5. Untuk menghitung tundaan simpang ( $D$ ) dapat digunakan Pers. 2.18

$$\begin{aligned} D &= DG + DT_1 \\ &= 4,554 + 1,800 \\ &= 6,353 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Berikut adalah tabel hasil data rekapitulasi diatas data dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil rekapitulasi kapasitas tingkat kinerja Simpang.

Hari	Interval waktu (WIB)	C smp/jam	DS	DT <sub>1</sub>	DT <sub>MA</sub>	DT <sub>MI</sub>	DG det/smp	D det/smp
Senin	07.00 - 09.00	3140,71	0,176	1,800	1,344	4,562	4,554	6,353

Hasil perhitungan dapat diketahui bahwa pada persimpangan Jalan Ahmad Yani–Jalan Kampung Baru Rantauprapat tidak sesuai dengan ketentuan MKJI 1997, karena kapasitas jalan melebihi dari kapasitas dasar. Tingginya nilai kapasitas maksimum pada persimpangan sebesar 3140,71 smp/jam terjadi pada hari Senin pukul 07.00–09.00 WIB sudah melebihi kapasitas dasar ( $C_0 = 2900$  smp/jam).

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Simpang Jalan Ahmad Yani – Jalan Kampung Baru Kota Rantauprapat merupakan simpang tiga tak bersinyal yang pada jam sibuk arus kendaraan yang melewati simpang sering terjadi konflik yang menyebabkan kemacetan arus kendaraan. Berdasarkan analisa yang dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas simpang pada persimpangan Jalan Kampung Baru – Jalan Ahmad Yani sebesar 3140,71 smp/jam pada hari Senin pukul 07.00–09.00 sudah melebihi dari kapasitas dasar persimpangan ( $C_0 = 2900$  smp/jam).
2. Pada hari Senin menunjukkan nilai derajat kejenuhan (DS) yang paling besar pada pukul 07.00–09.00, yaitu sebesar 0,176 det/smp dan nilai tundaan simpang (D) yang paling besar terjadi pada hari Senin pukul 07.00–09.00 sebesar 6,353 det/smp.
3. Membuat sistem pengaturan lalu lintas seperti rambu atau marka jalan terutama pemasangan lampu signal lalu lintas pada persimpangan Jalan Kampung Baru – Jalan Ahmad Yani.

#### 5.2. Saran

1. Perkembangan lalu lintas perlu dianalisa terus menerus secara berlanjut (*continue*) sehingga dapat diketahui pengaruh perkembangan jumlah kendaraan terhadap lalu lintas.
2. Disiplin pengemudi dalam mentaati peraturan lalu lintas perlu lebih ditingkatkan karena banyak pelanggaran yang terutama di daerah persimpangan.
3. Perlu membuat sistem pengaturan lalu lintas yang lebih baik, terutama pemasangan lampu signal lalu lintas. Hal ini dianggap perlu dilakukan segera oleh pihak yang terkait demi meningkatkan pelayanan dan mengantisipasi kemacetan dipersimpangan tersebut.
4. Untuk pemerintah diharapkan lebih memberikan perhatian untuk simpang–simpang tak bersinyal yang bermasalah dengan menerjunkan petugas yang terkait dengan

pengaturan lalu lintas yaitu Polisi lalu lintas sehingga pada jam sibuk arus lalu lintas tetap lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, S.A. (2011) *Jaringan Transportasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Astuti, R.D. (2004) Penyusunan Alternatif Lay Out Parkir Bus Bagian Timur Terminal Bus Tirtonadi. *Laporan Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Industri, Universitas Semarang.
- Direktorat Perhubungan Darat tahun 1998 *Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir*. 1998. Jakarta.
- DirektoratJendralPerhubunganDarat Nomor 274 tahun1993*Rancangan Pedoman Teknis Pembangunan dan Penyelenggaraan Angkutan Penumpang dan Barang*. 1993. Jakarta.
- Hobbs, F.D. (1995) *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 31 Tahun 1993 Tentang Terminal Transportasi Jalan*. 1995. Jakarta.
- Manulang, G., Hutapea, B., Rahmadyah, J. (2001) Analisa kapasitas jalan perkotaan dengan Metode Zubeirzck, *Jurnal Transportasi Wilayah dan Perkotaan*, Vol. 11 (10), hal. 22-30.
- Morlok, E.K. (1994) *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Peraturan Pemerintah Nomor 43 tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan*. 1993. Jakarta.
- Pusat Pengembangan Teknologi Tepat (1994) *Final Report Untuk Studi Standardisasi Perencanaan Kebutuhan Fasilitas Perpindahan Angkutan Umum di Wilayah Perkotaan*. Yogyakarta: Lembaga Pemberdayaan Masyarakat-Universitas Gajah Mada.
- Zakaria, M. (2010) Studi Karakteristik Parkir dan Kebutuhan Luas Terminal Tegal sebagai Terminal Bus Tipe A. *Tesis Magister*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.

