

## ANALISIS KINERJA SIMPANG TANPA SINYAL (STUDI KASUS : SIMPANG TIGA RINGROAD - MAUMBI)

Marchyano Beltsazar Randa Kabi  
Lintong Elisabeth, James A. Timboeleng  
Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado  
E-mail : [march13\\_iano@rocketmail.com](mailto:march13_iano@rocketmail.com)

### ABSTRAK

*Persimpangan adalah salah satu bagian jalan yang merupakan daerah terjadinya konflik lalu lintas. Adanya konflik ini akan mengakibatkan gangguan pada pergerakan kendaraan, yang akhirnya menimbulkan tundaan dan antrian kendaraan yang panjang. Keadaan ini umumnya dikenal dengan kemacetan arus lalu lintas. Melihat adanya konflik yang terjadi di simpang tiga lengan Ringroad – Maumbi, maka di rasa perlu untuk melakukan analisa. Dalam menganalisa kapasitas dan perilaku lalu lintas di butuhkan data lapangan berupa : Kondisi geometrik meliputi lebar pendekat, kondisi arus lalu lintas selama 3 hari dari senin 18 November 2013, Rabu 20 November 2013, dan Sabtu 23 November 2013, dengan waktu pengamatan 13 jam per hari dari jam 07.00 – 20.00 Wita, kondisi lingkungan berupa kelas ukuran kota, tipe lingkungan jalan, dan kelas hambatan samping. Metode yang di gunakan dalam menganalisa kapasitas dan perilaku lalu lintas pada simpang ini mengacu pada metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 ( MKJI 1997 ).*

*Dari penelitian didapat arus pada jam puncak terjadi pada hari Rabu 20 November 2013 pada jam 17.00 – 18.00 Wita. Dengan volume total kendaraan 3394 kend/jam atau 2671,4 smp/jam. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas simpang ( C ) sebesar 2728,775080 smp/jam, dengan derajat kejenuhan ( DS ) sebesar 0,98 smp/jam yang artinya derajat kejenuhan yang terjadi > 0,75 dari yang disyaratkan. Tundaan simpang ( D ) sebesar 18,1070 detik/smp, dan peluang antrian ( QP ) yang terjadi adalah 38% - 76%.*

*Kesimpulan yang dapat diambil adalah kapasitas pada simpang tiga lengan Ringroad – Maumbi, sudah tak mampu untuk menampung arus lalu lintas atau dengan kata lain harus di adakan perbaikan, pada waktu penelitian ini di lakukan. Kemacetan arus lalu lintas pada simpang tersebut di sebabkan karena simpang tersebut sudah melebihi kapasitas dan tak berfungsinya arus pergerakan memisah dan menyatu pada simpang. Solusi yang dapat di berikan adalah perlu di lakukan pelebaran pada jalan utama dan arus pergerakan memisah dan menyatu di benahi agar dapat di maksimalkan serta perlunya rambu-rambu jalan yang mengharuskan pengguna jalan memakai arus pergerakan tersebut.*

**Kata Kunci : Simpang, Volume, Kapasitas, Derajat kejenuhan, Tundaan, Peluang antrian.**

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Studi kinerja persimpangan merupakan bagian dari usaha mencari alternatif pemecahan masalah sehingga di dapat efisiensi penggunaan fasilitas jalan yang sudah ada dan akan di rencanakan. Masalah kemacetan sudah seharusnya menjadi perhatian serius dan penanganannya dibutuhkan keahlian sehingga dapat dengan cepat ditanggulangi.

Kota Manado memiliki luas administratif adalah 15.726 Ha atau 0,57% dari luas Provinsi Sulawesi Utara. Seiring dengan kemajuan perekonomian di Kota Manado berdampak pula pada semakin bertambahnya penggunaan kendaraan baik pribadi maupun angkutan umum.

Hal ini mengakibatkan timbulnya bangkitan perjalanan yang akan berpengaruh pada kinerja ruas jalan. Ruas jalan akan mengalami kemacetan, antrian atau tundaan serta kemungkinan terjadi kecelakaan lalu lintas yang dapat mengganggu kelancaran dan kenyamanan berkendara.

Berbagai permasalahan tersebut dapat dilihat pada daerah-daerah persimpangan jalan, seperti pada simpang tiga Ujung *ringroad* 1 jalur, *maumbi-ringroad*, *Maumbi-Kairagi* dan *Kairagi-ringroad*. Persimpangan ini merupakan simpang tak bersinyal, simpang ini merupakan salah satu titik macet di Kota Manado karena menjadi titik pertemuan antara kendaraan yang berasal dari arah Maumbi yg merupakan akses transportasi kendaraan seperti kontainer-kontainer yang

berasal dari arah Bitung, kendaraan dari arah *ringroad* yang merupakan akses bebas hambatan, mengingat banyak kendaraan yang menggunakan jalur ini sebagai jalur cepat untuk akses ke bandara dan kendaraan yang berasal dari daerah Kairagi. Selain dari pada masalah di atas, Persimpangan ini merupakan persimpangan tak sebidang namun dalam penelitian akan dihitung sebagai persimpangan sebidang. Berdasarkan uraian singkat diatas penulis tertarik untuk mengangkat sebuah judul tugas akhir, yaitu: “*Analisis Kinerja Simpang Tanpa Sinyal*” dengan tujuan agar dari hasil penelitian ini, diperoleh tingkat pelayanan dan juga kinerja pada persimpangan yang menjadi studi kasus guna diperolehnya suatu keputusan yang tepat dalam perencanaan sebagai solusi kemacetan daerah tersebut.

### Tujuan Penelitian

1. Menganalisa jumlah arus lalu lintas yang lewat pada simpang yang merupakan daerah studi kasus, berdasarkan analisa terhadap kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan antrian.
2. Untuk mengetahui tingkat pelayanan pada simpang tiga ringroad-Maumbi yang menjadi daerah studi kasus tersebut.

### Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagi penulis dan mahasiswa Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Sipil, yaitu dapat dijadikan sebagai bahan pembelajaran khususnya bidang transportasi, yang dalam hal ini kinerja pada daerah persimpangan jalan berdasarkan MKJI 1997, sehingga diperoleh sebuah solusi yang tepat dalam perencanaan simpang susun sebagai solusi mengatasi kemacetan.
- b. Untuk masyarakat agar dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan para pengguna jalan yang melalui persimpangan tersebut.
- c. Bagi pemerintah yaitu sebagai masukan dan bahan pertimbangan dalam hal perencanaan pembuatan simpang susun untuk mengatasi masalah kemacetan pada simpang ini

### Definisi Kinerja Lalu Lintas

Kinerja adalah sesuatu yang di capai atau sesuatu kemampuan kerja dan, lalu lintas adalah gerak kendaraan, orang, hewan di jalan. Jadi kinerja lalu lintas adalah kemampuan kerja yang

di capai dalam pergerakan kendaraan, orang, dan hewan di jalan.

### Persimpangan Jalan

Simpang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan. Di daerah perkotaan biasanya banyak memiliki simpang, dimana pengemudi harus memutuskan untuk berjalan lurus atau berbelok dan pindah jalan untuk mencapai satu tujuan. Secara garis besarnya terdapat 2 (dua) jenis persimpangan, yaitu:

#### 1. Persimpangan sebidang

Simpang sebidang (*intersection at grade*) adalah simpang dimana dua jalan atau lebih bergabung, dengan tiap jalan mengarah keluar dari sebuah simpang dan membentuk bagian darinya. Jalan-jalan ini disebut kaki simpang/ lengan simpang atau pendekat

#### 2. Persimpangan tak sebidang

Persimpangan tak sebidang yaitu memisahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda sedemikian rupa, sehingga persimpangan jalur dari kendaraan-kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan-kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu lajur gerak yang sama (contoh jalan layang).

### Konflik Lalu Lintas Simpang

Di dalam daerah simpang, lintasan kendaraan akan berpotongan pada satu titik-titik konflik. Konflik ini akan menghambat pergerakan dan juga merupakan lokasi potensial untuk terjadinya bersentuhan/tabrakan (kecelakaan).

### Jenis Pertemuan Gerakan

Pada dasarnya ada empat jenis pertemuan gerakan lalu lintas adalah :

1. Gerakan memotong (*Crossing*)
2. Gerakan memisah (*Diverging*)
3. Gerakan Menyatu (*Merging / Converging*)
4. Gerakan Jalinan/Anyaman (*Weaving*)

### Titik Konflik Pada Simpang

Di dalam daerah simpang lintasan kendaraan akan berpotongan pada satu titik-titik konflik, konflik ini akan menghambat pergerakan dan juga merupakan lokasi potensial untuk tabrakan (kecelakaan). Jumlah potensial titik-titik konflik pada simpang tergantung dari :

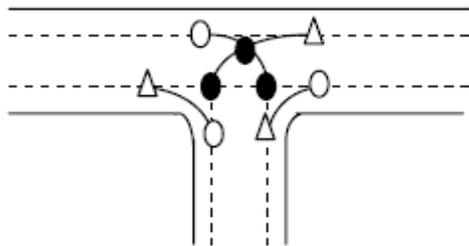
- Jumlah kaki simpang
- Jumlah lajur dari kaki simpang
- Jumlah pengaturan simpang
- Jumlah arah pergerakan

### Daerah Konflik pada Simpang

Daerah konflik dapat digambarkan sebagai diagram yang memperlihatkan suatu aliran kendaraan dan manuver bergabung, menyebar, dan persilangan di simpang dan menunjukkan jenis konflik dan potensi kecelakaan di simpang.

#### Simpang tiga lengan

Simpang dengan 3 (tiga) lengan mempunyai titik-titik konflik sebagai berikut:



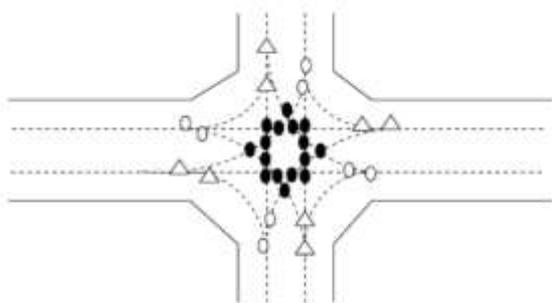
Gambar 1. Aliran kendaraan di simpang tiga lengan/pendekat. (Selter, 1974)

keterangan :

- Titik konflik persilangan (3 titik)
- △ Titik konflik penggabungan (3 titik)
- Titik konflik penyebaran (3 titik)

#### Simpang empat lengan

Simpang dengan 4 (empat) lengan mempunyai titik-titik konflik sebagai berikut :



Gambar 2. Aliran kendaraan di simpang empat lengan/pendekat.(Selter, 1974)

Keterangan :

- Titik konflik persilangan (16 titik)
- △ Titik konflik penggabungan (8 titik)
- Titik konflik penyebaran (8 titik)

### Karakteristik Arus Lalu Lintas

Karakteristik arus lalu lintas adalah Volume, kecepatan (*speed*) dan kepadatan (*density*).

#### Volume

Volume adalah jumlah sebenarnya dari kendaraan yang diamati atau di perkirakan melalui suatu titik selama rentang waktu tertentu. Volume biasanya dihitung dalam kendaraan per hari atau kendaraan per jam. Jumlah gerakan yang dihitung dapat meliputi hanya tiap macam atau moda lalu lintas saja, seperti: pejalan kaki, mobil, bus atau mobil barang.

Volume lalu lintas pada suatu jalan akan bervariasi tergantung pada volume total dua arah, arah lalu lintas, volume harian, volume bulanan, volume tahunan dan pada komposisi kendaraan.

Volume lalu lintas pada jam puncak adalah volume lalu lintas yang terjadi pada jam tersibuk.apabila volume lalu lintas dikumpulkan selama sehari (misalnya 10, 12 16, 18 jam) maka akan di dapatkan jumlah kendaraan paling banyak dalam satu jam atau *peak hour*-nya.

#### Kecepatan

Kecepatan didefinisikan sebagai laju pergerakan yang biasanya dinyatakan dalam kilometer per jam (km/jam) dan umumnya dibagi tiga jenis:

- a. Kecepatan setempat (*spot speed*)  
Kecepatan setempat adalah kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang di tentukan.
- b. Kecepatan bergerak (*running speed*)  
Kecepatan bergerak adalah kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak dan di dapat dengan membagi panjang jalur dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.
- c. Kecepatan perjalanan (*journey speed*)

#### Kepadatan

Kepadatan adalah pengukuran ketiga dari kondisi arus lalu lintas, dan diartikan sebagai jumlah kendaraan yang ada pada suatu jalan raya atau jalur dan biasanya dinyatakan dalam kendaraan per mil atau kendaraan per mil per jalur.

Kepadatan sukar untuk di ukur secara langsung, tetapi dapat dihitung dari kecepatan dan volume, sebagai bagian dari hubungan antara tiga variabel berikut:

$$F = S \times D$$

$$D = F/S$$

dimana:

$$F = \text{Rate of flow (vph)}$$

$$S = \text{Kecepatan (mph)}$$

$$D = \text{Kepadatan (vph)}$$

### **Simpang Tak Bersinyal (Unsignalised intersection)**

Simpang tak bersinyal merupakan suatu persimpangan yang dalam pengaturannya tidak menggunakan lampu sinyal. Notasi, istilah dan definisi khusus untuk simpang tak bersinyal ada beberapa istilah yang digunakan. Notasi, istilah dan definisi dibagi menjadi 3, yaitu: Kondisi Geometrik, Kondisi Lingkungan dan Kondisi Lalu Lintas.

Karena metode yang diuraikan dalam MKJI 1997 berdasarkan empiris, hasilnya sebaiknya selalu diperiksa dengan penilaian teknik lalu-lintas yang baik. Hal ini sangat penting khususnya apabila metoda digunakan di luar batas nilai variasi dari variabel dalam data empiris.

### **Komposisi Lalu Lintas**

Dalam survey lalu lintas, kendaraan dibagi menurut pembagian jenis mobil penumpang. Komposisi pembagiannya sebagai berikut:

1. Light Vehicle (LV), kendaraan ringan adalah kendaraan bermotor ber as 2 dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, mikrobus, pick up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga )
2. Heavy Vehicle ( HV ), kendaraan berat adalah kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi: bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai system klasifikasi Bina Marga)
3. Motor Cycle (MC), sepeda motor adalah kendaraan bermotor dengan 2 roda atau 3 roda (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai system klasifikasi Bina Marga).

Dari berbagai jenis kendaraan, tentunya disetiap jenis kendaraan tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda. Karakteristik kendaraan meliputi berat, dimensi, dan kecepatan yang sangat mempengaruhi kemampuan satu ruas jalan. Oleh karena itu, untuk mempermudah dalam menganalisa maka dari setiap jenis kendaraan diperlukan pembanding. Pada umumnya nilai pembanding dinyatakan dalam ekivalen mobil penumpang (emp).

Adapun angka pembanding untuk setiap jenis kendaraan yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum dalam satuan mobil penumpang khusus untuk simpang tak bersinyal, yaitu :

- Kendaraan ringan (LV) = 1,0
- Kendaraan berat (HV) = 1,3
- Sepeda motor ( MC )= 0,5

### **Kondisi geometrik**

Jalan utama adalah yang dipertimbangkan terpenting pada simpang, misalnya jalan dengan klasifikasi fungsional tertinggi. Untuk simpang 3 lengan, jalan yang menerus selalu jalan utama. Sedangkan pada simpang yang mempunyai empat lengan, penentuan jalan utama berdasarkan lengan simpang yang mempunyai arus paling besar. Pendekatan jalan minor sebaiknya diberi notasi A, C, pendekat jalan utama diberi notasi B dan D pemberian notasi dibuat searah jarum jam.

Sketsa sebaiknya memberikan gambaran yang baik dari suatu simpang mengenai informasi tentang kerb, lebar jalan, bahu dan median. Jika median cukup lebar sehingga memungkinkan melintas simpang dalam dua tahap dengan berhenti ditengah (biasanya > 3 m), kotak dibawah bagian sketsa dicatat sebagai “lebar”, jika tidak dicatat “sempit” atau “tidak ada” (jika tidak ada)

### **Kondisi Lalu Lintas**

Situasi lalu lintas untuk tahun yang dianalisa ditentukan menurut arus jam rencana, atau lalu lintas harian rata-rata tahun (LHRT) dengan faktor K yang sesuai untuk konvensi dari LHRT menjadi arus per jam (umum untuk perencanaan). Nama pilihan alternatif lalu lintas dapat dimasukkan, sketsa arus lalu lintas memberikan informasi lalu lintas lebih rinci dari yang diperlukan untuk analisa simpang tak bersinyal.

Jika alternatif pemasangan sinyal pada simpang juga akan diuji, informasi ini akan diperlukan. Sketsa sebaiknya menunjukkan gerakan lalu lintas bermotor dan tak bermotor (kend/jam) pada pendekatan  $A_{LT}$ ,  $A_{ST}$ ,  $A_{RT}$  dan seterusnya perhitungan rasio belok dan rasio arus jalan minor.

Data lalu lintas berikut ini diperlukan untuk perhitungan:

1. Hitung arus lalu lintas minor road total,  $Q_{MI}$  yaitu jumlah dari seluruh arus pada pendekatan C dalam smp/jam
2. Hitung arus lalu lintas major road total,  $Q_{MS}$  yaitu jumlah dari seluruh arus pada pendekatan C dan B dalam smp/jam
3. Hitung arus lalu lintas minor road + arus total,  $Q_{MI}$  yaitu jumlah dari seluruh arus pada pendekatan C dan D dalam smp/jam
4. Hitung arus minor road + arus major road total untuk masing-masing pergerakan (belok kiri, jalan terus, belok kanan) sebagai  $Q_{TOT}$

$$P_{MI} = Q_{MI}/Q_{TOT}$$

Hitung rasio arus belok kiri dan belok kanan total

$$P_{LT} = Q_{LT}/Q_{TOT}$$

$$P_{RT} = Q_{RT}/Q_{TOT}$$

Hitung rasio antara lalu lintas kendaraan bermotor dan yang tidak bermotor, dinyatakan dalam kendaraan/jam

$$P_{UM} = Q_{CM}/Q_{TOT}$$

**Kondisi Lingkungan**

Data lingkungan berikut diperlukan untuk perhitungan :

**Kelas Ukuran Kota**

Masukkan perkiraan jumlah penduduk dari seluruh elemen daerah perkotaan dalam juta.

Tabel 1. Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota (CS)	Jumlah Penduduk (Juta)
Sangat Kecil	< 0.1
Kecil	0.1 - 0.5
Sedang	0.5 – 1.0
Besar	1.0 – 3.0
Sangat Besar	> 3.0

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997  
Tabel A-3:1 Kelas Ukuran Kota, hal 3-29

**Tipe Lingkungan**

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna lahan dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktifitas disekitarnya. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas dengan bantuan tabel dibawah ini.

Tabel 2. Tipe lingkungan Jalan

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 terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping, dan sebagainya)

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997  
Tabel A-3:2 Tipe Lingkungan Jalan, hal 3-29

**Kapasitas**

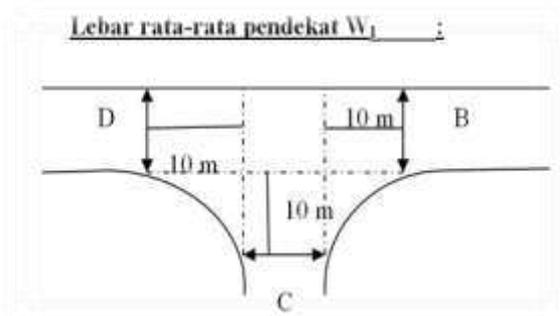
MKJI (1997) mendefenisikan bahwa kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dinyatakan dalam kendaraan/jam atau smp/jam.

Kapasitas total suatu persimpangan dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian antara kapasitas dasar (Co) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas. Perhitungan kapasitas dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

**Lebar pendekat dan tipe simpang**

Lebar rata-rata pendekat minor dan utama  $W_{AC}$  dan  $W_{BD}$  dan lebar rata-rata pendekat  $W_1$

- ❖ Masukan lebar pendekat masing masing  $W_B$ ,  $W_C$ , dan  $W_D$ . Lebar pendekat di ukur pada jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan. Yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat.
- ❖ Untuk pendekat yang sering di gunakan parkir pada jarak kurang dari 20 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, lebar pendekat tersebut harus dikurangi 2 m.
- ❖ Hitung lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama
- ❖ Hitung lebar rata-rata pendekat



Gambar 3. Lebar rata-rata pendekat  
Sumber: Manual Kapasitas jalan Indonesia 1997 Tabel A-3: 1 hal 3-29

$$W = (a/2 + b + c/2 + d/2)/4$$

**Lebar rata-rata pendekat minor dan utama (lebar masuk)**

**Jumlah jalur**

Jumlah jalur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata

pendekat jalan minor dan jalan utama sebagai berikut. Tentukan jumlah lajur berdasarkan lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama dari tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3. Lebar rata-rata pendekat minor dan utama terhadap jumlah lajur

Lebar rata-rata pendekat minor dan utama $W_{AD}$ , $W_{BD}$ (m)	Jumlah lajur (total untuk kedua arah)
$W_{BD} = (b + d/2) < 5,5$ 5,5	2 4
$W_{AD} = (a/2 + c/2) < 5,5$ 5,5	2 4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Tabel B-1 : Lebar tipe simpang, hal 3-32

**Tipe Simpang**

Tipe simpang menentukan jumlah lengan simpang dan 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 4. Tipe Simpang

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

**Kapasitas Dasar**

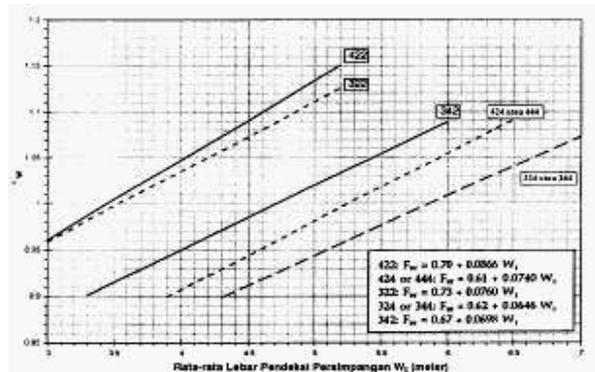
Nilai  $C_0$  diambil dari tabel dibawah ini. Variabel masukan adalah tipe persimpangan.

Tabel 5. Kapasitas Dasar menurut Tipe Simpang

Tipe Persimpangan	Kapasitas dasar, $C_0$ (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

**Faktor penyesuaian lebar pendekat**

Penyesuaian lebar pendekat (FW) diperoleh dari gambar di bawah ini. Variabel masukan adalah lebar rata-rata semua pendekat  $W_1$  dan tipe simpang. Batas nilai yang diberikan dalam gambar adalah rentang dasar empiris dari manual.



Gambar 4. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

**Faktor penyesuaian median jalan utama**

Pertimbangan teknik lalu lintas diperlukan untuk menentukan faktor median. Median disebut lebar jika kendaraan ringan standar dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama, hal ini mungkin terjadi jika lebar median 3 meter atau lebih. Pada beberapa keadaan, misalnya jika pendekat jalan utama lebih lebar, hal ini mungkin terjadi jika median lebih sempit. Variabel masukan adalah tipe median jalan utama

Tabel 6. Faktor penyesuaian median jalan utama

Uraian	Tipe Median	$F_M$
Tak ada median major road	Tak ada	1
Ada median, lebar < 3 m	Sempit	1.05
Ada median, lebar $\geq$ 3 m	Lebar	1.20

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Tabel B-4 : 1 hal 3-34

**Faktor penyesuaian ukuran kota**

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari tabel berikut ini. Variabel masukan adalah ukuran kota ( CS )

Tabel 7. Faktor penyesuaian ukuran kota

Ukuran kota (CS)	Jumlah penduduk	F <sub>CS</sub>
Sangat kecil	< 0.1	0.82
Kecil	0.1 – 0.5	0.88
Sedang	0.5 – 1.0	0.94
Besar	1.0 – 3.0	1.00
Sangat besar	> 3.0	1.05

Sumber: MKJI 1997

**Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor F<sub>RSU</sub>**

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor, F<sub>RSU</sub>. Dihitung dengan menggunakan tabel dibawah ini. Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan RE, kelas hambatan samping SF dan rasio kendaraan tak bermotor UM.

Tabel 8. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor, F<sub>RSU</sub>

Kelas tipe lingkungan jalan	Kelas hambatan samping	Rasio kendaraan tak bermotor P <sub>UM</sub>					
		0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	> 0.25
Komersil	Tinggi	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.7
	Sedang	0.94	0.89	0.85	0.8	0.75	0.7
	Rendah	0.95	0.9	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	0.87	0.73
	Rendah	0.98	0.93	0.88	0.83	0.79	0.74
Akses terbatas	Tinggi/sedang/rendah	1.00	0.95	0.90	0.85	0.8	0.75

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 Tabel B-6: 1

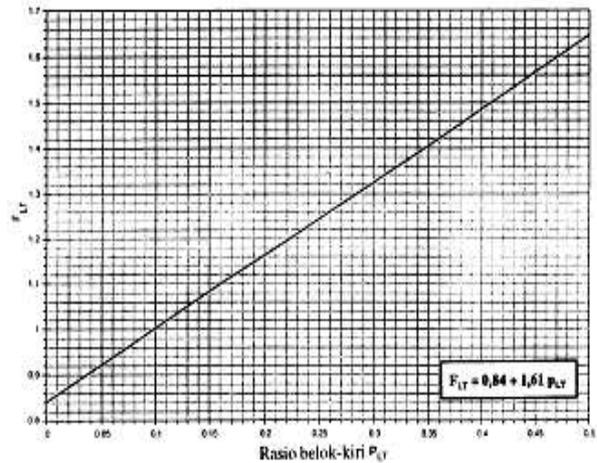
Sumber: MKJI 1997

Tabel 8. berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan tak bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu emp<sub>um</sub> = 1,0 persamaan berikut dapat digunakan jika pemakai mempunyai bukti bahwa emp<sub>um</sub> = 1,0 yang mungkin merupakan keadaan jika kendaraan tak bermotor tersebut berupa sepeda.

$$F_{RSU} (\text{actual } P_{UM}) = F_{RSU} (P_{UM} = 0) \times (1 - P_{UM} \times emp_{um})$$

**Faktor Penyesuaian Belok Kiri**

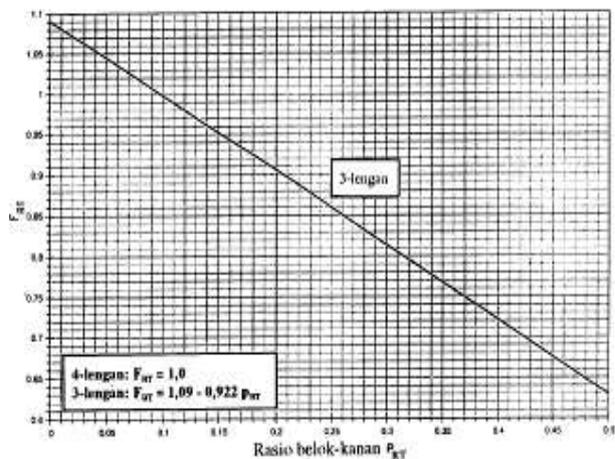
Variabel masukan adalah belok kiri. Batas-batas nilai yang diberikan untuk P<sub>LT</sub> adalah rentang dasar empiris dari manual.



Gambar 5. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F<sub>LT</sub>)  
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Faktor penyesuaian Belok Kanan**

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dari gambar berikut ini untuk simpang 3 lengan. Variabel masukan adalah belok kanan, P<sub>RT</sub>. Batas-batas yang diberikan pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual. Untuk simpang empat lengan, F<sub>RT</sub> = 1,0



Gambar 6. Faktor penyesuaian Belok Kanan (F<sub>RT</sub>)  
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

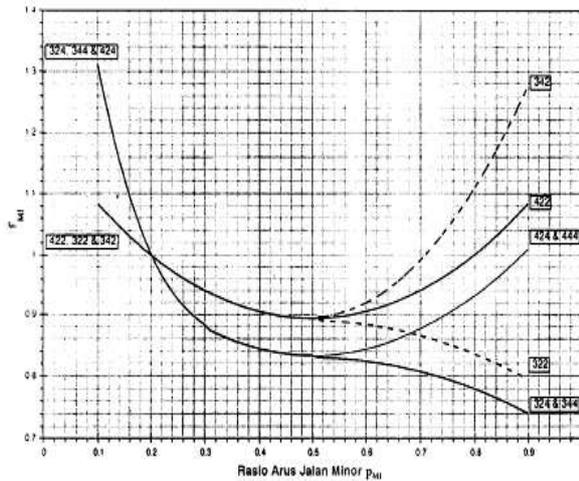
**Faktor penyesuaian arus jalan minor**

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ditentukan dari gambar dibawah ini. Variabel masukan adalah tipe simpang IT. Batas-batas nilai yang diberikan untuk P<sub>MC</sub> pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual

Tabel 9. Faktor penyesuaian arus jalan minor

II	$F_{MI}$	$P_{MI}$
422	$1.19 \times P_{MI}^2 - 1.19 \times P_{MI} + 1.19$	0.1-0.9
424	$16.6 \times P_{MI}^4 - 33.3 \times P_{MI}^3 + 25.3 \times P_{MI}^2 - 8.6 \times P_{MI} + 1.95$	0.1-0.3
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
	$0.595 \times P_{MI}^2 + 0.595 \times P_{MI} + 0.74$	0.5-0.9
342	$1.19 \times P_{MI}^2 - 1.19 \times P_{MI} + 1.19$	0.1-0.5
	$2.38 \times P_{MI}^2 - 2.38 \times P_{MI} + 1.49$	0.5-0.9
324	$16.6 \times P_{MI}^4 - 33.3 \times P_{MI}^3 + 25.3 \times P_{MI}^2 - 8.6 \times P_{MI} + 1.95$	0.1-0.3
344	$1.11 \times P_{MI}^2 - 1.11 \times P_{MI} + 1.11$	0.3-0.5
	$0.555 \times P_{MI}^2 - 0.555 \times P_{MI} + 0.69$	0.5-0.9

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997



Gambar 7. Faktor penyesuaian arus jalan minor  
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Kapasitas**

Kapasitas yang ada, C (smp/jam) dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini, dimana faktor-faktor lain yang berbeda sudah dihitung sebelumnya

$$C = C_o \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$$

Keterangan:

- C = Kapasitas aktual  
(sesuai kondisi yang ada)
- C<sub>o</sub> = Kapasitas Dasar
- FW = Faktor penyesuaian lebar masuk
- FM = Faktor penyesuaian median jalan utama
- FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota

FRSU = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.

FLT = Faktor penyesuaian rasio belok kiri

FRT = Faktor penyesuaian rasio belok kanan

FMI = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

**Kinerja lalu lintas**

**Derajat Kejenuhan**

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam), dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

$$DS = Q_{TOT}/C$$

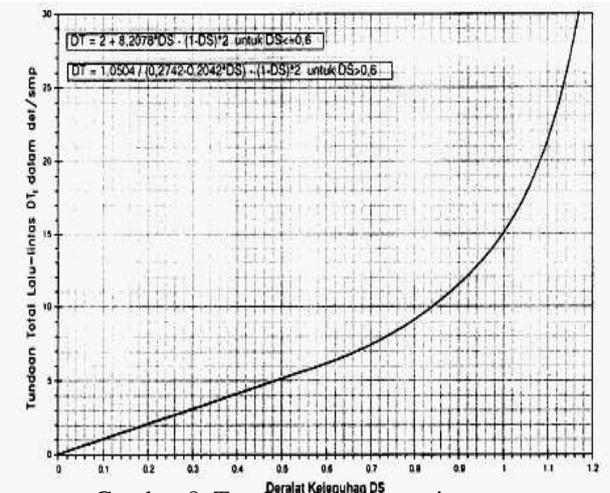
dimana : Q<sub>TOT</sub> = arus total (smp/jam)

C = Kapasitas

**Tundaan**

a. Tundaan lalu lintas simpang (DT<sub>1</sub>)

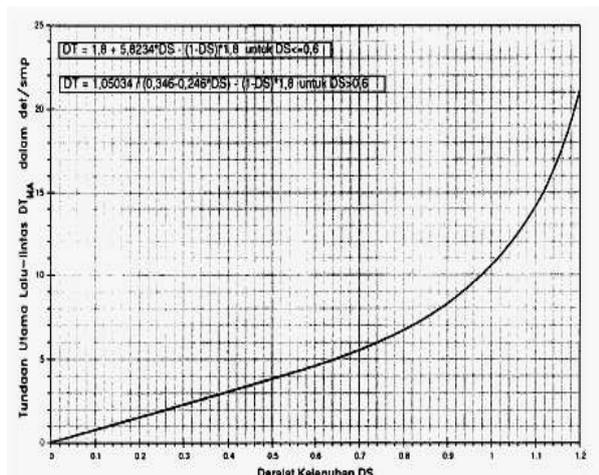
Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. DT<sub>1</sub> ditentukan dari kurva empiris antara DT<sub>1</sub> dan DS, lihat gambar berikut



Gambar 8. Tundaan lalu lintas simpang  
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

b. Tundaan lalu lintas jalan utama

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan jalan utama. DT<sub>MA</sub> dari kurva empiris antara DT<sub>MA</sub> dan DS



Gambar 9. Tundaan lalu lintas Jalan Utama  
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

- c. 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 :

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI}$$

Variabel masukan arus total  $Q_{TOT}$  (smp/jam), tundaan lalu lintas persimpangan  $DT_1$ , arus jalan utama  $Q_{MA}$ , tundaan lalu lintas jalan utama  $DT_{MA}$ , dan arus jalan minor  $Q_{MI}$

Tundaan geometric persimpangan (DG)

Tundaan geometric persimpangan DG (detik/smp) adalah tundaan geometrik rata-rata untuk seluruh kendaraan bermotor yang memasuki persimpangan. DG dihitung dari rumus :

Untuk  $DS < 1.0$  :

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

Untuk  $DS > 1.0$  :  $DG = 4$

dengan:

DG = Tundaan geometrik persimpangan (detik/smp)

DS = Derajat Kejenuhan

$P_T$  = Rasio belok total

Tundaan simpang

Hitung tundaan total rata-rata, D (detik/smp)

$$D = DG + DT$$

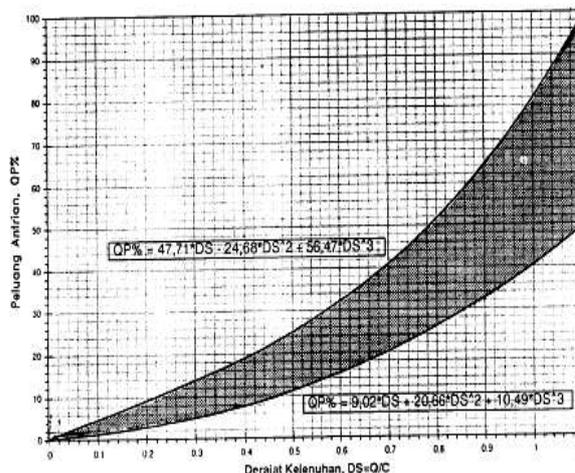
dimana:

DG=Tundaan geometrik persimpangan (detik/smp)

DT= Tundaan lalu lintas persimpangan (detik/smp)

**Peluang Antrian (QP%)**

Rentang nilai peluang antrian ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian dengan derajat kejenuhan (DS). Variabel masukan adalah derajat kejenuhan DS dari langkah sebelumnya



Gambar 10. Peluang Antrian  
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

**Penilaian Kinerja lalu lintas**

Manual ini terutama direncanakan untuk memperkirakan kapasitas dan kinerja lalu lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana geometrik jalan, lalu lintas dan lingkungan. Karena hasilnya biasanya tidak dapat diperkirakan sebelumnya, mungkin di perlukan beberapa perbaikan dengan pengetahuan para ahli lalu lintas, terutama kondisi geometrik, untuk memperoleh kinerja lalu lintas yang diinginkan berkaitan dengan kapasitas dan tundaan dan sebagainya.

Cara yang paling tepat untuk menilai hasil perhitungan yang kita lakukan adalah dengan melihat derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang diamati. Jika derajat kejenuhan yang diperoleh melebihi nilai yang diterima ( $DS > 0,75$ ) maka perlu diadakan perbaikan geometrik simpang, pengontrolan arus simpang total dan pengaturan arus dengan rambu-rambu untuk mempertahankan derajat kejenuhan yang diinginkan ( $DS = 0,75$ ). Akan terjadi nilai DS yang didapatkan sesuai dengan nilai yang diterima ( $DS < 0,75$ ) berarti arus masuk simpang belum jenuh, maka tidak perlu diadakan tindakan perbaikan.

**Tingkat Pelayanan Jalan**

**Pengertian Tingkat Pelayanan Jalan**

Tingkat pelayanan jalan adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas suatu ruas jalan tertentu dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Tingkat pelayanan jalan (*Level Of Service/LOS*) adalah gambaran kondisi operasional arus lalu lintas dan persepsi pengendara dalam terminologi kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan (Wikipedia, 2008). Hubungan antara kecepatan dan volume merupakan aspek penting dalam menentukan tingkat pelayanan jalan.

**Rumus Perhitungan Tingkat Pelayanan Jalan (LOS)**

$$LOS = \frac{V}{C}$$

dimana :

- LOS = Level Of Service
- V = Volume Lalu Lintas (smp/jam)
- C = Kapasitas aktual (smp/jam)

**Standar Tingkat Pelayanan Jalan**

Kualitas pelayanan jalan dapat dinyatakan dalam tingkat pelayanan jalan (*Level Of Service/LOS*) (Ditjen Bangda dan LPM ITB.1994). Tingkat pelayanan jalan (LOS) dalam perencanaan jalan dinyatakan dengan huruf-huruf A sampai dengan F yang berturut-turut menyatakan tingkat pelayanan yang terbaik sampai yang terburuk.

- a. Tingkat Pelayanan A (*Free Flow*).  
LOS A mewakili *free flow*. Tingkat pelayanan dan keandalan secara umum yang dibutuhkan oleh pengendara atau pengguna jalan sangat baik.
- b. Tingkat Pelayanan B (*Stable Flow – Rural Road Design*).  
LOS B berada dalam selang waktu arus stabil, tetapi keberadaan penggunaan lain dalam arus lalu lintas mulai terasa. Kebebasan memilih kecepatan yang diinginkan relatif tidak terpengaruh.
- c. Tingkat Pelayanan C (*Stable Flow – Urban Road Design*).  
LOS C berada dalam selang arus stabil, tetapi ditandai dengan awal operasi pengguna individu yang dipengaruhi oleh interaksi lain dalam arus lalu lintas. Tingkat kenyamanan dan keandalan umumnya menurun pada LOS C.

- d. Tingkat Pelayanan D (*Approach Unsteable Flow*).  
LOS D mewakili kepadatan tinggi, tetapi arus stabil. Kecepatan dan kebebasan bergerak terbatas secara acak dan pengalaman pengendara umumnya memiliki tingkat kenyamanan dan keandalan yang buruk.
- e. Tingkat Pelayanan E (*Unsteable Flow – Some Stops and Starts*).  
LOS E mewakili kondisi operasional pada atau dekat dengan tingkat kapasitas. Operasional pada LOS E biasanya tidak stabil, karena sedikit peningkatan arus atau gangguan kecil dalam arus menyebabkan gangguan pada arus secara keseluruhan.
- f. Tingkat Pelayanan F (*Forced Flow – Stops, Quiues, Jams*).  
LOS F digunakan untuk mendefinisikan arus lalu lintas yang dipaksakan atau buruk. Antrian terbentuk dibelakang halangan arus lalu lintas. Karakteristik operasi pelayanan dalam antrian adalah arus *stop-and-go*.

Tabel 10. Standar Tingkat Pelayanan Jalan

V/C Rasio	Keterangan
< 0,60	Arus lancar, volume rendah, kecepatan tinggi
0,60 – 0,70	Arus stabil, kecepatan terbatas, volume sesuai untuk jalan luar kota
0,70 – 0,80	Arus stabil, kecepatan dipengaruhi oleh lalu lintas, volume sesuai untuk jalan kota
0,80 – 0,90	Mendekati arus tidak stabil, kecepatan rendah
0,90 – 1,00	Arus tidak stabil, kecepatan rendah, volume pada atau mendekati kapasitas
> 1,00	Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas, banyak berhenti

Sumber: HCM 1985

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Pengumpulan Data Lapangan**

Proses pengumpulan data di lapangan dilakukan dengan cara manual, dengan beberapa orang surveyor yang melakukan pendataan atau perhitungan terhadap jumlah kendaraan lewat, kecepatan kendaraan berdasarkan klasifikasi kendaraan pada jam-jam sibuk pada pagi, siang dan sore hari selama tiga hari survey dalam satu minggu.

**Penentuan Lokasi Penelitian**

Penelitian yang dilakukan mengambil lokasi di Manado dengan mengambil sebuah sampel persimpangan jalan dimana terletak pertemuan antara jalan ruas *ringroad* dan Manado-Bitung yang dianggap dapat mewakili salah satu titik konflik yang mengakibatkan kemacetan

berkepanjangan pada jam-jam sibuk yang sering terjadi khususnya di Manado

Persimpangan jalan ujung *ringroad* 1 dan Manado-Bitung dipilih menjadi lokasi penelitian didasarkan pada :

1. Lokasi tiap-tiap ruas jalan memiliki aliran arus lalu lintas yang tinggi.
2. Lokasi ruas jalan *ringroad* arah Winangun adalah arus bebas hambatan yang sering digunakan oleh pengguna jalan sebagai jalan pintas.
3. Pertemuan antara arus lalu lintas pada Jalan *ringroad* 1 arah Winangun dan arus lalu lintas arah Manado – Bitung cukup tinggi.



Gambar 11. Peta Lokasi Penelitian (Persimpangan ruas ringroad, kairagi, dan maumbi)

Disain penelitian disajikan dalam bentuk *flow chart* (diagram alir) berikut



Gambar 12. Diagram Alir Penelitian

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Analisa Arus Lalu Lintas

#### Data Masukan

#### Kondisi Geometrik

Persimpangan yang di tinjau dalam penelitian ini adalah persimpangan di jalan Ringroad-Kairagi-Maumbi. Persimpangan ini merupakan simpang tiga lengan. Jalan utama adalah jalan yang di pertimbangkan terpenting pada simpang dan memiliki volume arus kendaraan yang lebih besar. Pendekat jalan minor sebaiknya diberi notasi A dan C, dan pendekat jalan utama diberi notasi B dan D. Pemberian notasi dibuat searah jarum jam.

Untuk pendekat jalan utama yaitu jalan Kairagi-Maumbi (B) – jalan Maumbi-Kairagi (D), sedangkan pendekat jalan minor adalah jalan Ringroad (C).

Kondisi geometrik pada simpang tiga jalan ringroad, kairagi, dan maumbi, dapat dilihat pada gambar 13.

Lebar pendekat untuk masing-masing simpang adalah:

Lebar Pendekat	B = b = 6,70 m
Lebar Pendekat	C = c = 7,30 m
Lebar Pendekat	D = d = 6,70 m

#### Jalan Manado Bitung:

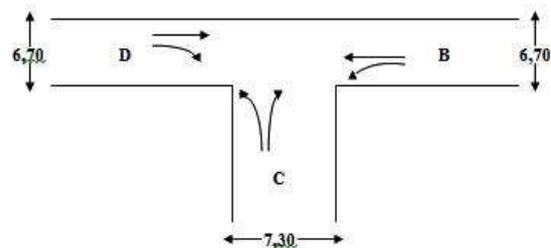
Jumlah Arus Keluar	: 2 arah
Jumlah Arus masuk	: 2 arah
Jumlah Lajur	: 2 lajur

#### Jalan Ringroad Manado:

Jumlah Arus Keluar	: 2 arah
Jumlah Arus Masuk	: 2 arah
Jumlah Lajur	: 2 lajur

#### Jalan Raya Maumbi:

Jumlah Arus Keluar	: 2 arah
Jumlah Arus Masuk	: 2 arah
Jumlah Lajur	: 2 lajur



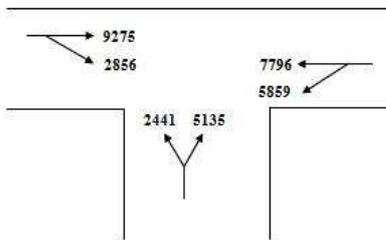
Gambar 13. Sketsa kondisi geometrik

Kondisi Lalu Lintas

1. Senin, 17 November 2013

Dari pengamatan di lapangan, diperoleh waktu sibuk jam 07.00 – 08.00 dengan jumlah arus sebagai berikut :

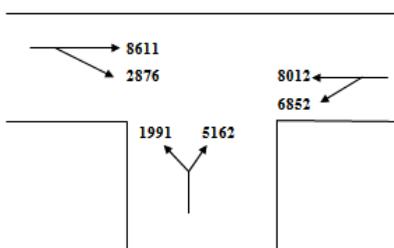
Arah Kairagi - Maumbi = 9275 kendaraan,  
 Arah Kairagi – Ringroad = 2856 kendaraan,  
 Arah Ringroad – Kairagi = 2441 kendaraan,  
 Arah Ringroad – Maumbi = 5135 kendaraan,  
 Arah Maumbi – Kairagi = 7796 kendaraan,  
 Arah Maumbi – Ringroad = 5859 kendaraan.  
 Total jumlah arus kendaraan adalah sebesar 33362 kendaraan.



2. Rabu, 19 November 2013

Dari pengamatan di lapangan, diperoleh waktu sibuk jam 17.00 -18.00 dengan jumlah arus sebagai berikut :

Arah Kairagi – Maumbi = 8611 kendaraan,  
 Arah Kairagi – Ringroad = 2876 kendaraan,  
 Arah Ringroad – Kairagi = 1991 kendaraan,  
 Arah Ringroad – Maumbi = 5162 kendaraan,  
 Arah Maumbi – Kairagi = 8012 kendaraan,  
 Arah Maumbi – Ringroad = 6852 kendaraan.  
 Total jumlah arus kendaraan adalah sebesar 33504 kendaraan

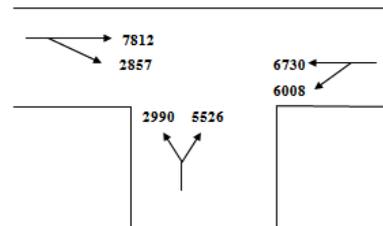


3. Sabtu, 23 November 2013

Dari pengamatan di lapangan, diperoleh waktu sibuk jam 15.00 -16.00 dengan jumlah arus sebagai berikut :

Arah Kairagi – Maumbi = 7812 kendaraan,  
 Arah Kairagi – Ringroad = 2857 kendaraan,  
 Arah Ringroad – Kairagi = 2990 kendaraan,  
 Arah Ringroad – Maumbi = 5526 kendaraan,  
 Arah Maumbi – Kairagi = 6730 kendaraan,  
 Arah Maumbi – Ringroad = 6008 kendaraan.

Total jumlah arus kendaraan adalah sebesar 31923 kendaraan.



Untuk menganalisa persimpangan ini, diambil data hari tersibuk yaitu pada Hari Rabu, 19 November 2013 periode 17.00 – 18.00.

Hasil perhitungan rasio belok dan rasio arus jalan minor yang dinyatakan dalam smp/jam

- Arus jalan minor total ( $Q_{MI}$ ) yaitu arus pada pendekat C adalah 545,8 smp/jam.
- Arus jalan utama total ( $Q_{MA}$ ) yaitu jumlah arus pada pendekat B dan D adalah 2125,6 smp/jam.
- Rasio arus jalan minor ( $P_{MI}$ ) yaitu arus jalan minor dibagi dengan arus total.

$$Q_{MI} = 545,8 \text{ smp/jam.}$$

$$Q_{TOTAL} = 2671,4 \text{ smp/jam.}$$

Sehingga:

$$P_{MI} = Q_{MI} / Q_{TOTAL} = 0,2043$$

- Rasio belok kiri dan kanan total ( $P_{LT}$  dan  $P_{RT}$ ) dapat dihitung :

$$Q_{LT} = 556,5 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{RT} = 295,8 \text{ smp/jam,}$$

sehingga:

$$P_{LT} = Q_{LT} / Q_{TOTAL} = 0,2083$$

$$P_{RT} = Q_{RT} / Q_{TOTAL} = 0,0888$$

- Rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor ( $P_{UM}$ ) dinyatakan dalam kendaraan per jam

$$Q_{UM} = 0 \text{ kend/}$$

$$Q_{TOT} = 3394 \text{ kend/jam,}$$

sehingga :

$$P_{UM} = Q_{UM} / Q_{TOT} = 0$$

Kondisi Lingkungan

a. Kelas Ukuran Kota

Penduduk kota Manado menurut data hasil Survey Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS 2005) oleh BPS Kota Manado berjumlah 422.350 jiwa dengan angka pertumbuhan 3,09% per tahun serta kepadatan penduduknya mencapai 2.686 jiwa/Km<sup>2</sup>. Distribusi kepadatan penduduk Kota Manado dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 11. Jumlah Penduduk Kota Manado

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan (Jiwa/Km <sup>2</sup> )
1	Malalayang	57.082	3334,72
2	Sario	26.937	15.370,61
3	Wanea	59.636	7594,52
4	Wenang	40.223	11.051,79
5	Tikala	69.028	4565,95
6	Mapanget	47.336	813,72
7	Singkil	49.066	10.489,79
8	Tuminting	52.015	12.068,45
9	Bunaken	20.997	470,96

b. Tipe Lingkungan Jalan

Penentuan tipe lingkungan jalan berdasarkan tabel 2. dan setelah dilakukan pengamatan terhadap tipe lingkungan jalan di tempat penelitian, maka diambil kesimpulan bahwa daerah tersebut adalah daerah pemukiman. Tipe lingkungan jalan pemukiman artinya merupakan tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

c. Kelas hambatan samping

Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktivitas samping jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu lintas. Hambatan samping pada daerah penelitian tergolong rendah karena pada jalan minor merupakan arus bebas hambatan sedangkan pada jalan utama lebar jalan hanya cukup untuk satu kendaraan per arus lalu lintas sehingga tidak memungkinkan untuk kendaraan berhenti di tepi jalan atau mikrolet untuk menurunkan dan menaikkan penumpang, sedangkan untuk pejalan kaki sangat kurang di daerah penelitian pada simpang tersebut.

**Pembahasan Masalah**

**Kapasitas**

Lebar Pendekat (W<sub>1</sub>) dan Tipe Simpang (IT)

a. Lebar rata-rata pendekat utama dan pendekat minor, Lebar rata-rata pendekat.

Dapat dilihat pada Gambar 13. bahwa lebar untuk setiap pendekat adalah:

$$\text{Pendekat B (W}_B) = b/2 = 6,70/2 = 3,35$$

$$\text{Pendekat C (W}_C) = c/2 = 7,30/2 = 3,65$$

$$\text{Pendekat D (W}_D) = b/2 = 6,70/2 = 3,35$$

Untuk pendekat yang sering digunakan parkir pada jarak kurang dari 20 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, lebar pendekat harus dikurangi 2 m.

Pada kondisi di lapangan, tidak ada pendekat yang sering dijadikan tempat parkir. Penyebabnya adalah karena lokasi penelitian selalu menjadi perhatian aparat kepolisian lalu lintas setempat sehingga setiap harinya akan selalu ada aparat kepolisian yang mengawasi simpang tersebut.

Maka:

Lebar Pendekat Utama

$$W_{BD} = \frac{(W_B + W_D)}{2} = \frac{3,35 + 3,35}{2}$$

$$= 3,35 \text{ m} < 5,5 \text{ m}$$

= Jumlah lajur adalah 2

Lebar Pendekat Minor (W<sub>C</sub>)

$$= \frac{W_C}{2} = \frac{3,65}{2}$$

$$= 1,825 \text{ m} < 5,5 \text{ m}$$

= Jumlah lajur adalah 2

Lebar rata-rata pendekat (W<sub>1</sub>)

$$= \frac{(W_B + W_C + W_D)}{3}$$

$$= \frac{(3,35 + 3,65 + 3,35)}{3}$$

$$= \frac{10,35}{3} = 3,45 \text{ m}$$

b. Jumlah lajur

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama.

c. Tipe simpang

Penentuan tipe simpang di ambil berdasarkan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan minor dan jalan utama, dengan kode tiga angka. Dari tabel 4, diketahui tipe simpang 322.

**Kapasitas dasar (C<sub>0</sub>)**

Nilai kapasitas dasar diambil dari tabel 5, berdasarkan tipe simpang. Karena tipe simpang adalah 322 maka kapasitas dasarnya adalah 2700 smp/jam.

**Faktor penyesuaian lebar pendekat (F<sub>w</sub>)**

Penentuan faktor penyesuaian lebar pendekat (F<sub>w</sub>) adalah dengan menggunakan rumus dalam gambar 4.

$$F_w = 0,73 + 0,0760 W_1$$

dimana: W<sub>1</sub> = 3,45 m

sehingga:

$$F_w = 0,73 + (0,0760 \times 3,45) = 0,99$$

**Faktor penyesuaian median jalan utama ( $F_M$ )**

Pada lokasi persimpangan yang menjadi tempat penelitian, tidak terdapat adanya median, baik itu pada jalan utama maupun pada jalan minor. Maka nilai untuk faktor penyesuaian median jalan utama ( $F_M$ ) berdasarkan tabel 6 adalah 1,00.

**Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{CS}$ )**

Pada penjelasan sebelumnya telah disimpulkan bahwa ukuran kota adalah kecil, sehingga dari tabel 7 didapatkan faktor penyesuaian ukuran kota adalah 0,88.

**Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan ( $R_E$ ), hambatan samping ( $S_F$ ) dan kendaraan tak bermotor ( $F_{RSU}$ ).**

Diketahui bahwa tipe lingkungan jalan ( $R_E$ ) adalah pemukiman, hambatan samping ( $S_F$ ) adalah rendah dan rasio kendaraan tak bermotor  $P_{UM} = 0$ . Maka nilai  $F_{RSU}$  berdasarkan tabel 8 adalah 0,98

**Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ )**

Faktor penyesuaian belok kiri dihitung dengan menggunakan persamaan pada gambar 5.

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT}$$

$$P_{LT} = 0,2083$$

Sehingga:

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61(0,2083) = 1,1753$$

**Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ )**

Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang tiga lengan di tentukan menggunakan persamaan pada gambar 6.

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

dimana:

$$P_{RT} = 0,0888$$

sehingga:

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 (0,0888) = 1,0081$$

**Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor ( $F_{MI}$ )**

Untuk mendapatkan nilai  $F_{MI}$  maka digunakan rumus sebagai berikut untuk tipe simpang 322 :

$$F_{MI} = (1,19 \times P_{MI}^2) - (1,19 \times P_{MI}) + 1,19$$

dimana :

$$P_{MI} = 0,2043$$

Sehingga :

$$F_{MI} = (1,19 \times 0,2043^2) - (1,19 \times 0,2043) + 1,19$$

$$= 0,9965$$

**Kapasitas**

Kapasitas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = C_O \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

dimana:

$$C_O = 2700 \text{ smp/jam}$$

$$F_W = 0,99$$

$$F_M = 1,00$$

$$F_{CS} = 0,88$$

$$F_{RSU} = 0,98$$

$$F_{LT} = 1,1753$$

$$F_{RT} = 1,0081$$

$$F_{MI} = 0,9965$$

sehingga:

$$C = 2700 \times 0,99 \times 1,00 \times 0,88 \times 0,98 \times 1,1753 \times 1,0081 \times 0,9965$$

$$= 2728,775080 \text{ smp/jam}$$

**Perilaku lalu lintas**

**Derajat kejenuhan (Degree Of Saturation)**

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$DS = Q_{TOT} / C$$

dimana:

$$Q_{TOT} = 2671,4 \text{ smp/jam}$$

sehingga:

$$DS = 2671,4 / 2728,775080$$

$$= 0,98 \text{ smp/jam}$$

**Tundaan**

**Tundaan lalu lintas simpang ( $DT_1$ )**

Tundaan lalu lintas simpang dihitung dengan menggunakan persamaan yang ada pada gambar 8.

Untuk  $DS > 0,6$  digunakan rumus sebagai berikut:

$$DT_1 = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 - DS) - 2 (1 - DS)$$

dimana:

$$DS = 0,98$$

Sehingga:

$$DT_1 = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 - 0,98) - 2 (1 - 0,98)$$

$$= 14,10 \text{ detik/smp}$$

Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT<sub>MA</sub>)

Tundaan lalu lintas jalan utama dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang ada pada gambar 9.

Untuk DS > 0,6 digunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$= 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times 0,98) - (1 - 0,98) \times 1,8$$

$$= 9,95 \text{ detik/smp}$$

Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DT<sub>MI</sub>)

Tundaan lalu lintas jalan minor di hitung berdasarkan persamaan pada gambar 10. :

$$DT_{MI} = \frac{(Q_{Total} \times DT_1 - Q_{MA} \times DT_{MA})}{Q_{MI}}$$

dimana:

$$Q_{Total} = 2671,4 \text{ smp/jam}$$

$$DT_1 = 14,10 \text{ detik/smp}$$

$$Q_{MA} = 2125,6 \text{ smp/jam}$$

$$DT_{MA} = 9,95 \text{ detik/smp}$$

$$Q_{MI} = 1331,9 \text{ smp/jam}$$

sehingga:

$$DT_{MI} = \frac{(2671,4 \times 14,10) - (2125,6 \times 9,95)}{1331,9}$$

$$= 12,40 \text{ detik/smp}$$

Tundaan Geometrik Simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang dihitung dengan menggunakan persamaan pada gambar 11.

Untuk DS < 1,0 digunakan rumus sebagai berikut:

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

dimana :

$$DS = 0,98$$

$$P_T = \text{Rasio belok total}$$

$$= 0,50$$

Sehingga :

$$DG = (1 - 0,98) \times (0,50 \times 6 + (1 - 0,50) \times 3) + 0,98 \times 4$$

$$= 4,0105 \text{ detik/smp}$$

Tundaan Simpang (D)

Tundaan Simpang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan pada gambar 12 sebagai berikut :

$$D = DG + DT_1$$

dimana :

$$DG = 4,0105 \text{ detik/smp}$$

$$DT_1 = 14,10 \text{ detik/smp}$$

sehingga :

$$D = 4,0105 + 14,10 = 18,1070 \text{ detik/smp}$$

Peluang Antrian (QP%)

Peluang antrian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang ada pada gambar 13 yaitu sebagai berikut:

$$QP = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3$$

$$QP = 9,20 \times DS - 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

dimana:

$$DS = 0,98$$

sehingga:

$$QP = 47,71 \times 0,98 - 24,68 \times 0,98^2 + 56,47 \times 0,98^3$$

$$= 76 \% \text{ (batas atas)}$$

$$QP = 9,20 \times 0,98 - 20,66 \times 0,98^2 + 10,49 \times 0,98^3$$

$$= 38 \% \text{ (batas bawah)}$$

Ini berarti peluang antrian yang terjadi pada persimpangan ruas *Ringroad*, Maumbi dan Kairagi, dari data arus lalu lintas pada hari rabu adalah sebesar 38 % - 76 %.

Tingkat pelayanan ( Level Of Service )

$$LOS = \frac{V}{C}$$

dimana:

$$V = 2671,4 \text{ smp/jam}$$

$$C = 2728,775080 \text{ smp/jam}$$

sehingga:

$$LOS = \frac{2671,4}{2728,775080} = 0,98$$

Maka dengan hasil ini standar tingkat pelayanan jalan pada simpang tersebut berdasarkan pada tabel 10 di dapat standar tingkat pelayanan tipe E (*Unsteable Flow - some stop and starts*), arus tidak stabil, kecepatan rendah, volume pada kondisi operasional pada atau dekat dengan kapasitas. Operasional pada LOS E biasanya tidak stabil, karena sedikit peningkatan arus atau gangguan kecil dalam arus menyebabkan gangguan pada arus secara keseluruhan.

## PENUTUP

### Kesimpulan

- 1.a. Waktu sibuk di persimpangan Jalan ruas *Ringroad* – Maumbi – Kairagi yaitu pada hari rabu , 19 November 2013 pukul 17.00 – 18.00 dengan jumlah arus total 2671,4 smp/jam, dan nilai kapasitas sebesar 2728.775080 smp/jam.
- b. Diperoleh nilai derajat kejenuhan ( DS ) sebesar 0,98. Nilai ini lebih besar dari nilai yang di isyaratkan dalam MKJI 1997 yaitu 0,75 yang artinya kapasitas dari simpang sudah tak mampu menampung jumlah kendaraan yang melewati simpang, pada saat penelitian di laksanakan.
- c. Tundaan simpang ( D ) adalah sebesar 18,1070 detik/smp dan nilai peluang antrian sebesar 38 % - 76 %. Artinya terjadi penambahan waktu berhenti untuk setiap kendaraan yang mendekati persimpangan sebesar waktu pada tundaan simpang, dan peluang antrian kendaraan sebesar nilai peluang antrian yang telah di dapat.
2. Nilai LOS yang di dapat adalah sebesar 0,98 yang artinya berdasarkan tabel standar tingkat pelayanan di dapat tingkat pelayanan tipe E (*Unsteable Flow – some stop and starts*), arus tidak stabil, kecepatan rendah, volume pada kondisi operasional pada atau dekat dengan kapasitas. Operasional pada LOS E biasanya tidak stabil, karena sedikit peningkatan arus atau gangguan kecil dalam

arus menyebabkan gangguan pada arus secara keseluruhan.

### Saran

Dengan hasil ini terdapat beberapa hal yang dapat disarankan untuk meminimumkan ataupun mengatasi permasalahan yang terdapat pada simpang tiga lengan ruas jalan Kairagi- *Ringroad* – Maumbi Manado adalah sebagai berikut:

1. Pelebaran pada jalan utama (Kairagi – Maumbi), melihat ruas jalur pada jalan utama yang mempunyai lebar jalan lebih kecil dari jalan minor maka perlu diadakan pelebaran pada ruas jalan ini.
2. Mengoptimalkan arus pergerakan memisah (*diverging*) dan mengumpul (*merging*), pada persimpangan di lokasi penelitian terdapat arus pergerakan memisah dan mengumpul namun sayangnya arus pergerakan ini sering di abaikan oleh pengguna jalan karena kondisi jalan pada arus pergerakan yang sangat memprihatinkan, serta tak adanya aturan rambu lalu lintas yang mengharuskan pengguna jalan melewati arus pergerakan memisah dan mengumpul tersebut.
3. Perencanaan jalan layang (*fly over*), sebaiknya perencanaan yang telah di lakukan pada persimpangan tersebut dilakukan sesegera mungkin karena masalah kemacetan di Manado adalah pertumbuhan jalan yang kurang sebanding dengan kendaraan, sehingga dengan adanya jalan baru (*fly over*) dapat meminimalisir kemacetan pada simpang yang menjadi lokasi penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Anonimus, 1998. *Buku Ajar Rekayasa Lalu Lintas*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Direktorat Perguruan Tinggi Swasta, Cisarua Bogor.
- Clarkson, O dan Hicks, G. R., 1999. *Teknik Jalan Raya*, jilid IV, Erlangga, Jakarta.
- Hobs F. D, 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Penerjemah: Suprpto dan Waldjono. Penerbit Gajah Mada University Press.
- Warpani. S., 1998. *Rekayasa Lalu Lintas*, Penerbit Bharata, Jakarta.
- Morlok, Edward. K, 1998, *Pengantar Teknik jalan raya*. Alih bahasa oleh Johan K. Haiumun. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Tamin, O. Z., 2000. *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*. Institut Teknologi Bandung.