

ANALISIS KINERJA PERSIMPANGAN JALAN M.H THAMRIN DAN JALAN MERDEKA

Disusun Oleh :

Fitria Soraya Saleh
Mahasiswa Teknik Sipil
STITEK Bina Taruna Gorontalo
INDONESIA
Fitria.saleh@yahoo.co.id

ABSTRAK

Persimpangan Jalan M.H Thamrin dan Jalan Merdeka merupakan simpang empat yang sering terjadi kemacetan dan kecelakaan. Banyaknya aktivitas di persimpangan jalan seperti aktivitas anak-anak yang tujuan ke sekolah dan pengunjung ke rumah makan serta parkir pengunjung dan kendaraan umum yg memarkir kendaraan sembarangan sehingga sering terjadi kemacetan dan hampir menggunakan seluruh badan jalan. Hal ini menyebabkan terjadinya kemacetan lalu lintas yang mengakibatkan meningkatnya konflik yang timbul dan dapat menyebabkan menurunnya kecepatan arus lalu lintas serta tingkat keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja persimpangan Jalan M.H Thamrin dan Jalan Merdeka di Kota Gorontalo serta mengetahui tingkat pelayanan persimpangan jalan tersebut. Metode yang digunakan adalah metode MKJI 1997, dengan mengolah data primer dan data sekunder ke dalam perhitungan nilai kapasitas, nilai derajat kejenuhan, nilai tundaan simpang, nilai peluang antrian, dan tingkat pelayanan.

Dari hasil analisis data diperoleh bahwa volume arus lalu lintas maksimum terjadi pada hari Kamis pukul 08.00-09.00 sebesar 1852 kend/jam atau 1016 smp/jam. Nilai kapasitas adalah 1888 smp/jam lebih besar dari volume lalu lintas yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu 1852 smp/jam sehingga kapasitas ruas jalan simpang empat Jln. MH. Thamrin dan Jln. Merdeka masih bisa menampung volume lalu lintas di jalan tersebut. Nilai derajat kejenuhan adalah 0.538 dengan tingkat pelayanan D dimana pada kondisi ini arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus, kepadatan lalu lintas sedang fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar, serta pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.

Kata Kunci : Persimpangan, Volume, Lalu Lintas

1. PENDAHULUAN

Simpang sebagai penunjang transportasi mempunyai peranan penting bagi perkembangan dan perubahan sektor ekonomi suatu daerah. Jalan raya akan mengalirkan arus pergerakan manusia yang cenderung semakin besar sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktifitas yang dilakukan. Persoalan yang timbul dengan semakin meningkatnya mobilitas dan pergerakan kendaraan adalah kepadatan, kemacetan, dan kecelakaan lalu lintas. Suatu tempat yang potensial terjadi kecelakaan,

kepadatan, dan kemacetan lalu lintas adalah di persimpangan.

Persimpangan Jalan M.H Thamrin dan Jalan Merdeka merupakan simpang empat yang terletak di Pusat Kota Gorontalo dimana sering terjadi kemacetan dan kecelakaan. Banyaknya aktifitas di persimpangan Jalan M.H Thamrin dan Jalan Merdeka yakni dengan adanya aktifitas anak-anak yang tujuan ke sekolah dan pengunjung ke rumah makan serta parkir pengunjung dan kendaraan umum yg memarkir kendaraan sembarangan sehingga sering

terjadi kemacetan dan hampir menggunakan seluruh badan jalan. Hal ini menyebabkan terjadinya kemacetan lalu lintas yang mengakibatkan meningkatnya konflik yang timbul dan dapat menyebabkan menurunnya kecepatan arus lalu lintas serta tingkat keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 simpang merupakan titik temu antara berbagai kepentingan lalu lintas yang mungkin terjadinya kemacetan hingga kecelakaan.

Keadaan ini jelas berpengaruh terhadap ruas-ruas jalan yang ada di Kota Gorontalo yang diantaranya adalah persimpangan Jalan M.H Thamrin dan Jalan Merdeka yang merupakan persimpangan yang dapat meningkatkan efisiensi pergerakan dan melayani arus lalu lintas, untuk itu perlu suatu solusi dalam menganalisa kinerja persimpangan pada ruas jalan tersebut agar menjadi lancar, aman, dan efektif.

2. Pengertian Simping

Persimpangan merupakan bagian yang terpenting dari sistim jaringan jalan, yang merupakan pertemuan dua atau lebih jaringan jalan. Dalam metode MKJI, 1997, simpang sebagai salah satu bagian dari system transportasi dimana merupakan titik temu antara berbagai kepentingan lalu lintas yang memungkinkan terjadi kemacetan hingga kecelakaan. Persimpangan juga merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan ketika berkendara, baik di dalam kota maupun di luar kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan terus atau berbelok dan berpindah jalan.

Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu-lintas di dalamnya (AASHTO, 2001). Untuk menghindari konflik diantara pengguna jalan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi pengguna jalan itu sendiri maka perlu adanya persimpangan yang didesain dengan baik. Desain suatu persimpangan di jalan raya tidak terlepas dengan adanya peralatan pengendalian lalu-lintas, yang dapat berupa: rambu,

penghalang yang dapat dipindahkan, dan lampu lalu-lintas.

Karakteristik Jalan

Karakteristik suatu jalan akan sangat mempengaruhi kapasitas dan kinerja suatu jalan jika dibebani arus lalu lintas (MKJI,1997). Karakteristik utama jalan tersebut meliputi:

- Jenis jalan, lebar jalur lalu lintas, kerb, bahu, median, dan alinyemen jalan.
- Pemisah arah lalu lintas, komposisi lalu lintas.
- Pengaturan lalu lintas
- Aktifitas sisi jalan (hambatan samping)
- Perilaku pengemudi dan populasi kendaraan

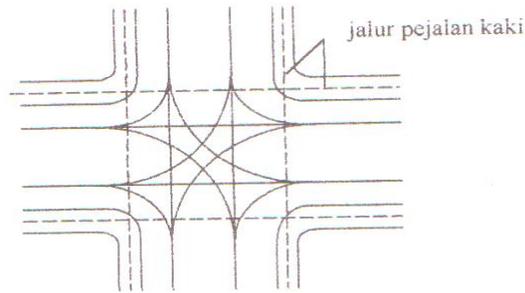
Kinerja Simping Tak Bersinyal

Metode analisis dengan prioritas yang disusun dalam MKJI 1997 didasarkan pada kapasitas jalan yang didapatkan dari data empiris yang dikumpulkan. Menurut MKJI 1997 parameter kinerja pelayanan simpang ditentukan oleh besaran nilai kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS), tundaan (D) dan peluang antrian (QP).

Titik Konflik

Suatu perempatan jalan yang umum dengan jalur tunggal dan jalan keluar ditunjukkan pada Gambar 2.8a. dari diagram dapat diketahui tempat-tempat yang sering terjadi konflik dan tabrakan kendaraan. Jumlah konflik yang terjadi setiap jamnya pada masing-masing pertemuan jalan dapat langsung diketahui dengan cara mengukur volume aliran untuk seluruh gerakan kendaraan.

Di samping itu arus lalu lintas yang terkena konflik pada suatu persimpangan mempunyai tingkah laku yang kompleks, setiap gerakan belok kiri, belok kanan ataupun lurus masing-masing menghadapi konflik yang berbeda dan berhubungan langsung dengan tingkah laku gerakan tersebut. Adapun titik konflik dan jenis manuvernya



Gambar Tempat Persilangan Aliran Pejalan Kaki dan Kendaraan pada Arus Persilangan Jalan

Klasifikasi Jalan

Undang-undang No. 38 Tahun 2004 pasal 8 mengklasifikasikan jalan umum menurut fungsinya menjadi empat kelompok, yakni jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

1). Jalan Arteri

Jalan arteri adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna. Jalan arteri terbagi atas 2 (dua) yaitu arteri primer dan arteri sekunder.

a. Jalan arteri primer, ialah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan wilayah, atau pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal (Peraturan Pemerintah Nomor 34, 2006). Kriteria jalan arteri primer adalah sebagai berikut:

1. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km/jam.
2. Lebar badan jalan tidak kurang dari 11 meter.
3. Lalu lintas jarak jauh pada jalan arteri primer adalah lalu lintas regional. Untuk itu, lalu lintas tersebut tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik dan lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal.
4. Kendaraan angkutan berat dan kendaraan umum diizinkan menggunakan jalan ini.
5. Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien, jarak antara, jalan

masuk/akses langsung tidak boleh lebih pendek dari 500 meter.

6. Persimpangan diatur dengan pengaturan tertentu, sesuai dengan volume lalu lintasnya.
7. Mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas harian rata-rata.
8. Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

b. Jalan Arteri Sekunder, menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Kriteria untuk jalan perkotaan adalah:

1. Dirancang berdasarkan kecepatan rancang paling rendah 30 km/jam.
2. Lebar badan jalan tidak kurang dari 11 meter.
3. Pada jalan arteri sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
4. Jalan arteri sekunder mempunyai kapasitas lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata.

2) Jalan Kolektor, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan kolektor dibagi atas jalan kolektor primer dan jalan kolektor sekunder.

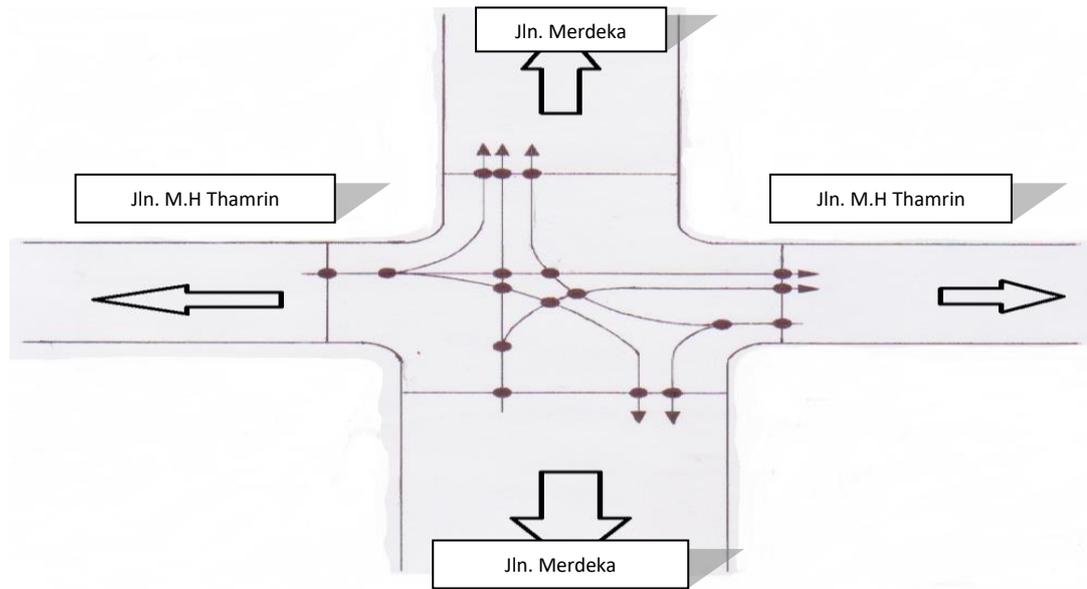
a. Jalan kolektor primer, menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan

lokal, antara kegiatan wilayah, atau antara kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Kriteria jalan kolektor primer sebagai berikut:

1. Jalan kolektor primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 meter.
2. Jalan kolektor primer mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
3. Jumlah jalan masuk dibatasi dan direncanakan secara efisien.
4. Persimpangan diatur dengan pengaturan tertentu sesuai dengan volume lalu lintasnya.
5. Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
6. Jalan kolektor sekunder, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Ciri-ciri jalan kolektor sekunder adalah:
 7. Jalan kolektor sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 meter.
 8. Jalan kolektor sekunder mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
 9. Pada jalan kolektor sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.
 10. Persimpangan sebidang diatur dengan pengaturan tertentu sesuai dengan volume lalu lintasnya.
- 3) Jalan Lokal, merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - a. Jalan lokal primer, menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antar pusat kegiatan lingkungan. Kriteria jalan lokal primer adalah sebagai berikut:
 1. Jalan lokal primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam.
 2. Lebar badan jalan paling sedikit 7,5 meter.
 3. Jalan lokal primer yang memasuki kawasan pedesaan tidak boleh terputus.
 - b. Jalan lokal sekunder, menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Jalan lokal sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 meter.
- 4) Jalan Lingkungan, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.
 - a. Jalan lingkungan primer, menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan pedesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan pedesaan. Jalan lingkungan primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 meter, persyaratan teknis jalan lingkungan primer diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih, dan jalan lingkungan primer tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih harus mempunyai badan jalan paling sedikit 3,5 meter.
 - b. Jalan lingkungan sekunder, menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Jalan lingkungan sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 meter, tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih harus mempunyai badan jalan paling sedikit 3,5 meter.

3. Kondisi Persimpangan Lokasi Penelitian

Simpang empat Jalan M.H Thamrin dan Jalan Merdeka merupakan pertemuan dari ruas Jalan simpangan Jalan M.H Thamrin dan Jalan Merdeka. Simpang ini terletak di Pusat Kota Gorontalo. Adapun kondisi geometrik dari simpang dan fungsi pelayanan jalan



**Gambar Peta Geometrik Jalan simpangan
Jalan M.H Thamrin dan Jalan Merdeka**

Arus dan Komposisi Lalu Lintas

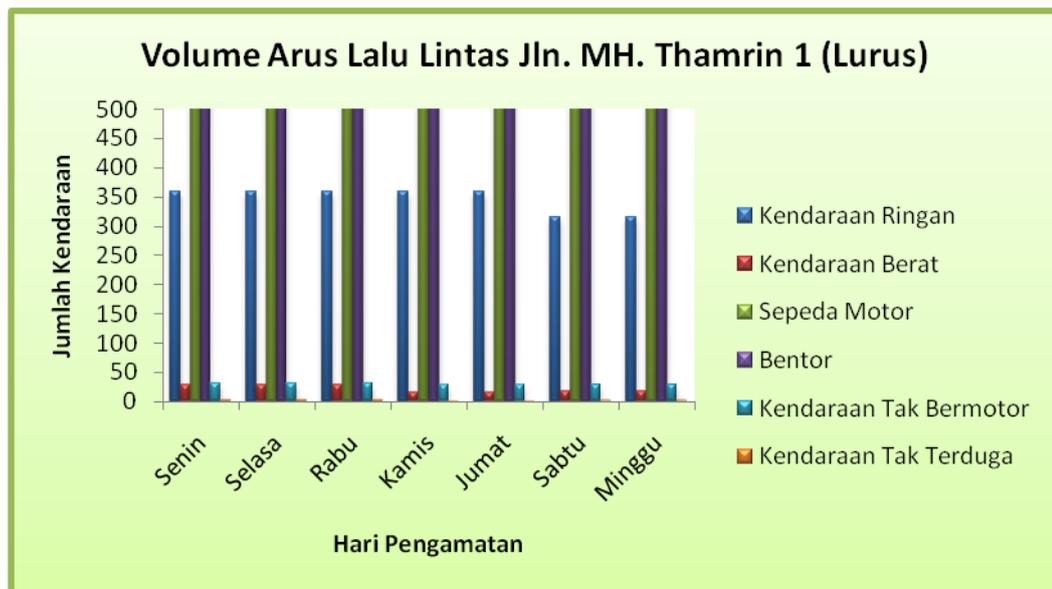
Dalam Metode MKJI 1997, nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) diubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan seperti, kendaraan ringan (LV) (termasuk mobil penumpang, minibus, pick-up, truk kecil dan jeep), kendaraan berat (HV) (termasuk truk dan bus), sepeda motor dan juga termasuk bentor (MC). Arus lalu lintas yang diamati yakni kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan bentor.

Masing–masing kendaraan ini dihitung berdasarkan jumlah yang belok kiri (LT), lurus (ST), dan belok kanan (RT).

Berdasarkan hasil survey yang dilaksanakan selama seminggu dari tanggal 4 Mei 2015 sampai dengan tanggal 10 Mei 2015 dimulai dari pukul 06.00 Wita sampai dengan pukul 18.00 Wita dapat dilihat pada Tabel dan Gambar dibawah ini. Pengamatan volume arus lalu lintas untuk hari senin dianggap sama dengan hari selasa dan rabu. Untuk pengamatan hari kamis dianggap sama dengan hari jumat, sedangkan pengamatan untuk hari sabtu dianggap sama dengan hari minggu. Lokasi pengamatan berada di Jalan MH. Thamrin 1, Jalan MH. Thamrin 2, Jalan Merdeka 1, dan Jalan Merdeka 2.

Tabel Volume Arus Lalu Lintas Jln. MH. Thamrin 1 (Lurus)

NO.	JENIS KENDARAAN	HARI PENGAMATAN						
		Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
1	Kendaraan Ringan	359	359	359	359	359	316	316
2	Kendaraan Berat	28	28	28	15	15	17	17
3	Sepeda Motor	1865	1865	1865	1877	1877	1644	1644
4	Bentor	1805	1805	1805	1682	1682	1529	1529
5	Kendaraan Tak Bermotor	32	32	32	28	28	29	29
6	Kendaraan Tak Terduga	3	3	3	1	1	2	2



Gambar Volume Arus Lalu Lintas Jln. MH. Thamrin 1 (Lurus)

Kapasitas

Dengan menggunakan metode MKJI 1997 analisis kinerja jalan dapat diperoleh melalui perhitungan kapasitas jalan, yaitu dengan memasukkan data berupa kondisi geometrik jalan berupa lebar jalan minor rata-rata (4,5 meter), lebar jalan mayor rata-rata (7 meter) dengan bahu jalan (1 meter) di setiap sisi jalan, tipe simpang lengan empat dengan dua lajur di jalan minor dan dua lajur

di jalan utama (422). Ukuran kota yang dilihat dari jumlah penduduk Kota Gorontalo berdasarkan sensus penduduk tahun 2014 adalah 179,697 jiwa (BPS Kota Gorontalo, 2014), lingkungan jalan yang berada pada daerah komersial (pertokoan, sekolah, perkantoran, hotel, dan rumah makan) dengan hambatan samping yang tinggi. Data-data tersebut akan digunakan sebagai faktor penyesuaian berupa :

Kapasitas dasar (C_0)

Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w)

Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan

hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

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

Selanjutnya kapasitas ruas jalan dianalisa dengan menggunakan rumus :

$$C = C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI}$$

$$= 2900 \times 0.885 \times 1.000 \times 0.880 \times 0.920 \times 1.291 \times 1.000 \times 0.704$$

$$= 1888 \text{ smp/jam}$$

Nilai kapasitas 1888 smp/jam ini lebih besar dari volume lalu lintas yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu 1852 smp/jam maka dapat dikemukakan bahwa kapasitas ruas jalan simpang empat Jln. MH. Thamrin dan Jln. Merdeka masih bisa menampung volume lalu lintas di jalan tersebut.

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan untuk seluruh simpang (DS) dihitung sebagai berikut :

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

$$= 1016 / 1888$$

$$= 0.538$$

Derajat kejenuhan merupakan salah satu faktor yang menentukan tingkat pelayanan jalan. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai derajat kejenuhan yang terjadi pada lokasi penelitian adalah 0.538.

Tundaan Simpang

Tundaan simpang dihitung sebagai berikut :

$$D = DG \times D$$

$$= 4.225 \times 0.885 \text{ (Gambar 2.1)}$$

$$= 9.907 \text{ det/smp (Tabel 2.2)}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai tundaan simpang yang terjadi adalah 9.907 det/smp.

Peluang Antrian

$$= 0.920 \text{ (Tabel 2.4)}$$

Persamaan peluang antrian dihitung sebagai berikut :

$$QP\% = \frac{1}{1 + \frac{C}{Q} + \frac{C^2}{2Q^2}} \times DS^2 + 56.47 \times DS^3$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{1888}{1016} + \frac{1888^2}{2 \times 1016^2}} \times 0.538^2 + 56.47 \times 0.538^3$$

$$= 27.330 = 27\%$$

Hasil perhitungan peluang antrian yang terjadi pada lokasi penelitian diperoleh sebesar 27%.

Tingkat Pelayanan

Analisis tingkat pelayanan merupakan rasio antara volume lalu lintas (Q) dan kapasitas (C). Perhitungan tingkat pelayanan adalah :

$$DS = Q / C$$

$$= 1016 / 1888$$

$$= 0.538$$

Nilai derajat kejenuhan 0.538 dengan tingkat pelayanan D. pada kondisi ini arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus, kepadatan lalu lintas sedang fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar, serta pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Kinerja arus lalu lintas pada simpang empat Jln. MH. Thamrin dan Jln Merdeka adalah sebagai berikut :
 - a. Volume arus lalu lintas maksimum adalah hari kamis pukul 08.00-09.00 adalah sebesar 1852 kend/jam atau 1016 smp/jam.
 - b. Nilai kapasitas adalah 1888 smp/jam lebih besar dari volume lalu lintas yang diperoleh dari hasil penelitian yaitu 1852 smp/jam sehingga kapasitas ruas jalan simpang empat Jln. MH. Thamrin dan Jln. Merdeka masih bisa menampung volume lalu lintas di jalan tersebut.
2. Nilai derajat kejenuhan adalah 0.538 dengan tingkat pelayanan D. pada kondisi ini arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus, kepadatan lalu lintas sedang fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar, serta pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.

Saran

Saran-saran untuk perbaikan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan untuk meneliti mengenai rekayasa lalu lintas dalam mengatasi kemacetan dengan teknik pengaturan lalu lintas dan teknik jalan raya.
2. Bagi pemerintah diharapkan perlu adanya perhatian dalam peningkatan kapasitas jalan raya seperti pelebaran jalan dan fasilitas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, A. A., 2005. *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang: Universitas Muhammadiyah.

Departemen Pekerjaan Umum., 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Departemen PU. Dirjen Bina Marga.

Hursan, F. S., 2006. *Tugas Akhir Analisis Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (emp) Bentor pada Simpang Bersinyal di dalam Kota (Studi Kasus Kota Gorontalo)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo.

Julianto Eko Nugroho., 2007. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Bangkong dan Simpang Milo Semarang Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar*. Semarang: Universitas Diponegoro.

Khisty, C. J. dan Lall, B. K., 2005. *Dasar-dasar Transportasi Jilid 1* terjemahan oleh Ir. Julian Gressando, M. Sc. Jakarta: Erlangga.

Mukti Ambekto., 2005. *Analisa Persimpangan Pada Jalan Akses ke bandara*. Surabaya: Universitas Teknologi Sepuluh Nopember.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2006. "*Undang-undang No. 34 tentang Jalan*". Jakarta: Direktur Jenderal Perhubungan Darat.

Sri Febriyanti Podungge., 2013. *Analisis Karakteristik Lalu Lintas Pada Simpang Empat Tak Bersinyal*. Gorontalo: STITEK Bina Taruna Gorontalo.