

ANALISA KINERJA SIMPANG JALAN MANADO – BITUNG –JALAN PANIKI ATAS MENURUT MKJI 1997

Oktorino Wesara

M. J. Paransa, James A. Timboeleng

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : oktorinowesara@gmail.com

ABSTRAK

Sebagai salah satu jalur utama yang menghubungkan pusat kota Manado dengan daerah Paniki Atas dan kota Bitung, simpang tiga jalan Manado – Bitung – Jalan Paniki Atas sangat sering terjadi kemacetan dan antrian yang panjang. Kondisi ini terjadi pada jam-jam sibuk di pagi, siang dan sore hari. Penelitian mengenai kinerja persimpangan jalan Manado – Bitung – Jalan Paniki Atas simpang tipe 322, bertujuan untuk mengkaji kinerja persimpangan pada kondisi eksisting sampai kondisi 10 tahun ke depan, dengan menggunakan MKJI 1997. Pengumpulan data volume lalu lintas dilakukan pada hari Senin sampai dengan Sabtu di minggu ke tiga Bulan November 2015.

Kajian ini menunjukkan hasil bahwa, derajat kejenuhan (DS) rata-rata simpang telah melebihi nilai 0,75 selama 2/3 hari di siang hari. Dan pada siang hari di sekitar jam 12,00 nilai DS sebesar 0,96 hampir mencapai 1 (satu), dengan tundaan simpang 19,16 det/smp dan peluang terjadinya antrian sebesar 73,2%. Yang artinya sudah terjadi antrian kendaraan di persimpangan saat ini. Dengan data survey volume lalu lintas dihitung nilai LHR dan dengan menggunakan data pertumbuhan lalu lintas sebesar 7,0% dan faktor $k = 0,8$, sampai 10 tahun kedepan. Volume jam puncak diambil sebagai volume rencana yang dihitung dengan mengalikan faktor k pada nilai LHR dan ditetapkan sebagai dasar perhitungan Kinerja Persimpangan saat sekarang dan 10 tahun kedepan. Volume jam puncak ditetapkan berdasarkan volume $LV+HV$ yang paling besar pada tiap-tiap pendekat. Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali dengan memperhatikan proporsi volume MC untuk dilakukan penyesuaian pada geometrik persimpangan.

Penyesuaian pertama dengan memperbesar lebar jalan minor, jalan Paniki Atas, dari 5.00 m menjadi 7.00 m dan jalan mayor, jalan Manado – Bitung, tidak berubah yaitu 7.00 m dengan tetap mempertahankan tipe persimpangan yaitu tipe 322. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai DS masih diatas 1. Kemudian dilakukan penyesuaian berikutnya yaitu merubah tipe simpang 344 dengan menerapkan belok kiri langsung, dan hasil perhitungan $DS = 0,41$ untuk tahun sekarang dan untuk tahun ke-10 $DS = 0,80$. Hal ini dianggap hasil kajian telah cukup memadai untuk Kinerja Persimpangan tak bersignal jalan Manado – Bitung – jalan Paniki Atas sampai dengan 10 tahun kedepan.

Kata Kunci : Derajat Kejenuhan, Tundaan Simpang, Peluang Antrian

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Persimpangan Jalan Manado – Bitung – Jalan Paniki Atas adalah salah satu persimpangan jalan yang ramai tiap harinya karena melayani arus lalu lintas yang cukup tinggi. Pada jam-jam sibuk persimpangan ini sangatlah macet, karena pada persimpangan ini terdapat Gereja, Minimarket, Gudang, dan Perumahan Penduduk. Dan juga, persimpangan ini adalah salah satu jalan alternatif yang menghubungkan antara Jalan Manado – Bitung dengan Jalan SBY.

Sebagai jalur sibuk maka perlu diperhatikan aktivitas daerah titik pertemuan (persimpangan). Masalah transportasi ini akan menimbulkan

berbagai dampak negatif, bagi pengendara maupun bagi masyarakat yg tinggal di daerah tersebut. Bagi pengendara, kemacetan akan menimbulkan ketegangan. Sedangkan bagi masyarakat, kehilangan waktu perjalanan akan berdampak negatif pada nilai pendapatan yang secara umum merugikan pengguna jalan.

Geometri persimpangan serta tidak ada penanda rambu lalu lintas, menyebabkan kendaraan saling ingin mendahului, memicu terjadinya kemacetan pada ruas Jalan Manado – Bitung – Jalan Paniki Atas. Dengan mengetahui volume lalu lintas dan volume rencana (Q_{DH}) pada ruas jalan ini, dapat dikaji kinerja lalu lintas dan geometri yang sesuai pada persimpangan ini. Guna menghindari kemacetan yang lebih parah,

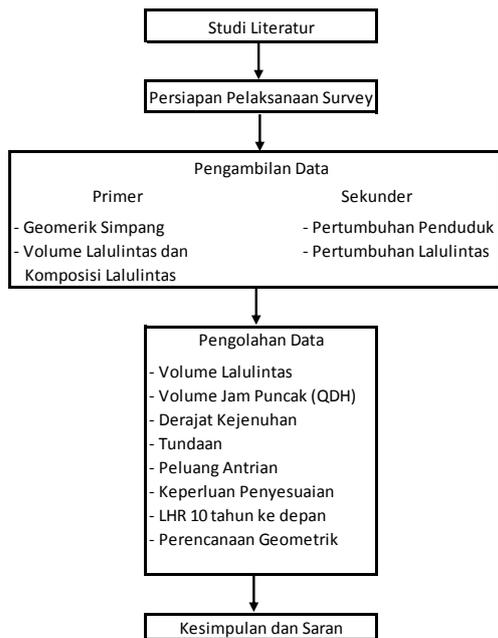
dan meningkatkan fungsi sebagai jalan akses ke jalan SBY, sehingga lalu lintas tetap berjalan dengan baik.

Perumusan Masalah

Terjadi peningkatan tundaan, penurunan kecepatan, antrian kendaraan pada masing-masing lengan simpang, mengakibatkan turunnya kinerja persimpangan. Kinerja simpang dalam ukuran Derajat Kejenuhan dan Peluang Antrian akan menjadi rumusan masalah yang akan dikaji. Demikian juga arus kendaraan yang memasuki simpang sangat bervariasi, hal ini menyebabkan terjadinya titik konflik lalu lintas di persimpangan. Mengurangi jumlah titik konflik merupakan alternatif solusi yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu dengan mengendalikan arus lalu lintas.

Tujuan Penelitian

- Penelitian ini bertujuan untuk:
- Menetapkan Volume Rencana (Q_{DH}) di tiap pendekat.
 - Mengetahui variasi volume lalu lintas di tiap pendekat.
 - Menghitung kinerja persimpangan pada kondisi eksisting.
 - Menghitung LHR selama 10 tahun.
 - Mendesain geometrik simpang untuk dapat melayani lalu lintas dengan umur rencana 10 tahun.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Manfaat Penelitian

- Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengambil langkah dan waktu yang tepat untuk merubah tipe persimpangan agar terhindar dari kemacetan yang lebih parah, sehingga lalu lintas tetap berjalan dengan baik.
- Memberi solusi terhadap masalah-masalah yang terjadi pada persimpangan pada saat sekarang dan 10 tahun ke depan.

Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

LANDASAN TEORI

Teori Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari jalan, hampir dalam setiap kita berkendara sepanjang jalan pasti kita akan menemui yang namanya persimpangan. Persimpangan adalah simpul pada bagian jalan dimana dua atau lebih ruas jalan (link) bertemu atau berpotongan yang mencakup fasilitas jalur jalan (roadway) dan tepi jalan (road side), dimana lalu lintas dapat bergerak didalamnya.

Persimpangan ini merupakan bagian yang terpenting dari jalan raya sebab sebagian besar akan tergantung dari efisiensi, kapasitas lalu lintas, kecepatan, biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut.

Tipe Persimpangan

Di bawah ini adalah gambar tipe simpang tak bersignal menurut MKJI 1997 :

Tabel 1. Simpang Tiga Lengan

Kode tipe	Pendekat jalan utama		Pendekat jalan minor
	Jumlah lajur	Median	Jumlah lajur
322	1	T	1
324	2	T	1
324M	2	Y	1
344	2	T	2
344M	2	Y	2

Jenis Pertemuan Gerakan Persimpangan

Ada 4 jenis pergerakan lalu lintas yang terjadi pada persimpangan, yaitu:

- Memotong (Crossing)
- Menyilang (Weaving)
- Mengumpul (Merging)
- Memisah (Diverging)

Karakteristik Kendaraan

1. Kendaraan adalah unsur dalam lalulintas di atas roda
2. Kendaraan Ringan atau *Light Vehicle* (LV) adalah kendaraan bermotor dua as beroda empat dengan jarak dua as 2,00 m – 3,00 m termasuk mobil penumpang, oplet, minibus, pick up, dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi.
3. Kendaraan berat atau *Heavy Vehicle* (HV) adalah kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m dan biasanya beroda lebih dari empat termasuk bus, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
4. Sepeda Motor atau *Motorcycle* (MC) adalah kendaraan bermotor beroda 2 atau 3 termasuk sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai dengan klasifikasi Bina Marga.
5. Kendaraan tak bermotor atau Unmotorized (UM) adalah kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan termasuk sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong.

Teori Persimpangan Tak Bersignal menurut MKJI 1997

Metode dan prosedur yang diuraikan dalam MKJI 1997 mempunyai dasar empiris. Alasannya adalah bahwa perilaku lalulintas pada simpang tak bersignal dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur dan aturan antri sangat sulit digambarkan dalam suatu model perilaku. Perilaku pengemudi yang berbeda dengan kebanyakan Negara barat, menjadikan penggunaan metode manual kapasitas Negara barat ini tidak dapat diterapkan. Hasil yang paling menentukan dari perilaku lalulintas adalah rata-rata hampir dua pertiga dari seluruh kendaraan yang datang dari jalan minor melintasi simpang dengan perilaku tidak menunggu celah dan celah kritis yang kendaraan tidak memaksa lewat adalah sangat rendah yaitu 2 detik.

Kapasitas

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

Bentuk model kapasitas menjadi sebagai berikut:

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

Derajat Kejenuhan

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

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

dimana:

$$\begin{aligned} Q_{smp} &= \text{Arus total (smp/jam)} \\ C &= \text{Kapasitas (smp/jam)} \end{aligned}$$

Tundaan

Tundaan pada simpang dapat terjadi karena dua sebab :

1. Tundaan lalulintas (DT) akibat interaksi lalulintas dengan gerakan yang lain dalam simpang.
2. Tundaan geometrik (DG) akibat perlambatan dan percepatan kendaraan yang terganggu dan tak-terganggu.

Tundaan geometrik (DG) dihitung dengan rumus:

untuk $DS < 1,0$:

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1-PT) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp).}$$

untuk $DS \geq 1,0$: $DG = 4$.

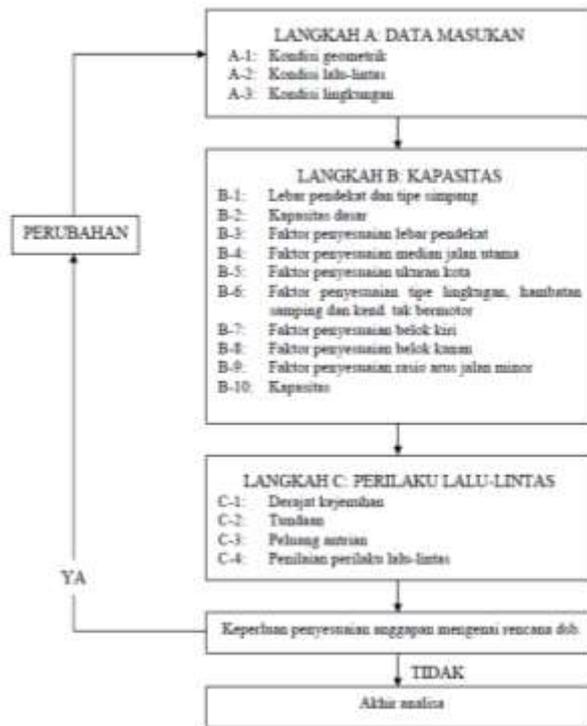
Peluang Antrian

Peluang antrian ditentukan dari kurva peluang antrian/derajat kejenuhan secara empiris. Manual kapasitas jalan ini dapat digunakan untuk berbagai penerapan seperti perencanaan, perancangan dan analisa operasional. Tujuan perencanaan adalah untuk mendapatkan denah dan ukuran geometrik yang memenuhi sasaran yang di tetapkan untuk kondisi lalulintas rencana tersebut.

Perancangan berbeda dari perencanaan hanya pada skala waktu. Pada penerapan perencanaan, masukan data lalulintas biasanya berhubungan dengan suatu jam puncak. Pada perancangan, informasi data lalulintas biasanya dalam bentuk LHRT yang diramalkan, yang kemudian harus dikonversikan ke dalam jam puncak rencana, biasanya dengan menggunakan suatu faktor persentase normal.

Ringkasan Prosedur Perhitungan

Langkah-langkah perhitungan kinerja persimpangan / perilaku lalulintas di persimpangan diperlihatkan dalam bagan alir pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Bagan Alir Simpang Tak Bersignal

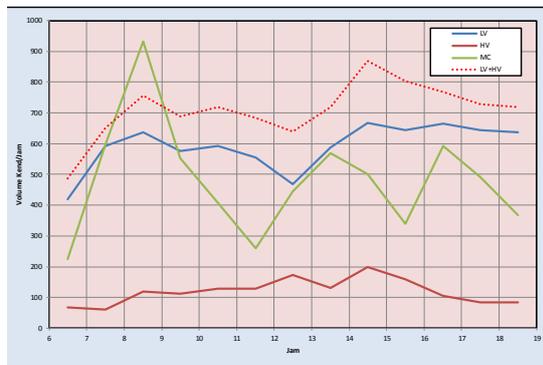
HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Lalulintas

Pengambilan data volume lalulintas diambil berdasarkan tiap-tiap jenis kendaraan yaitu LV, HV, MC dalam selang waktu 15 menit, di tiga pendekat:

1. Pendekat Manado

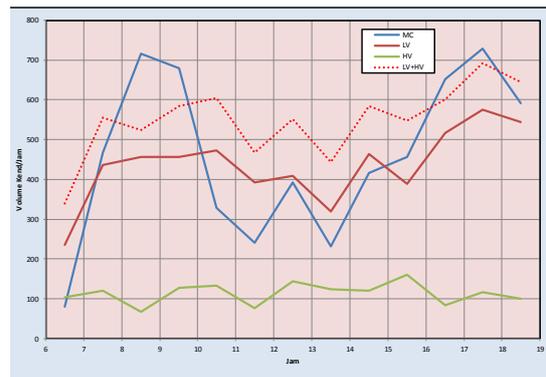
Pendekat Manado adalah semua kendaraan yang dari arah Manado ke Bitung dan ke arah Paniki Atas. Pada hari Senin, jam puncak pendekat ini terjadi pada jam 09.00, 14.00 dan 17.00 untuk MC, sedangkan jam 09.00 dan jam 15.00 adalah jam puncak untuk LV + HV. Ditampilkan dalam bentuk gambar di bawah ini :



Gambar 3. Volume Kendaraan per Jam pada Pendekat Manado hari Senin

2. Pendekat Bitung

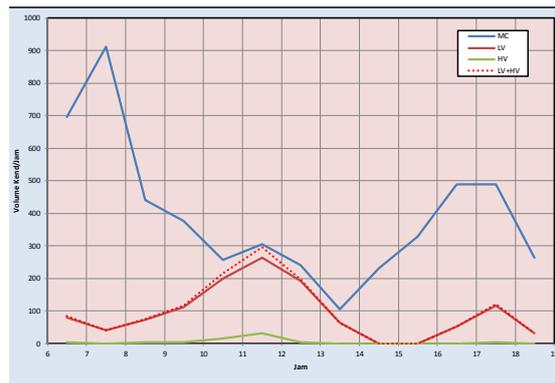
Pendekat Bitung adalah semua kendaraan yang dari arah Bitung ke Manado dan ke arah Paniki Atas. Pada hari Senin, jam puncak pendekat ini terjadi pada jam 09.00, dan 18.00 untuk MC, sedangkan jam 08.00, 11.00 dan 18.00 adalah jam puncak untuk LV + HV. Ditampilkan dalam bentuk gambar di bawah ini :



Gambar 4. Volume Kendaraan per Jam pada Pendekat Bitung hari Senin

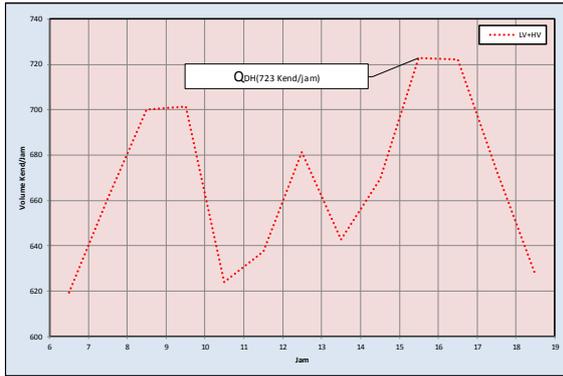
3. Pendekat Paniki Atas

Pendekat Paniki Atas adalah semua kendaraan yang dari arah Paniki Atas ke Manado dan ke arah Bitung. Pada hari Senin, jam puncak pendekat ini terjadi pada jam 08.00 untuk MC, sedangkan jam 12.00 dan jam 18.00 adalah jam puncak untuk LV + HV. Ditampilkan dalam bentuk gambar di bawah ini :

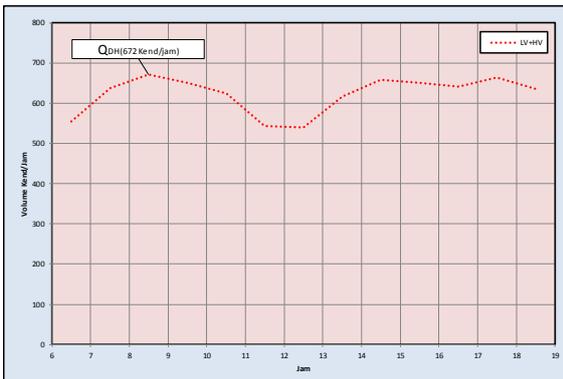


Gambar 5. Volume Kendaraan per Jam pada Pendekat Paniki Atas hari Senin

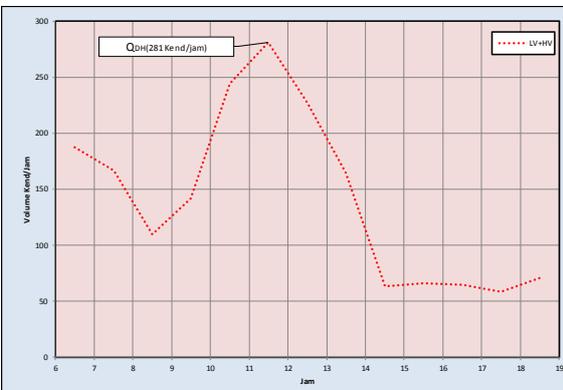
Kemudian dibuat rata-rata untuk tiap-tiap pendekat yang ditampilkan dalam bentuk gambar berikut.



Gambar 6. Rata-rata Kendaraan Per Jam pada Pendekat Manado



Gambar 7. Rata-rata Kendaraan Per Jam pada Pendekat Bitung



Gambar 8. Rata-rata Kendaraan Per Jam pada Pendekat Paniki Atas

Perhitungan Kinerja Persimpangan

Perhitungan Kinerja Persimpangan ditampilkan dalam bentuk Tabel sesuai MKJI 1997 Simpang Tak Bersinyal (Formulir USIG-I dan USIG-II). Dengan penjelasan sebagai berikut :

1. Formulir USIG-I

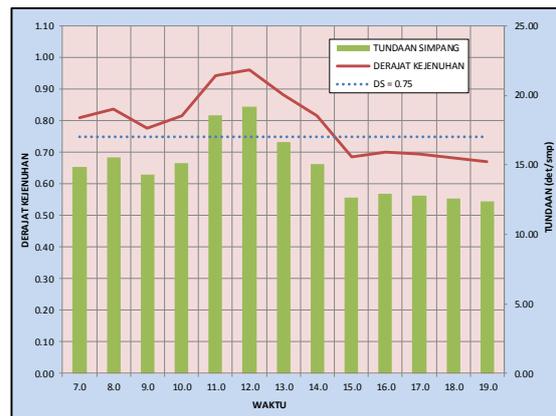
Geometrik, dan Arus Lalulintas. Tiap jenis kendaraan LV,HV,MC yang masih dalam satuan kendaraan per jam, kemudian dikonversikan ke dalam smp/jam dilakukan dengan mengalikan emp yang tercatat pada formulir (LV=1,0 ; HV = 1,3 ; MC = 0,5).

Perhitungan Rasio belok, yaitu belok kiri dan Belok Kanan sesuai masing-masing pendekat. Perhitungan Rasio Jl. Minor / total Jl. Utama dan Minor juga diikut sertakan. Perhitungan rasio UM/MV tidak dihitung karena tidak ada kendaraan tak bermotor (UM) yang melalui persimpangan ini.

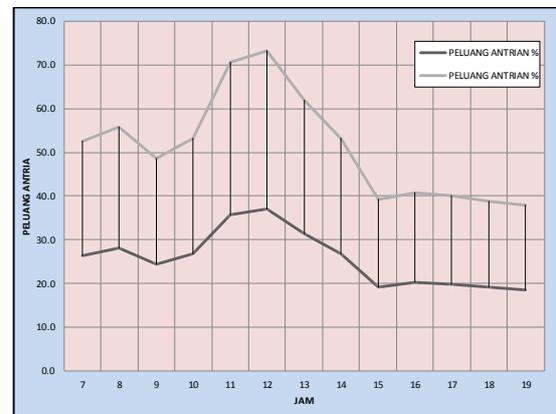
2. Formulir USIG-II

Lebar pendekat dan tipe simpang, Kapasitas, Derajat Kejenuhan, Tundaan, Peluang Antrian. Lebar pendekat digunakan sesuai yang diukur di lapangan, yaitu Jl. Utama 7,00 m dan Jl. Minor 5,00 m. Karena persimpangan memiliki 3 simpang dan 2 lajur di jalan utama dan jalan minor, maka kode simpang yang digunakan adalah 322. Karena menggunakan kode simpang 322, maka Kapasitas dasar (Co) yang digunakan adalah 2700 smp/jam.

Kemudian dibuat rekapitulasi Derajat Kejenuhan, Tundaan dan Peluang Antrian dari jam 07.00 – 19.00 disajikan dalam bentuk gambar-gambar berikut.



Gambar 9. Derajat Kejenuhan dan Tundaan



Gambar 10. Peluang Antrian

Gambar DS dan Tundaan diatas adalah rekapitulasi perhitungan kinerja persimpangan

dari jam 06.00 – 19.00 yang menunjukkan DS yang paling tinggi adalah di sekitar jam 12.00 yaitu 0.96 dengan tundaan simpang sebesar 19,16 det/smp. Dalam gambar kurva tersebut menunjukkan bahwa 2/3 dari jam kerja 06.00 – 19.00 kemungkinan terjadi macet sangatlah besar karena DS sudah $\geq 0,75$.

Kemudian gambar peluang antrian menunjukkan, di sekitar jam 07.00 - 14.00 berpeluang terjadinya antrian karena nilai peluang antrian sudah lebih besar dari 50%.

Keperluan Penyesuaian

Melihat dari gambar DS, Tundaan, dan Peluang Antrian diatas, kinerja persimpangan yang digambarkan oleh derajat kejenuhan sudah lebih besar dari 1 maka diperlukan penyesuaian untuk mendapatkan derajat kejenuhan dibawah 1. Karena itu diambil penyesuaian sebagai berikut :

1. Memperlebar jalan, Jl. Minor yaitu Jl. Paniki Atas dari 5,00 m menjadi 7,00 m. Dengan menggunakan proporsi dan volume yang sama maka dilakukan analisa kembali pada USIG-II dengan menggunakan lebar yang baru DS = 1.03, yang artinya persimpangan masih terjadi gangguan.
2. Melihat poin 1 diatas DS menunjukkan masih diatas 1, maka diambil penyesuaian untuk Merubah persimpangan dari 322 menjadi 344 dengan Kapasitas Dasar 3200 dan menerapkan belok kiri langsung dengan geometri jalan Mayor lebar 13,00 m dan jalan Minor 12,00 m. Dan didapat DS = 0,22.

Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR)

Dari perhitungan volume lalulintas diatas, maka akan dibuat Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR). Untuk menghitung LHR digunakan pertumbuhan lalulintas sebesar 7,0% dan faktor k = 0,8. Dihitung menggunakan rumus sebagai berikut : $Q_{DH} = k * LHRT$

Untuk Faktor k diambil dari % LHR (LV+HV) yang paling besar dan disesuaikan dengan Tabel faktor k - ukuran kota yang ada pada MKJI yaitu 0,8 – 0,1. Kemudian LHR (LV+HV) di tiap pendekatnya didapatkan, maka dikalikan dengan faktor minggu, faktor bulan, dan faktor tahun yang dianggap sama dengan 1 (satu).

Volume Rencana

Untuk menghitung volume rencana, maka perlu dihitung terlebih dahulu LHR (LV+HV) sampai 10 tahun kedepan dan Faktor k di masing-masing lengannya diambil 0,8. Untuk

menghitung LHR (LV+HV) sampai 10 tahun kedepan, maka digunakan rumus :

$$LHR_n = LHR_o \times (1 + i)^n$$

Dimana : i = pertumbuhan lalulintas
n = tahun

LHR_o diambil dari % LHR (LV+HV) yang paling besar ditiap pendekatnya, pada tahun 2015 i diambil 0,7 sesuai dengan data pertumbuhan lalulintas yang ada di Sulawesi Utara. Berikut adalah Tabel LHR dan Volume Rencana:

Tabel 2. LHR dan Volume Rencana

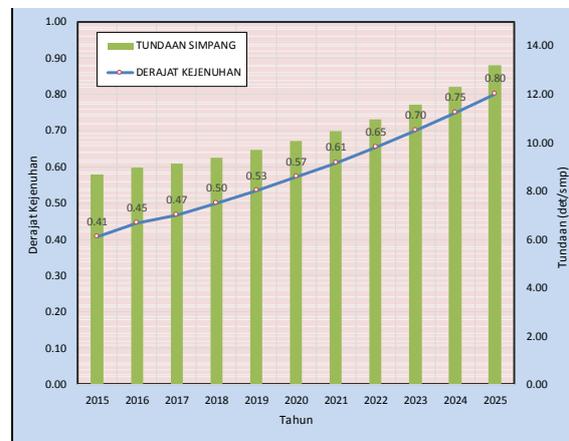
TAHUN	Pendekat Manado		Pendekat Bitung		Pendekat Paniki Atas		Faktor k (%)
	LHR (Kend/Jam)	VJP (Kend/Jam)	LHR (Kend/Jam)	VJP (Kend/Jam)	LHR (Kend/Jam)	VJP (Kend/Jam)	
2015	15998	1280	14889	1191	11503	920	8
2016	17118	1369	15932	1275	13169	1054	8
2017	18316	1465	17047	1364	13169	1054	8
2018	19598	1568	18240	1459	14091	1127	8
2019	20970	1678	19517	1561	15077	1206	8
2020	22438	1795	20883	1671	16133	1291	8
2021	24009	1921	22345	1788	17262	1381	8
2022	25689	2055	23909	1913	18471	1478	8
2023	27487	2199	25583	2047	19763	1581	8
2024	29411	2353	27373	2190	21147	1692	8
2025	31470	2518	29289	2343	22627	1810	8

Selanjutnya dilakukan kembali perhitungan Kinerja Persimpangan dengan menggunakan proporsi pada Tabel dibawah ini :

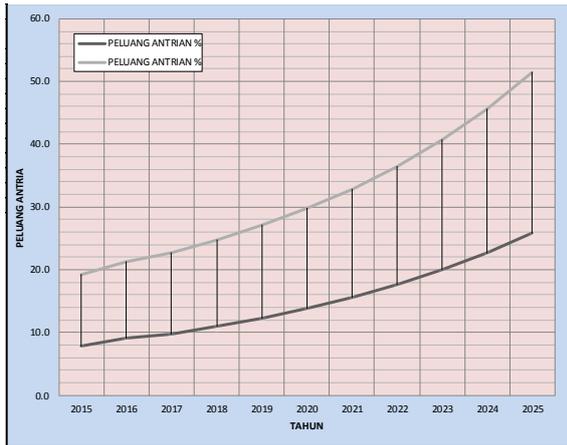
Tabel 3. Proporsi Tiap Jenis Kendaraan

PENDEKAT MANADO			PENDEKAT BITUNG			PENDEKAT PANIKI ATAS		
15373 kend/jam			14343 kend/jam			6038 kend/jam		
MC %	LV %	HV %	MC %	LV %	HV %	MC %	LV %	HV %
43.5	46.8	9.7	43.6	46.4	10.0	69.4	28.5	2.0

Perhitungan dibuat kembali dalam bentuk USIG-I, USIG-II dan Grafik Derajat Kejenuhan, Tundaan dan Peluang Antrian. Kemudian dibuat rekapitulasi Derajat Kejenuhan, Tundaan, dan Peluang Antrian dari tahun 2015 – 2025 disajikan dalam bentuk gambar di bawah ini :



Gambar 11. Derajat Kejenuhan dan Tundaan dari Tahun 2015 – 2025

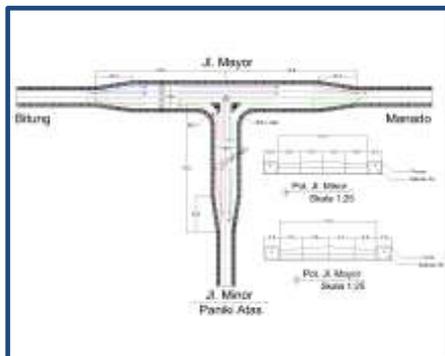


Gambar 12. Peluang Antrian dari Tahun 2015 – 2025

Pada gambar DS dan Tundaan diatas menunjukkan dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2025, di tahun 2016 DS = 0,45 dengan tundaan simpang 8,98 det/smp, tahun 2017 DS = 0,47 dengan tundaan simpang 9,13 det/smp, tahun 2018 DS = 0,50 dengan tundaan simpang 9,40 det/smp, tahun 2019 DS = 0,53 dengan tundaan simpang 9,71 det/smp, tahun 2020 DS = 0,57 dengan tundaan simpang 10,07 det/smp, tahun 2021 DS = 0,61 dengan tundaan simpang 10,49 det/smp, tahun 2022 DS = 0,65 dengan tundaan simpang 10,99 det/smp, tahun 2023 DS = 0,70 dengan tundaan simpang 11,59 det/smp, tahun 2024 DS = 0,75 dengan tundaan simpang 12,32 det/smp, dan tahun 2025 dengan volume lalulintas 5619 smp/jam maka DS = 0,80 dengan tundaan simpang 13,23 det/smp.

Kemudian pada gambar Peluang Antrian menggambarkan di tahun 2015 sampai dengan tahun 2025 peluang antrian kurang dari 70% yang artinya persimpangan tidak terjadi gangguan selama 10 tahun kedepan.

Dibawah ini adalah gambar persimpangan dengan Tipe Persimpangan yang baru dengan lebar Jl Manado - Bitung 13 m dan Jl. Paniki Atas 12 m.



Gambar 13. Persimpangan Jalan dengan Tipe Persimpangan yang Baru

PENUTUP

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

- Volume desain (Q_{DH}) pada tiap pendekat diambil pada saat volume puncak. Q_{DH} pada Pendekat Manado adalah sebesar 15373 kendaraan per jam, pada Pendekat Bitung adalah sebesar 14343 kendaraan per jam, dan pada Pendekat Paniki Atas adalah sebesar 6038 kendaraan per jam, dengan proporsi pada persimpangan yaitu LV = 40,6%, HV = 7,2% dan MC = 52,2%. Berdasarkan Q_{DH} ini, maka dihitung Derajat Kejenuhan (DS) simpang, yaitu adalah sebesar 1,06. Artinya pada kondisi eksisting simpang ini sudah tidak dapat melayani lalulintas pada jam puncak.
- Berdasarkan variasi volume lalulintas tiap jam selama penelitian (rata-rata selama 6 hari), dapat disimpulkan bahwa selama 2/3 hari kerja (siang hari) yaitu dari jam 07.00 sampai dengan jam 14.00, DS mempunyai nilai lebih besar dari 0,75 yang berarti simpang ini perlu direkayasa untuk ditingkatkan kinerjanya ($DS \leq 0,40$).
 - Alternatif pertama yaitu dengan mengubah geometri simpang. Pendekat Paniki Atas diperlebar dari 5,00 m menjadi 7,00 m, sedangkan Pendekat Manado dan Pendekat Bitung tetap dengan lebar 7,00 m. Nilai DS adalah sebesar 1,03. Artinya pada kondisi ini, simpang masih belum dapat melayani lalulintas pada jam puncak.
 - Alternatif ke 2 dengan mengubah tipe persimpangan dari 322 menjadi 344 dengan menerapkan belok kiri langsung, dengan geometri jalan sebagai berikut, yaitu Pendekat Paniki Atas menjadi 12,00 m, Pendekat Manado dan Pendekat Bitung menjadi 13,00 m. Nilai DS adalah 0,22 yang artinya kinerja simpang sudah sesuai yaitu $DS \leq 0,40$.
- LHR pada tahun pengamatan adalah sebesar 15998 Kendaraan (2015). Untuk bisa mengestimasi LHR pada masa akan datang digunakan nilai faktor k sebesar 0,8, dan nilai pertumbuhan lalulintas sebesar 0,7.

Tahun 2020 :

Pada Pendekat Manado: LHR = 22438 Kendaraan.

Pada Pendekat Bitung: LHR = 20883 Kendaraan.

Pada Pendekat Paniki Atas: LHR = 16133 Kendaraan.

Tahun 2025 :

Pada Pendekat Manado: LHR = 31 470 Kendaraan.

Pada Pendekat Bitung: LHR = 29.289 Kendaraan.

Pada Pendekat Paniki Atas: LHR = 22.627 Kendaraan.

Dengan menggunakan LHR yang ada, didapatkan kinerja persimpangan dengan nilai DS = 0,57 dan DS = 0,80 berturut-turut untuk tahun 2020 dan tahun 2025.

4. Dengan demikian, mengubah tipe persimpangan dari 322 menjadi 344 dengan

menerapkan belok kiri langsung dan penyesuaian lebar pendekat, yaitu Pendekat Paniki Atas menjadi 12 m, Pendekat Manado dan Pendekat Bitung menjadi 13 m, simpang dapat melayani lalu lintas sampai dengan tahun 2025.

Saran

1. Dalam penelitian ini, perencanaan simpang disesuaikan dengan tanpa pengaturan sinyal *unsignalized intersection*, disarankan untuk dilakukan perencanaan simpang dengan pengaturan lampu lalu lintas *signalized intersection*.
2. Dengan pesatnya pertumbuhan lalu lintas disarankan untuk membuat penelitian dengan mengubah persimpangan ini menjadi simpang tidak sebidang *interchange*.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2013. *Sulawesi Utara Dalam Angka* 2013, BPS Kota Manado.
- Clarkson, O dan Hicks, G. R, 1999, "*Teknik Jalan Raya*", Jilid IV Erlangga, Jakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Hobbs, F.D 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu lintas*, Gadjah Mada University press Yogyakarta.
- Tamin, Ofyar Z, Edisi ke-2, 2000, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Tamin, Ofyar Z, 2003, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi : Contoh soal dan aplikasi*, Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung.
- Monita Sailany Watuseke, ST, Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, 2015, *Kajian Kinerja Persimpangan Jalan Harapan – Jalan Sam Ratulangi Menurut MKJI 1997*.
- Brigitha Raco, ST, Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, 2016, *Kinerja Persimpangan Tak Bersinyal Pada Persimpangan Jalan Dotulolong Lasut – Jalan Sudirman – Jalan Sarapung – Jalan Sudirman Kota Manado*.
- Irwan Jhony Parlindungan Samosir, ST, Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, 2012, *Analisa Kinerja Arus Lalu lintas Ruas Jalan Jendral Ahmad Yani, Kota Sorong – Papua Barat*.