

Analisa Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jl. Veteran, Jl. 1945, Jl. Amal, Kota Kotamobagu)

Abdul Hafiz Lamarang^{#1}, Audie L. E Rumayar^{#2}, Meike M. Kumaat^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹hafizlamarang@gmail.com; ²audie_rumayar@unsrat.ac.id; ³meike.kumaat@unsrat.ac.id

Abstrak

Persimpangan Jalan merupakan tempat bertemunya arus lalu lintas dari dua Jalan atau lebih. Persimpangan tak bersinyal menyebabkan banyaknya konflik yang terjadi di daerah Kota Kotamobagu, persimpangan yang tidak bersinyal sudah banyak menimbulkan konflik atau masalah lalu lintas, dikarenakan meningkatnya angka pertumbuhan kependudukan dan perekonomian, beserta kendaraan transportasi, hal ini meningkatkan ketidaksiplinan para pengguna kendaraan transportasi darat, ditambah kurangnya rambu atau petunjuk yang ada di simpang tak bersinyal empat lengan di ruas Jalan Veteran-Jalan Amal-Jalan 1945. Oleh karena itulah, perlu dilakukan suatu studi dan evaluasi kinerja terhadap simpang tak bersinyal empat lengan di ruas Jalan Veteran-Jalan Amal-Jalan 1945, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja lalu lintas pada persimpangan tersebut dengan mengetahui kinerja simpang, tingkat pelayanan Jalan, dan waktu tundaan pada persimpangan tak bersinyal empat lengan di ruas Jalan Veteran-Jalan Amal-Jalan 1945. Penelitian dimulai dengan pengukuran awal data geometrik lengan persimpangan kemudian mengambil data volume lalu lintas dengan melakukan survey selama 1 hari pada tanggal 10 Agustus 2020 dari jam 06.00 – 19.00. Dalam menganalisa persimpangan dilakukan dengan mengacu pada metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997) dan simulasi memakai software Simulation of Urban Mobility (SUMO). Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa arus puncak pada saat jam puncak yaitu jam 17.00-18.00 WITA, dengan volume total kendaraan (QTOT) sebesar 1283,6 smp/jam. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas simpang (C) sebesar 2399,8 smp/jam, dengan derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,53, tundaan simpang (D) sebesar 8,6 det/smp dan peluang antrian yang terjadi adalah 13% - 29%. Level Of Service (LOS) yang di dapat yaitu LOS A. Hasil simulasi dan analisis pergerakan lalu lintas menunjukkan tingkat pelayanan dan keandala yang dibutuhkan oleh pengendara atau pengguna Jalan sangat baik, walaupun begitu, simpang ini memiliki konflik yang begitu serius di karenakan sudah banyak di simpang tersebut telah memakan banyak korban laka lant. Oleh karena itu, untuk menghindari konflik

kecelakaan perlu dilakukan evaluasi dan penanganan yang tepat dikemudian hari.

Kata kunci – tundaan, simulasi, persimpangan, Level of Service (LOS), kapasitas

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Simpang adalah bagian penting dalam jaringan transportasi darat yang menentukan kapasitas dan waktu perjalanan dimana dua atau lebih ruas Jalan berpotongan sehingga arus dari berbagai arah bertemu. Oleh karena itu berbagai konflik lalu lintas sering terjadi di daerah simpang baik yang bersinyal maupun yang tidak bersinyal, di daerah simpang yang tidak bersinyal banyak sekali terjadi pelanggaran ketimbang simpang yang bersinyal karena kurangnya petunjuk bagi pengendara untuk mengambil tindakan sehingga banyak menyebabkan terjadinya kemacetan atau antrian bahkan sering terjadi kecelakaan.

Di daerah Kota Kotamobagu persimpangan yang tidak bersinyal sudah banyak menimbulkan konflik atau masalah lalu lintas dikarenakan meningkatnya angka pertumbuhan kependudukan dan perekonomian beserta kendaraan transportasi yang setiap tahunnya meningkat dan ketidaksiplinan para pengguna kendaraan transportasi darat ditambah kurangnya rambu atau petunjuk di daerah persimpangan tak bersinyal.

Setelah dilakukan pengamatan salah satu persimpangan tak bersinyal yang sudah banyak menimbulkan konflik lalu lintas dan sering mengakibatkan terjadinya laka lant terjadi di lokasi simpang tak bersinyal empat lengan di ruas Jalan Veteran yang menghubungkan Jalan Amal dan Jalan Motoboi Kecil di daerah persimpangan ini juga merupakan salah satu akses untuk memasuki pusat perbelanjaan di daerah Kota Kotamobagu di ruas Jalan Amal juga terdapat Sekolah Menengah Atas Negeri Dua Kota Kotamobagu, masalah yang terjadi di persimpangan ini umumnya disebabkan oleh perpotongan arus lalu lintas yang berkecepatan tinggi

dan tidak teratur dikarenakan tidak adanya petunjuk atau rambu lalu lintas, di persimpangan ini sudah mulai terjadi antrian dan tundaan pada tiap lengan dan bahkan sudah banyak memakan korban laka lant.

Untuk meningkatkan tingkat pelayanan dan meminimalisir konflik lalu lintas dan banyaknya angka kecelakaan di area Persimpangan lengan empat Jalan Veteran-Jalan Amal-Jalan 1945 di masa sekarang dan masa mendatang maka perlu dilakukan suatu studi dan evaluasi kinerja terhadap simpang ini.

B. Rumusan Masalah

Adaoun rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

- Bagaimana kinerja simpang empat lengan tak bersinyal di Jl Veteran-Jl Amal-Jl. 1945?
- Bagaimana tingkat pelayanan (Level of Service) pada persimpangan lengan empat tersebut?
- Berapa lama waktu tundaan untuk setiap kendaraan yang melintasi persimpangan lengan empat tak bersinyal?

C. Batasan Penelitian

Dalam penyusunan penelitian ini penulis membatasi permasalahan yang ada dengan batasan masalah sebagai berikut:

- Lokasi penelitian di fokuskan pada simpang tak bersinyal dari 4 arah yaitu arah dari Jalan Veteran Molinow, arah Jalan Amal, arah Jl Veteran Matali, dan arah Jl 1945.
- Penelitian ini menganalisa kinerja lalu lintas pada persimpangan lengan empat tak bersinyal berdasarkan MKJI 1997 dan Simulasi.

- Pengambilan data dilakukan selama 1 (satu) hari, pada hari senin (pukul 06.00-19.00)

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

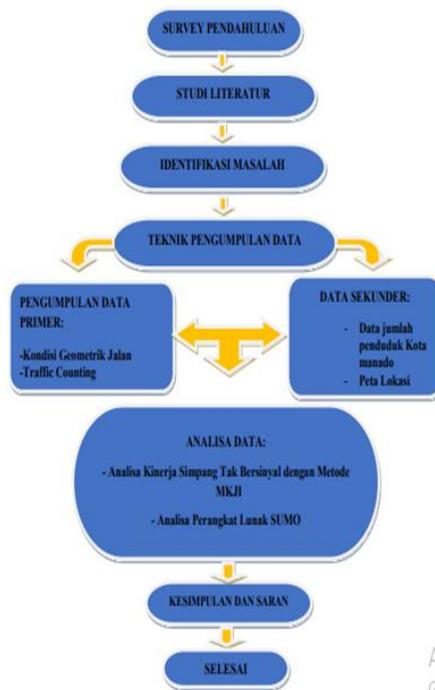
- Menganalisa kinerja simpang lengan empat tak bersinyal dengan metode MKJI 1997 dan aplikasi SUMO.
- Menganalisa seberapa besar kapasitas simpang (C), derajat kejenuhan (DS), tundaan simpang (D) dan tingkat pelayanan (LOS).
- Mencarikan solusi/alternatif untuk peningkatan kinerja simpang tak bersinyal pada ruas Jalan Veteran, Jalan Amal dan Jalan 1945 Berdasarkan waktu tundaan.

E. Manfaat Penelitian

- Bagi Mahasiswa: Menambah wawasan, pengetahuan dan pengalaman tentang analisa kinerja lalu lintas persimpangan lengan empat tak bersinyal.
- Bagi Pemerintah dan Masyarakat: Memberikan masukan kepada pihak pemerintah dan masyarakat yang terkait dengan lalu lintas dan mencari solusi tentang masalah.
- Dalam penelitian ini diharapkan dapat menemukan solusi kasus di persimpangan tersebut dan menjadi bahan referensi bagi peneliti-peneliti berikutnya dalam pembuatan karya ilmiah.

II. ALUR PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilakukan dengan alur pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Sumber: Google Maps

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

1. Kondisi Geometrik

Penelitian yang dilakukan mengambil lokasi di persimpangan lengan empat Jalan Veteran no.18 Kec. Kotamobagu Barat. Persimpangan ini merupakan simpang lengan empat, memiliki 2 lajur Jalan utama dan 2 lajur Jalan minor.

2. Kondisi Lalu Lintas

Data diambil pada saat jam puncak 06:00- 09:00 Wita. Untuk perhitungan smp/ jam. Diketahui:

- Lokasi penelitian di fokuskan pada simpang tak bersinyal dari 4 arah yaitu arah dari Jalan Veteran Molinow, arah Jalan Amal, arah Jl Veteran Matali, dan arah Jl 1945.
- Arus jalan minor total (QMI) = 577,2 smp/jam.
- Arus jalan utama (QMA) = 706,4 smp/jam.
- Rasio arus jalan minor (PMI) yaitu arus jalan minor dibagi dengan arus total Dimana diketahui arus lalu lintas jalan minor total (QMI) = 577,2 smp/jam dan arus total lalu lintas jalan utama dan minor (Qtot) = 1283,6 smp/jam

Sehingga:

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{TOT}} = \frac{29}{1489} = 0,019$$

- Rasio belok kiri dan kanan total (PLT dan PRT) dimana diketahui arus lalu lintas belok kiri total QLT = 254,1 smp/jam dan arus lalu lintas belok kanan total QRT = 260,1 smp/jam. Sehingga:

$$R_L = \frac{QLT}{Q_{TOT}} = \frac{254,1}{1283,6} = 0,20$$

$$P_{RT} = \frac{QRT}{Q_{TOT}} = \frac{260,1}{1283,6} = 0,20$$

- Rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor dinyatakan dalam kend/jam. Diketahui kendaraan tak bermotor total QUM = 29 kend/jam dan arus lalu lintas jalan utama dan jalan minor (QTotal) = 1489 kend/jam. Sehingga:

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{TOT}} = \frac{29}{1489} = 0,019$$

3. Kondisi Lingkungan

- Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Kotamobagu jumlah penduduk Kota Kotamobagu berjumlah 123.722 jiwa, selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

TABEL 1
Jumlah Penduduk Kota Kotamobagu

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk
1	Kotamobagu Selatan	33.353
2	Kotamobagu Timur	30.904
3	Kotamobagu Barat	41.843
4	Kotamobagu Utara	17.622
Total		123.722

- Tipe Lingkungan Jalan.
Penentuan tipe lingkungan Jalan berdasarkan tabel 12 dan setelah dilakukan pengamatan terhadap tipe lingkungan Jalan di tempat penelitian, maka diambil kesimpulan bahwa daerah tersebut adalah daerah komersial. Tipe lingkungan Jalan komersial artinya tata guna lahan misal pertokoan, rumah makan, dan perkantoran dengan Jalan masuk bagi pejalan kaki dan kendaraan.
 - Kelas Hambatan Samping
Hambatan samping menunjukkan pengaruh aktivitas samping Jalan di daerah simpang pada arus berangkat lalu lintas. Hambatan samping pada daerah penelitian tergolong normal namun pada Jalan utama dan minor tidak memiliki fasilitas untuk pejalan kaki dan juga kendaraan yang sering berhenti di tepi Jalan, di karenakan adanya mini market atau pertokoan di lokasi studi tersebut. Kapasitas.
- 4. Lebar Pendekat (W1) dan Tipe Simpang (IT)**
- Lebar rata-rata pendekat umum dan pendekat minor:
Pendekat A (WA) = 3,14 m
Pendekat B (WB) = 5,26 m
Pendekat C (WC) = 4,07 m
Pendekat D (WD) = 5,29 m
Lebar pendekat Minor (WAC) = $\frac{WA+WC}{2}$
Lebar pendekat Utama (WBD) = $\frac{WB+WD}{2}$ = 3,91m
Lebar rata-rata pendekat (W1) = $\frac{WA+WB+WC+WD}{4}$ = 4,44 m
 - Jumlah Lajur
Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama. maka total jalur kedua arah adalah 2.
 - Tipe Simpang
Penentuan tipe simpang adalah tipe simpang 322 dengan jumlah lengan simpang 4, jumlah lajur jalan minor dan 4 jumlah lajur utamanya.

5. Kapasitas Dasar (Co)

Nilai kapasitas dasar (CO) dari tipe simpang 424 adalah 3400 smp/jam, yang artinya kapasitas dasar dari persimpangan ini sudah tergolong cukup tinggi.

6. Penyesuaian Lebar Pendekat (Fw)

Faktor penyesuaian lebar pendekat (Fw), dimana untuk tipe simpang 322 yang telah didapat dari perhitungan sebelumnya untuk persimpangan ini, dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Fw = 0,70 + 0,0698 \text{ WI}$$

Sehingga:

$$Fw = 0,70 + (0,0698 \times 3,68) = 1,010$$

7. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM)

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 (FM) berdasarkan sebelumnya adalah 1,00.

8. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

Pada penjelasan sebelumnya telah didapat bahwa ukuran kota adalah kecil, sehingga berdasarkan dari diatas maka faktor penyesuaian ukuran kota pada lokasi penelitian ini adalah 0,88.

9. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan (RE), Hambatan Samping (SF), dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Nilai FRSU yang didapat sebelumnya dimana melihat tipe lingkungan jalan dan hambatan samping adalah 0,94.

10. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FLT = 0,84 + 1,61 \text{ PLT}$$

Sehingga:

$$FLT = 0,8 + 1,61 \times (0,20) = 1,159$$

11. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FTR)

Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang tiga lengan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FTR = 1,09 - 0,922 \text{ PRT}$$

Sehingga:

$$FTR = 1,09 - 0,93 \times 0,20 = 0,903$$

12. Faktor Penyesuaian Rasio Jalan Minor (FMI)

Untuk mendapatkan nilai FMI maka digunakan rumus sebagai berikut untuk tipe simpang 422:

$$FMI = (1,19 \times \text{PMI}_2) - (1,19 \times \text{PMI}_1) + 1,19$$

Sehingga:

$$FMI = (1,19 \times (0,49)^2) - (1,19 \times 0,49) + 1,19 = 0,90$$

13. Kapasitas

Kapasitas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Sehingga:

$$C = 3400 \times 0,938 \times 1,00 \times 0,88 \times 0,904 \times 1,06 = 2472,4 \text{ smp/jam}$$

14. Perilaku Lalu Lintas

Derajat Kejenuhan (Degree Of Saturation)

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q_{TOT}}{C}$$

Sehingga:

$$DS = \frac{1283,6}{2472,4} = 0,52$$

B. Tundaan

Tundaan Lalu Lintas Simpang (DTI)

Tundaan lalu lintas simpang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Sehingga:

$$DTI = 2 + 8,2078 \times 0,52 - (1 - 0,53) \times 2 = 5,30 \text{ det/smp}$$

Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA)

Tundaan lalu lintas jalan utama dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8$$

Sehingga:

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \times 0,52 - (1 - 0,52) \times 1,8 = 3,96 \text{ det/smp}$$

Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas jalan minor dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DTMI = ((QTOT \times DTI - QMA \times DTMA)) / QMI$$

Dimana:

$$QTOT = 1283,6 \text{ smp/jam}$$

$$DTI = 5,30 \text{ det/smp}$$

$$QMA = 706,4 \text{ smp/jam}$$

$$DTMA = 3,96 \text{ det/smp}$$

$$QMI = 577,2 \text{ smp/jam}$$

Sehingga:

$$DTMI = ((1283,6 \times 5,30 - 706,4 \times 3,96) / 577,2 = 6,94 \text{ det/smp}$$

Tundaan Geometrik Persimpangan (DG)

Tundaan geometrik simpang dapat dihitung, Untuk $DS > 0,6$ digunakan rumus sebagai berikut:

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

Sehingga:

$$DG = (1 - 0,52) \times (0,40 \times 6 + (1 - 0,40) \times 4) + 0,86 \times 4 = 3,14 \text{ det/ smp}$$

Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = DG + DT$$

Sehingga:

$$D = 3,14 + 5,30 = 8,4 \text{ det/smp}$$

Peluang Antrian

Peluang antrian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Batas Bawah:

$$QP (\%) = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

Batas Atas:

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

Sehingga:

Batas Bawah:

$$QP (\%) = 9,02 \times 0,52 + 20,66 \times 0,52^2 + 10,49 \times 0,52^3 = 12\%$$

Batas Atas:

$$QP (\%) = 47,71 \times 0,52 - 24,68 \times 0,52^3 = 26\%$$

Ini berarti peluang antrian yang terjadi pada persimpangan ruas Jl. Veteran, Jl. Matali, Jl. Molinor dan Jl. Amal adalah 12% - 26%.

C. Tingkat Pelayanan Jalan LOS (Level of Service)

Tingkat pelayanan jalan (LOS) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LOS = V / C$$

Sehingga:

$$LOS = 1283,6 / 2472,4 = 0,52$$

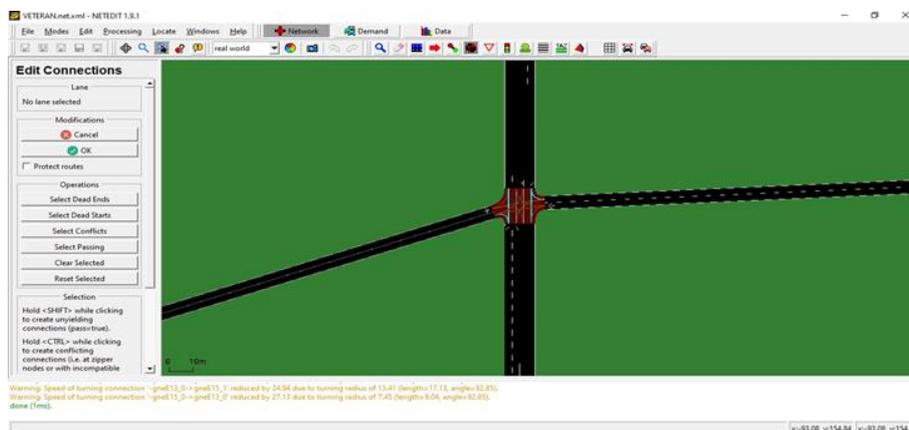
Maka dengan hasil ini standar tingkat pelayanan jalan pada simpang tersebut di dapat standar tingkat pelayanan tipe A (*Free Flow*), Arus lancar, Volume Rendah, Kecepatan tinggi.

D. Simulasi Lalu-Lintas Menggunakan Software SUMO (Simulasion Of Urban MObility)

Pemodelan simulasi yang dilakukan melalui software SUMO penulis membutuhkan data-data input seperti data geometrik, data arus lalu lintas jam puncak dan peta satelit lokasi penelitian. Hasil output yang dihasilkan berupa suatu kinerja atau operasional simpang. Berikut beberapa tahapan-tahapan pokok yang diringkas dalam pemodelan SUMO-Gui yaitu:

• **Jaringan Jalan (Network dan konektor)**

Hasil pembuatan Jaringan/Network menggunakan Net Edit, yaitu editor jaringan Jalan sebagai aplikasi pendukung untuk SUMO, sesuai dengan keadaan di lapangan. Lihat gambar sebagai berikut.

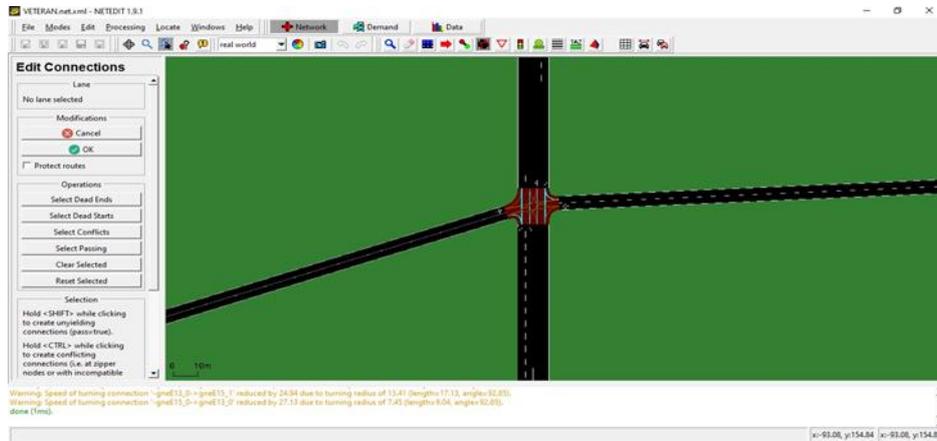


Gambar 3. Hasil Pembuatan Network diNet Edit

• **Rute Perjalanan (Vehicle Routes)**

Hasil pembuatan rute perjalanan pada Net Edit yaitu arus pergerakan kendaraan atau lalu lintas yang

akan lewat berasal dari utara, timur, selatan. Sesuai dengan hasil survey rute perjalanan di lapangan. Lihat gambar sebagai berikut:

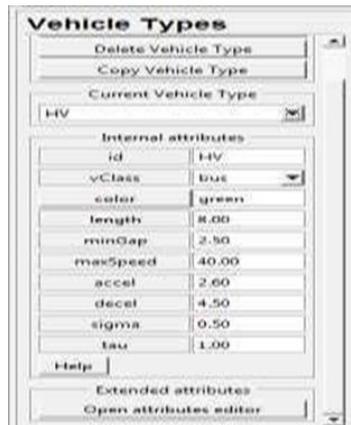


Gambar 4. Vehicle Routers

• **Tipe Kendaraan (Vehicle Types)**

Memasukkan Hasil Memasukan tipe kendaraan masing-masing berdasarkan hasil pengambilan data survei lapangan kemudian dikelompokkan sesuai

jenisnya. Pada pengisian Vehicle Types disesuaikan dengan yang sudah ditentukan. Beberapa parameter yang terdapat pada menu ini yaitu: kategori kendaraan (vClass), color, maxspeed, length. Sebagai berikut:

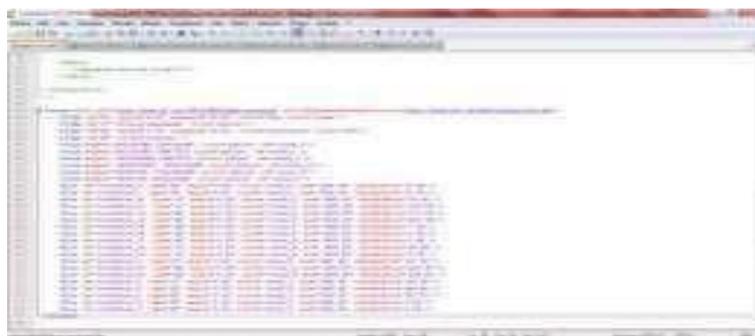


Gambar 5. Vehicles Types

• **Membuat Route File**

Hasil penggabungan rute dan tipe kendaraan dengan diekspor melalui Net Edit sehingga menghasilkan file .rou.xml Pada route file terdapat

data : Route ID, Bypassed edges, Vehicle Type, Max speed, Vehicle Class, Begin and end type, Colors. Lihat gambar sebagai berikut:



Gambar 6. Route File

- **Pembuatan *additional file***
Pembuatan dokumen tambahan berformat .add.xml di mana berisi data pemasangan *detector* tipe E1 dan

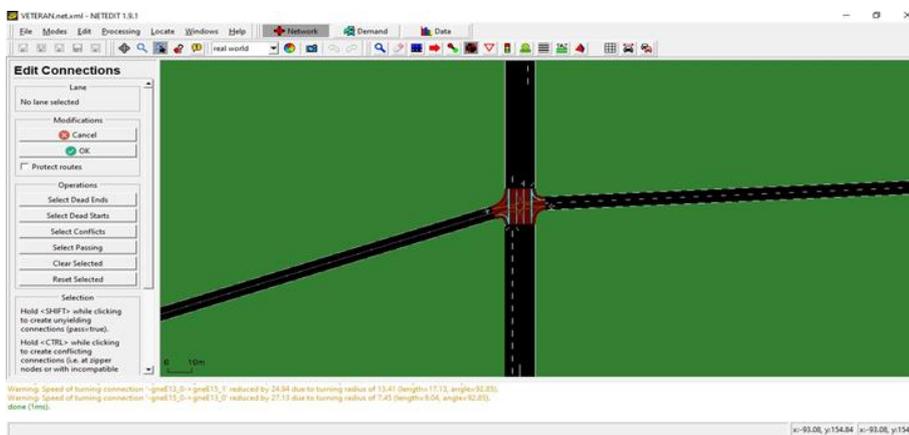
E2 untuk mendapatkan luaran data kendaraan, seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 7. Additional file

- **Pengaturan waktu siklus (*Traffic Light*)**
Dalam Hasil pengaturan waktu siklus dengan memasukkan data waktu siklus seperti waktu hijau,

kuning dan all red sesuai waktu simulasi yang dibuat, lihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 8. Mengatur Waktu Siklus (*Traffic Light*)

- **Pembuatan *SUMO configuration file***
Jaringan, rute dan additional file kemudian di ekspor melalui Net Edit ke dalam software SUMO. Gui

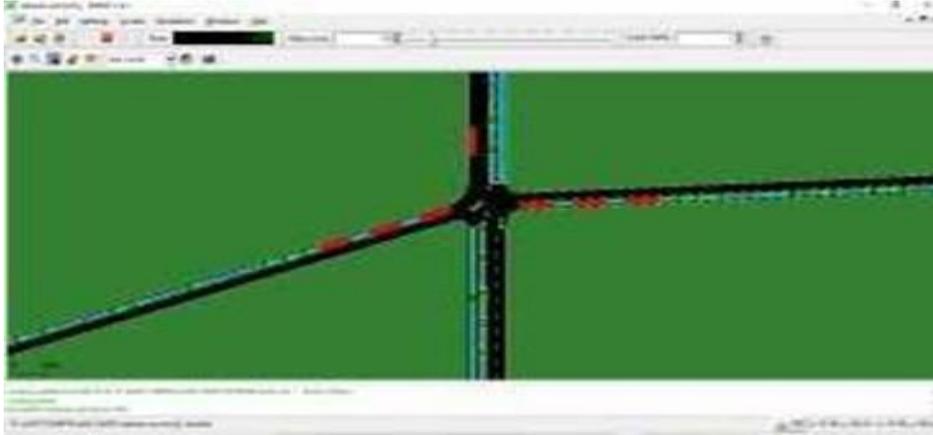
dan simpan configuration sehingga menghasilkan file .sumocfg . seperti pada gambar berikut:



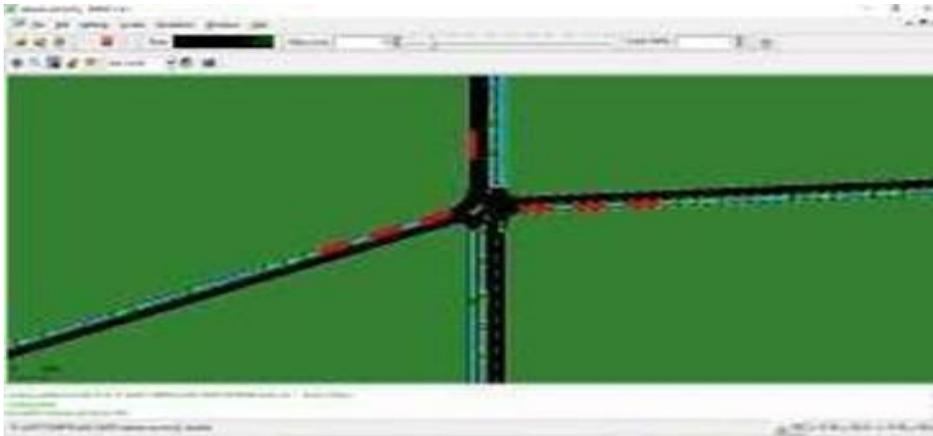
Gambar 9. Hasil Konfigurasi File

- **Menjalankan Proses Analisis (*Simulations*)**
Setelah semua keperluan data untuk di input sudah selesai maka diJalankan proses simulasi. Dari simulasi

diatas di dapat nilai hasil simulasi dalam Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 10. Proses simulasi tanpa lampu lalu lintas



Gambar 11. Proses simulasi tanpa lampu lalu lintas

TABEL 2
Hasil Simulasi Tanpa Lalu Lintas Dengan Program SUMO

	Tundaan (det/skr)	Panjang Antrian (m)
Jl. Veteran Molinow	81,85	62,65
Jl. 1945	12,00	439,23
Jl. Veteran Matali	30,00	487,99
Jl. Amal	19,00	440,00
Rata-rata	35,7	357,2

TABEL 3
Hasil Simulasi Adanya Lampu Lintas Dengan Program SUMO

	Tundaan (det/skr)	Panjang Antrian (m)
Jl. Veteran Molinow	20	146,37
Jl. 1945	16	105,04
Jl. Veteran Amali	33	224,76
Jl. Amal	19	414,22
Rata-rata	20,2	222,6

E. Perbandingan Analisis MKJI 1997 dan Software SUMO

Perbandingan hasil analisis dari kedua acuan yang digunakan dalam perhitungan kinerja simpang yaitu Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan software SUMO ditampilkan pada Tabel 4.

F. Perbandingan Simulasi Tanpa Lampu Lalu Lintas dan ada Lampu Lalu Lintas dengan Program SUMO

Perbandingan simulasi dari keduanya terjadi perbedaan di waktu tundaan dan panjang antrian. ditampilkan pada Tabel 5.

TABEL 4
Perbandingan Hasil MKJI 1997 dan Software SUMO

Periode Waktu	MKJI 1997		Software SUMO
	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan (det/smp)	Tundaan (det/smp)
17:00 s/d 18:00	0,52	8,4	35,7

TABEL 5
Perbandingan Simulasi Tanpa Lampu Lalu Lintas dan Ada Lampu Lalu Lintas Dengan Program SUMO

Parameter	Software SUMO	
	Tanpa lampu lalu lintas	Ada lampu lalu lintas
Tundaan (det/skr)	35,7	20,2
Panjang Antrian (m)	357,2	222,6
Simulation duration (det)	3599	3599

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis, maka dapat ditarik kesimpulan:

1. Nilai Tingkat layanan pada persimpangan tersebut didapat adalah sebesar 0,52 yang artinya berdasarkan tabel strandar tingkat pelayanan Jalan berada di tingkat pelayanan tipe **A** (*Free Flow*) Arus lancar, volume rendah, kecepatan tinggi.
2. Simulasi tanpa lampu lalu lintas pada persimpangan tersebut menghasilkan nilai tundaan sebesar 35,7 (det/skr) dan panjang antrian sebesar 357,2 m, sehingga pergerakan lalu lintas lebih lama dibandingkan dengan simulasi yang di tambahkan lampu lalu lintas.
3. Simulasi lalu lintas dengan adanya lampu lalu lintas pada persimpangan tersebut menghasilkan nilai tundaan adalah 20,2 (det/skr) dan panjang antrian adalah sebesar 222,6 m sehingga pergerakan lalu lintas lebih cepat.

B. Saran

Hasil penelitian dan analisis data, maka dapat diberikan saran, yaitu:

1. Kedepannya perlu dilakukan pemasangan lampu lalu lintas (Traffic light) untuk mengatur arus lalu lintas dan mengurangi terjadinya konflik dan sering terjadinya laka lintas di persimpangan tersebut.
2. Melakukan pelebaran pada Jalan minor (Jl. Amal), karena melihat ruas Jalan tersebut sangat kecil di bandingkan dengan ruas Jalan utama dan Jalan minor 1945, dan Jalan tersebut merupakan Jalan dengan mempunyai tundaan yang lebih besar dibandingkan dengan ruas Jalan utama dan Jalan minor 1945.

KUTIPAN

- [1] Abubakar. 1999. Rekayasa lalu lintas; Cetakan Pertama Direktorat Bina SistemLalu Lintas Angkutan Kota, Direktorat Jendral Perhubungan Darat. Jakarta.
- [2] Bawangun, Vrisilya (2015), ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL UNTUK SIMPANG JALAN W.R. SUPRATMAN DAN JALAN B.W. LAPIAN DI KOTA MANADO.
- [3] Bolla, M. E.; Messah, Y. A, Johanes, L (2015), KAJIAN PENERAPAN REKAYASA LALU LINTAS SISTEM SATU ARAH PADA SIMPANG TIGA STRAAT A KOTA KUPANG. No. 2, 14.Kupang.
- [4] Bina Marga. StandarPerencanaanGeometrikUntuk Jalan Perkotaan; Jakarta, 1992.
- [5] Djajoesman, HS (1976), Grafik Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. Jakarta: Balaipustaka. German Aerospace Center (DLR) and others (2001), Tutorial. Berlin. available at <https://sumo.dlr.de/docs/Tutorials.html> [2 June 2020].
- [6] German Aerospace Center (DLR) and others (2020), SUMO User Documentation. SUMO User Documentation. available at https://sumo.dlr.de/docs/SUMO_User_Documentation.html
- [7] Hasanudin, M. A. U.2019. Analisa Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Tak Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Banjer), Vol.7 No.11 November 2019 (1485- 1498) ISSN: 2337-6732.
- [8] Kabi, M.B.R. 2015. Analisa Kinerja SimpangTanpaSinyal (StudiKasus : SimpangTigaRigroadMaumbi), JurnalSipilStatik Vol.3 No.7 Juli 2015 (515-530) ISSN: 2337-6732.
- [9] Kolinug, L.A. 2013. Analisa Kinerja Jaringan Jalan DalamKampus Universitas Sam Ratulangi, Vol.1 No.2, Januari 2013 (119-127).
- [10] Kabi, Marchyano Beltsazar Randa, Elisabeth, Lintong and Timboeleng, James A (2015), ANALISIS KINERJA SIMPANG TANPA SINYAL (STUDI KASUS : SIMPANG TIGA RINGROAD - MAUMBI) : 16.
- [11] Khisty, C, Jotin and Lall, B. Kent (2005), Dasar-Dasar RekayasaTransportasi. Jakarta: Erlangga.
- [12] Khisty, C. J. Dasar-Dasar RekayasaTransportasiJilid I; Erlangga: Jakarta, 2005.
- [13] Lumintang, G. Y. B. 2013. Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Bersinyal). Vol.1 No.3, Februari 2013 (202-208).
- [14] Lumintang, G. Y. B. 2013. Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Bersinyal). Vol.1 No.3, Februari 2013 (202-208)