

## PENGARUH PEMBANGUNAN JALAN SOEKARNO TERHADAP PEMBEBANAN LALU LINTAS DI JALAN TOL MANADO - BITUNG

Natalie Chen Politon

Semuel Y. R. Rompis, Longdong Jefferson

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Email: [chennatalie@gmail.com](mailto:chennatalie@gmail.com)

### ABSTRAK

*Kota Manado dan Kota Bitung adalah dua kota di Sulawesi utara yang memiliki potensi yang sangat besar dan dikarenakan ketidakmampuan jalan eksisting (Jalan Nasional Manado – Bitung) untuk menampung semua kendaraan yang harus melintasi ruas jalan ini setiap hari akibat adanya aktifitas perindustrian di ruas jalan ini maka pemerintah memutuskan untuk membangun Jalan Tol Manado – Bitung. Namun jalan Tol Manado – Bitung mempunyai kompetitor yaitu Jalan Soekarno yang mengakibatkan volume lalu lintas untuk jalan tol tidak akan tercapai sesuai dengan yang direncanakan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah volume lalu lintas yang akan melewati Jalan Tol dan Jalan Soekarno nanti serta membuat perbandingan volume lalu lintas Jalan Tol dengan dan tanpa adanya Jalan Soekarno.*

*Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data volume lalu lintas secara manual selama 15 jam untuk nantinya akan dikalibrasikan dengan data waktu tempuh yang dimbil selama 4 jam dalam sehari yang terbagi menjadi 2 jam pada waktu off peak hour yaitu pukul 13:00-15:00, dan 2 jam pada waktu peak hour pukul 17:00-19:00 untuk mendapatkan fungsi volume tundaan dengan persamaan yang dikembangkan oleh The Bureau of Public Road. Selanjutnya dibuat perhitungan dengan model Greenshield untuk mengetahui kapasitas dan waktu tempuh arus bebas lalu dengan menggunakan prinsip Keseimbangan I Wardrop dan bantuan Solver yang merupakan fasilitas dari Microsoft Excel dilakukan pembebanan lalu lintas untuk mengetahui volume tiap-tiap ruas jalan.*

*Berdasarkan hasil analisis dari data survey didapat bahwa akibat dibangunnya Jalan Soekarno menyebabkan volume kendaraan yang akan melewati Jalan Tol Manado – Bitung mengalami defisit sebanyak 33% yang awalnya adalah 6772.461 kendaraan menjadi 3415.07 kendaraan. Dan dari hasil analisis didapatkan bahwa membutuhkan waktu sebesar 86.4 menit atau 1 jam 26.4 menit untuk melewati Jalan Tol sepanjang 39.9 km.*

**Kata Kunci :** *Off Peak Hour, Peak Hour, The Bureau of Public Road, Greenshields, Solver, Defisit.*

### PENDAHULUAN

#### Latar belakang

Kota Manado merupakan Ibukota Provinsi Sulawesi Utara dengan luas wilayah yaitu sebesar 157,27km<sup>2</sup> (KEMENDAGRI, 2015). Dalam kurun waktu 2 dekade terakhir, kegiatan pariwisata dengan pesat tumbuh menjadi salah satu andalan perekonomian kota ini. Manado juga memiliki bandar udara yang terhubung dengan kota-kota besar lain di Indonesia.

Tidak hanya itu, bandara ini juga mempunyai penerbangan langsung dari dan ke luar negeri. Lalu, di dekat Kota Manado terdapat Kota Bitung yang memiliki luas wilayah sebesar 302,89km<sup>2</sup> (KEMENDAGRI, 2015) dan berjarak 44.3km (BAPPEDA, 2009) dari Kota Manado. Bitung memiliki perkembangan yang cepat karena

terdapat pelabuhan laut yang mendorong percepatan pembangunan, serta kota ini merupakan kota industri khususnya untuk industri perikanan. Karena potensi yang dimiliki oleh kedua kota di Sulawesi Utara ini ditambah dengan ketidakmampuan jalan eksisting (Jalan Nasional Manado – Bitung) untuk menampung semua kendaraan yang harus melintasi ruas jalan ini setiap hari akibat adanya aktifitas perindustrian di ruas jalan ini maka pemerintah Republik Indonesia memutuskan untuk membangun sebuah infrastruktur transportasi yaitu jalan Tol Manado – Bitung. Proyek jalan Tol Manado-Bitung adalah satu-satunya proyek infrastruktur di Sulawesi Utara yang dilakukan dengan skema Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU). Terdapat berbagai kendala yang menghambat persiapan dan pelaksanaan proyek Jalan Tol Manado –

Bitung, selain masalah pembebasan tanah yang merupakan masalah untuk hampir semua pembangunan jalan baru di Indonesia, masalah lain yang menonjol adalah masalah bangkitan volume lalu lintas.

Hal itu dikarenakan sekitar tahun 2010, pemerintah kabupaten Minahasa Utara meminta trase jalan di sebelah utara jalan Nasional Manado-Bitung dari Manado Ring Road II sampai Airmadidi yang awalnya direncanakan menjadi trase jalan tol Manado – Bitung segmen I untuk menjadi jalan Nasional di daerah Minahasa Utara yang membentang dari arah timur ke arah barat. Permintaan ini dikabulkan sehingga berdasarkan Keputusan Gubernur Sulawesi Utara Nomor 82 Tahun 2012 tentang penetapan lokasi pembangunan jalan Tol Manado-Bitung, trase Jalan Tol seksi I yang awalnya berada di sebelah utara jalan Nasional Manado – Bitung dipindahkan ke sebelah selatan. Jalan baru tersebut, kemudian diberi nama jalan Soekarno.

Saat ini jalan Soekarno telah mencapai panjang 9 km, berawal dari Monumen Soekarno di desa Kolongan, Maumbi, Kabupaten Minahasa Utara dan berakhir di jalan By Pass Worang Minahasa Utara. Jalan ini direncanakan akan terkoneksi langsung dengan Manado Ring-Road II pada tahun 2017. Sisa jalan yang harus dibangun untuk terkoneksi dengan Manado Ring-Road II adalah sepanjang 1,4 km.

Pembangunan jalan Soekarno yang merupakan jalan alternatif tambahan untuk rute Manado - Bitung, menjadikan jalan ini sebagai kompetitor utama untuk jalan Tol Manado - Bitung.

Akibat pembangunan jalan ini maka lalu lintas akan terbagi sehingga jumlah volume lalu lintas untuk jalan Tol Manado - Bitung tidak akan tercapai sesuai dengan yang direncanakan.

### **Rumusan Masalah**

Bagaimana Pengaruh Pembangunan Jalan Soekarno Terhadap Pembebanan Lalu Lintas Jalan Tol Manado-Bitung.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk untuk Untuk mengetahui karakteristik lalu lintas pada rute Manado – Bitung, mendapatkan fungsi hubungan volume dan tundaan pada jaringan jalan Manado –Bitung, dapat mengetahui pengaruh pembangunan Jalan Soekarno terhadap pembebanan lalu lintas di Jalan Tol.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini dapat dijadikan acuan oleh instansi terkait serta pengembangan pengetahuan dan kemampuan di bidang perencanaan transportasi terutama yang berkaitan dengan pembebanan lalu lintas.

### **Batasan Masalah**

Agar penulisan dapat terarah dan terencana, maka penulis membuat suatu batasan masalah dibawah ini:

1. Wilayah kajian yaitu koridor Manado – Bitung dengan jaringan transportasi yang ada pada saat penelitian, ditambah dengan rute yang akan dibangun nanti yaitu melalui Jalan Tol dan Jalan Sukarno.
2. Perbandingan ruas jalan menggunakan titik awal (Manado) di Interchange Manado By Pass sampai di batas selamat datang Kota Bitung.
3. Data yang digunakan untuk keperluan analisa adalah data primer dan data sekunder, yang didapat dari survei lapangan dan dari *Feasibility Study* Jalan Tol Manado - Bitung.
4. Pengambilan data volume lalu lintas akan dilakukan pada pukul 06:00 – 21:00 WITA.
5. Pengambilan data waktu tempuh kendaraan dilakukan selama 4 jam, yaitu 2 jam saat *peak hour* dan 2 jam pada waktu *off peak hour*.
6. Pengumpulan data dilakukan selama 3 hari.
7. Pembebanan lalu lintas dilakukan dengan menggunakan prinsip Deterministic User Equilibrium yang berdasarkan pada Prinsip Keseimbangan I Wardrop (1952).
8. Fungsi volume – tundaan (*volume delay function*) menggunakan persamaan dari *The Bureau of Public Roads* (BPR).
9. Analisa sensitivitas tarif tol hanya dilakukan terhadap tarif tol Golongan I.

## **LANDASAN TEORI**

### **Pengertian Jalan Tol**

Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 tentang jalan, yang disebut sebagai jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tarif tol. Jalan tol hanya diperuntukan bagi kendaraan roda empat atau lebih. Target yang menjadi sasaran pelayanan jasa jalan tol terhadap pemakai jasa atau pengguna

jalan adalah kalancaran, keamanan, dan kenyamanan.

Disamping itu, jalan tol merupakan jalan bebas hambatan dan jalan nasional yang dapat menunjang peningkatan pertumbuhan perekonomian. Pengelolaan dan pengoprasian jalan tol dilakukan oleh badan usaha tertentu.

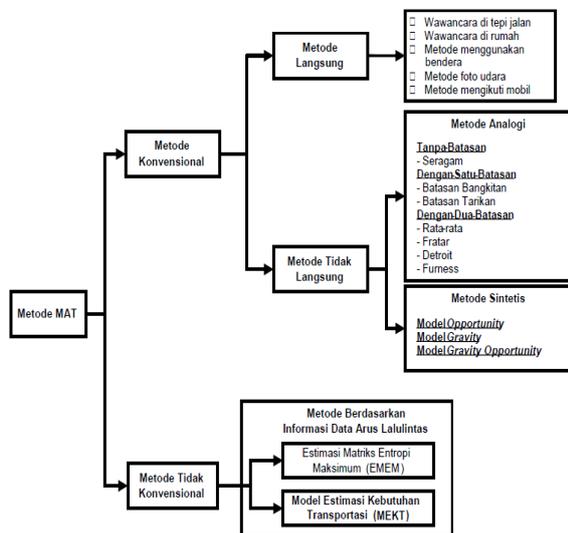
**Konsep Perencanaan Transportasi**

Terdapat beberapa konsep perencanaan transportasi yang telah berkembang sampai dengan saat ini, yang paling populer adalah “Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap”. Isi dari 4 tahap model transportasi itu antara lain:

- Bangkitan dan tarikan pergerakan (*Trip Generation*)
- Sebaran pergerakan (*Trip Distribution*)
- Pemilihan moda (*Modal Split*)
- Pembebanan Lalu Lintas (*Trip Assignment*)

**Metode Untuk Mendapatkan Matriks Asal Tujuan (MAT)**

Metode untuk mendapatkan MAT dapat dikelompokkan menjadi dua bagian utama, yaitu Metode Konvensional dan Metode Tidak Konvensional (Tamin, 2000). Kedua metode tersebut terbagi atas beberapa sub metode sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode MAT

**Waktu Tempuh**

Waktu tempuh (*Travel Time*) adalah waktu total perjalanan yang diperlukan, termasuk berhenti dan tundaan, dari suatu tempat ke tempat lain melalui rute tertentu.

**Tundaan**

Tundaan (*delay*) adalah waktu yang hilang akibat gangguan terhadap arus lalu lintas atau pengaturan sistem arus lalu lintas.

Jenis-jenis tundaan sebagai berikut:

- Operational Delay (Akibat Friction)
  - *Side Friction* adalah tundaan yang diakibatkan oleh gangguan diantara komponen-komponen lalu-lintas di luar arus itu sendiri, misalnya: kendaraan yang parkir di badan jalan, adanya pejalan kaki yang mengganggu arus lalu lintas.
  - *Internal Friction* adalah tundaan yang diakibatkan oleh gangguan dalam arus itu sendiri, misalnya terdapatnya volume lalu lintas yang tinggi, kapasitas ruas jalan yang terbatas dan lain-lainya.

b. Fixed Delay

Pada bagian ini terdapat tundaan yang disebabkan oleh adanya pengaturan alat lalu lintas seperti *traffic light* dan rambu stop pada perlintasan kereta api.

**Karakteristik Arus Lalu Lintas**

Arus lalu lintas merupakan interaksi antara pengemudi, kendaraan dan jalan. Tidak ada arus lalu lintas yang sama bahkan pada keadaan yang serupa, sehingga arus pada suatu ruas jalan tertentu selalu bervariasi. Walaupun demikian diperlukan parameter yang dapat menunjukkan kondisi ruas jalan tersebut. Parameter tersebut adalah volume, kecepatan, dan kepadatan.

**Volume Lalu Lintas**

Arus (volume) lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dalam suatu ruas jalan tertentu dalam satu satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam. Pengukuran volume biasanya dilakukan dengan meletakkan alat penghitung pada tempat dimana volume tersebut ingin diketahui besarnya, atau dengan cara manual. Rumus umumnya adalah:

$$V = \frac{N}{T}$$

Dimana:

- V = Volume lalu lintas
- N = Jumlah kendaraan
- T = Interval waktu

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan dikonversi dari kendaraan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) perjam dengan menggunakan ekivalensi kendaraan penumpang

(emp). Faktor konversi untuk masing-masing kendaraan seperti tercantum dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Emp untuk jalan perkotaan tak terbagi

Tipe jalan: Jalan tak terbagi	Arus lalu-lintas total dua arah  (kend/jam)	emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalu-lintas $W_c$ (m)	
$\leq 6$	$> 6$			
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	$\geq 1800$	1,2	0,35	0,25
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	0	1,3	0,40	
	$\geq 3700$	1,2	0,25	

Tabel 2. Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu-arah

Tipe jalan: Jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu-lintas per lajur (kend/jam)	emp	
		HV	MC
Dua-lajur satu-arah (2/1) dan Empat-lajur terbagi (4/2D)	0	1,3	0,40
	$\geq 1050$	1,2	0,25
Tiga-lajur satu-arah (3/1) dan Enam-lajur terbagi (6/2D)	0	1,3	0,40
	$\geq 1100$	1,2	0,25

### Kecepatan (Speed)

Kecepatan adalah jarak yang dapat ditempuh dalam satu satuan waktu tertentu biasanya dinyatakan dalam satuan km/jam.

Rumus untuk kecepatan:

$$S = \frac{L}{T}$$

Dimana:

- S = Kecepatan
- L = Jarak tempuh
- T = Waktu

### Kepadatan (Density)

Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati panjang ruas jalan atau lajur tertentu, yang umumnya dinyatakan sebagai jumlah kendaraan perkilo meter atau satuan mobil penumpang perkilo meter (smp/km), atau kepadatan adalah jumlah kendaraan yang berada atau melewati ruas jalan dalam setiap satuan jarak.

Mengukur kepadatan/kerapatan dilapangan sangat sulit karena memerlukan tempat posisi yang tepat sepanjang ruas jalan yang diperlukan, biasanya dengan memakai kamera.

Pengamatan dapat juga ditentukan dari besarnya arus pada ruas jalan dan kecepatan rata-ratanya dengan rumus:

$$D = \frac{V}{S}$$

Dimana:

- D = Kepadatan (smp/km)
- V = Arus (smp/jam)
- S = Kecepatan rata-rata (km/jam)

Atau dengan persamaan:

$$D = \frac{N}{L}$$

Dimana:

- D = Kepadatan lalu lintas
- N = Jumlah kendaraan
- L = Panjang Ruas jalan

### Hubungan Volume dengan Kecepatan dan Kepadatan

Kapasitas suatu potongan jalan menyatakan volume terbesar yang dapat lewat dengan menggunakan satuan mobil penumpang dibagi satuan waktu (smp/jam).

$$V = S \times D$$

Dimana:

- V = Volume (smp/jam)
- S = Kecepatan rata-rata (km/jam)
- D = Kepadatan (smp/km)

Volume pada suatu potongan jalan berubah-ubah karena kecepatan dan kepadatan berubah-ubah.

### Analisa Volume-Delay Function

Analisa *Volume-Delay Function* merupakan hubungan yang ditetapkan antara volume kendaraan / arus lalu lintas dengan waktu tempuh perjalanan (*travel time*). Besarnya waktu tempuh pada suatu ruas jalan sangat tergantung dari besarnya arus dan kapasitas ruas jalan tersebut. Hubungan antara arus dengan waktu tempuh dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dimana jika arus bertambah maka waktu tempuh juga akan bertambah.

Fungsi volume-tundaan merupakan elemen penting yang perlu dihitung ketika melakukan pembebanan lalu lintas pada suatu jaringan jalan (*travel time*).

Persamaan ini menggunakan fungsi persamaan model dari *Bureau of Publik Roads (BPR)*:

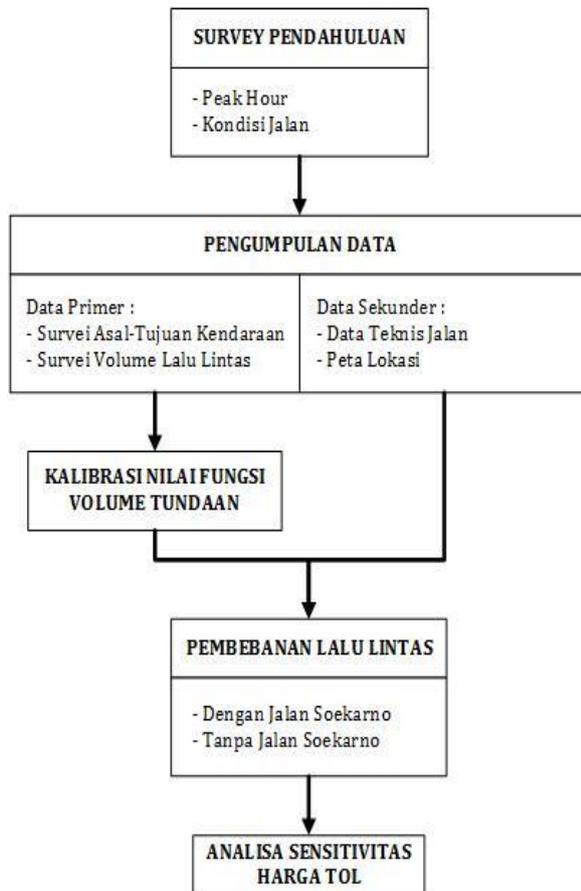
$$t_a(x_a) = t_a^0 \left( \left( 1 + \alpha \frac{x_a}{c_a} \right)^\beta \right)$$

Dimana:

- $t_a(x_a)$  = Waktu tempuh rata-rata
- $t_a^0$  = Waktu tempuh arus bebas
- $x_a$  = Volume lalu lintas
- $c_a$  = Kapasitas
- $\alpha, \beta$  = Parameter ( $\alpha = 0.15$  dan  $\beta = 4$ )

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alur Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

## HASIL ANALISIS DATA

### Pelaksanaan Survey

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan data primer berupa data waktu tempuh dan data volume lalu lintas. Adapun pengambilan data dilakukan dalam periode waktu 3 (tiga) hari mulai dari hari Kamis, 18 Mei 2017 sampai dengan Sabtu, 20 Mei 2017 selama 15 jam (06.00 s/d 21.00).

Pengumpulan data diperoleh dari hasil survey di lapangan yang terbagi menjadi dua yaitu dengan metode MCO (*Moving Car Observer*) yang diolah untuk mendapatkan data waktu tempuh, dan data volume lalu lintas yang didapat dengan menggunakan form survey yang telah disediakan.

### Data Volume Lalu Lintas

Untuk mendapatkan volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp), data kendaraan tiap 5 menit dari hasil survey dikalikan dengan faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk tiap jenis kendaraan dan dijumlahkan, maka diperoleh volume lalu lintas tiap 5 menit. Ekivalensi mobil penumpang (emp) masing-masing kendaraan untuk jalan empat lajur terbagi menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 adalah sebagai berikut:

1. Kendaraan Berat (HV) = 1,2
2. Kendaraan Ringan (LV) = 1,0
3. Sepeda Motor (MC) = 0,25

Nilai emp yang digunakan dalam analisis dua lajur tak terbagi untuk kendaraan sepeda motor adalah 0,4 dikarenakan lebar lajur lalu lintas > 6m.

### Data Waktu Tempuh

Setelah didapatkan data waktu tempuh dilapangan dengan menggunakan metode MCO, data tersebut yang awalnya dalam satuan menit diubah menjadi satuan jam.

Waktu tempuh terbesar adalah 22 menit yang berada pada kisaran jam 18:00 (*peak hour*) di jalan Airmadidi-Kauditan untuk kedua arah. Dan untuk waktu tempuh terkecil diperoleh 8 menit di jalan Kauditan-Bitung pada kisaran jam 13:00 (*off peak hour*).

### Model Greenshield

Waktu tempuh arus bebas ( $T_0$ ) dan kapasitas ( $C_a$ ) bisa didapatkan nilainya dengan menggunakan Model Greenshield. Parameter  $U$  dan  $K$  yang akan digunakan bisa didapat melalui perhitungan karena data volume lalu lintas, data waktu tempuh dan data panjang jalan telah dimiliki.

$$U = \frac{\text{Panjang jalan}}{\text{Waktu Tempuh}} \quad K = \frac{\text{Volume}}{\text{Kecepatan}}$$

Greenshield merumuskan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan merupakan fungsi linier.

Dengan menggunakan persamaan linier  $y = a + bx$  dan mengetahui kecepatan serta kepadatan yang didapat dari hasil perhitungan serta mengasumsikan  $K = X$  dan  $U = Y$  maka parameter  $a$  dan  $b$  dapat dihitung dan menghasilkan model Greenshield.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil A dan B

JALAN	R <sup>2</sup>	A	B
Soekarno (arah Bitung)	0.7787	72.15	-1.071
Soekarno (arah Manado)	0.7352	77.314	-1.399
Maumbi - Airmadidi	0.8388	89.95	-2.0374
Airmadidi -Maumbi	0.8169	81.079	-1.6685
Airmadidi - Kauditan	0.8999	43.996	-0.2295
Kauditan - Airmadidi	0.9364	41.365	-0.2223
Kauditan -Bitung	0.7228	59.582	-0.8041
Bitung - Kauditan	0.7001	62.251	-0.8384

Tabel 4. Hasil Perhitungan Model Greenshield Jalan Soekarno

Jalan Soekarno	Jalur Kiri	Jalur Kanan
A	72.15	77.314
B	-1.071	-1.399
Uff (km/jam)	72.15	77.314
Kj (smp/km)	67.36694678	55.26375983
T0 (menit)	11.47609148	10.70957395
Km (smp/km)	33.68347339	27.63187991
Ca (smp/jam)	1215.131303	1398.770083

Berdasarkan Tabel 4. yang merupakan hasil perhitungan yang telah diperoleh untuk model Greenshield pada jalan Soekarno, nilai waktu tempuh arus bebas adalah 11,446 menit untuk jalur kiri dan 11,0498 menit untuk jalur kanan. Serta kapasitas yang didapat adalah 1372,714125 smp/jam untuk jalur kiri dan 1424,101719 smp/jam untuk jalur kanan.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Model Greenshield Jalan Maumbi – Airmadidi

Airmadidi - Kauditan	Jalur Kiri	Jalur Kanan
A	89.95	81.079
B	-2.0374	-1.6885
Uff (km/jam)	89.95	81.079
Kj (smp/km)	44.14940611	48.01835949
T0 (menit)	3.868816009	4.292110164
Km (smp/km)	22.07470305	24.00917975
Ca (smp/jam)	992.8097698	973.3201423

Berdasarkan Tabel 5. yang merupakan hasil perhitungan yang telah diperoleh untuk model Greenshield pada jalan Maumbi - Airmadidi, nilai waktu tempuh arus bebas adalah 3,868 menit untuk jalur kiri dan 4,292 menit untuk jalur kanan. Serta kapasitas yang didapat adalah 992.8097698 smp/jam untuk jalur kiri dan 973.3201423 smp/jam untuk jalur kanan.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Model Greenshield Jalan Airmadidi – Kauditan

Airmadidi - Kauditan	Jalur Kiri	Jalur Kanan
A	46.444	41.365
B	-0.3213	-0.2223
Uff (km/jam)	46.444	41.365
Kj (smp/km)	144.5502646	186.0773729
T0 (menit)	8.397209543	9.428260607
Km (smp/km)	72.27513228	93.03868646
Ca (smp/jam)	1678.373122	1924.272633

Berdasarkan Tabel 6. yang merupakan hasil perhitungan yang telah diperoleh untuk model Greenshield pada jalan Airmadidi - Kauditan, nilai waktu tempuh arus bebas adalah 8,397 menit untuk jalur kiri dan 9,942 menit untuk jalur kanan. Serta kapasitas yang didapat adalah 1678,373122 smp/jam untuk jalur kiri dan 1924,272633 smp/jam untuk jalur kanan.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Model Greenshield Kauditan – Bitung

Kauditan - Bitung	Jalur Kiri	Jalur Kanan
A	59.582	62.251
B	-0.8041	-0.8384
Uff (km/jam)	59.582	62.251
Kj (smp/km)	74.09774904	74.24976145
T0 (menit)	6.646302575	6.361343593
Km (smp/km)	37.04887452	37.12488073
Ca (smp/jam)	1103.723021	1155.530475

Berdasarkan Tabel 7. yang merupakan hasil perhitungan yang telah diperoleh untuk model Greenshield pada jalan Kauditan - Bitung, nilai waktu tempuh arus bebas adalah 6,646 menit untuk jalur kiri dan 6,361 menit untuk jalur kanan. Serta kapasitas yang didapat adalah 1103,723021 smp/jam untuk jalur kiri dan 1155,530475 smp/jam untuk jalur kanan.

### Kalibrasi Nilai Alfa dan Beta untuk *Volume - Delay Function*

Kalibrasi nilai alfa dan beta dilakukan karena nilai alfa dan beta tetapan belum tentu sesuai dengan keadaan dan kondisi yang ada di koridor jalan Manado - Bitung.

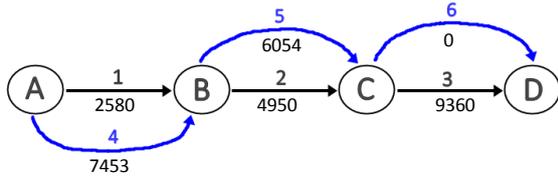
Dari hasil T<sub>0</sub> dan Ca yang didapatkan dengan Model Greenshield serta data volume lalu lintas dan waktu tempuh dilapangan yang telah ada, didapatkan perhitungan Sum of Squared Error (SSE) yang akan digunakan sebagai nilai objective. Selanjutnya dengan bantuan Solver yang merupakan fasilitas dari Microsoft Excel, bisa didapatkan nilai alfa dan beta yang tepat untuk kondisi jalan Manado - Bitung.

**Pembebanan Volume Lalu Lintas**

Perhitungan dilakukan secara bertahap mulai dari membuat link untuk tiap rute, menentukan rute hingga akhirnya didapatkan hasil pembebanan volume lalu lintas untuk tiap-tiap jalur.

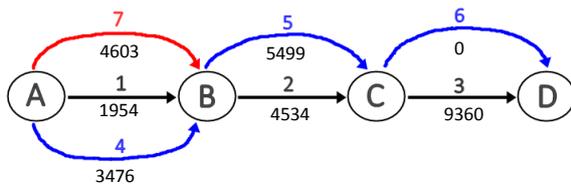
**Tanpa Jalan Soekarno**

Kondisi ini adalah kondisi dimana lalu lintas di lokasi jika tidak dipengaruhi oleh Jalan Soekarno.



**Dengan Jalan Soekarno**

Kondisi ini adalah kondisi dimana lalu lintas di lokasi studi setelah dipengaruhi oleh Jalan Soekarno.



**Analisa Tarif Tol**

PT. Jasa Marga telah memutuskan bahwa tarif Tol Manado – Bitung adalah Rp.900/km. Jadi, tarif untuk jalan tol sepanjang 39.9 km adalah Rp. 35.910 atau sebesar Rp.36.000 namun pada perhitungan ini hanya menggunakan tinjauan pada jalan tol segmen I yaitu sepanjang 14.9 km dengan tarif Rp. 13.410.

Selanjutnya, untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk melewati jalan Tol Manado - Bitung perlu dilakukan analisa sensitivitas tarif tol berdasarkan gaji pekerja di Sulawesi Utara per 60 menit atau 1 jam.

Dari data yang didapat melalui Badan Pusat Statistik (BPS) diketahui bahwa jumlah penduduk usia produktif adalah 1.353.617 jiwa dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Sulut Triwulan II 2016 adalah 18.241.589.41 juta rupiah atau Rp.18.241.589.410.000. Karena PDRB tersebut untuk triwulan maka diasumsikan bahwa PDRB untuk 1 bulan adalah  $Rp.18.241.589.410.000 / 3 = Rp.6.080.529.803.333$ . Diasumsikan juga bahwa jam kerja per hari adalah 9 jam dari pukul 8:00 - 17:00 selama 5 hari dalam seminggu atau 20 hari

kerja dalam 1 bulan, maka didapat 180 jam kerja / bulan.

Upah pekerja rata-rata untuk 1 bulan dan untuk 1 jam:

$$\frac{Rp. 6.080.529.803.333}{1.353.617 \text{ jiwa}} = Rp. 4.492.061/\text{bulan}$$

$$\frac{Rp. 4.492.061}{180 \text{ jam}} = Rp. 24.956 = Rp. 25.000/\text{jam}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk melalui jalan tol sepanjang 14.9 km :

Jika Rp.25.000 = 60 menit maka untuk Rp.13.410 adalah 86.4 menit berdasarkan perhitungan dibawah ini:

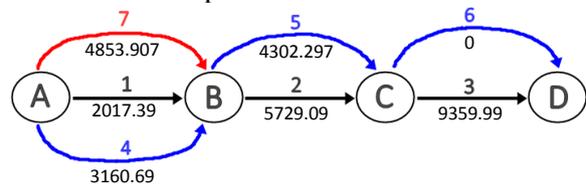
$$\frac{Rp. 25.000}{60 \text{ menit}} = Rp. 416.667/\text{menit}$$

$$\frac{Rp. 13.410}{Rp. 416.667/\text{menit}} = 32.184 \text{ menit}$$

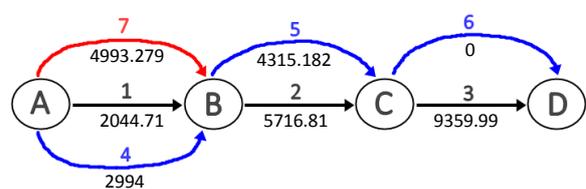
Maka didapatkan *penalty* untuk Jalan Tol segmen I adalah 32.184 menit yang ditambahkan pada waktu tempuh Jalan Tol segmen I di perhitungan pembebanan lalu lintas.

Setelah itu dilakukan analisa sensitivitas tarif tol dengan rincian hasil sebagai berikut:

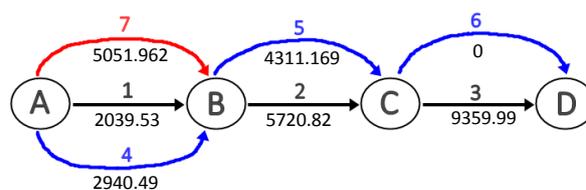
- Untuk Rp. 700/km :



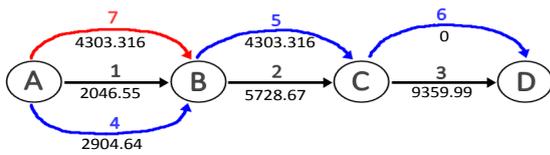
- Untuk Rp. 800/km :



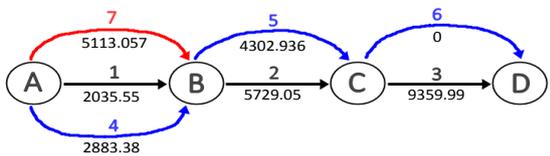
- Untuk Rp. 850/km :



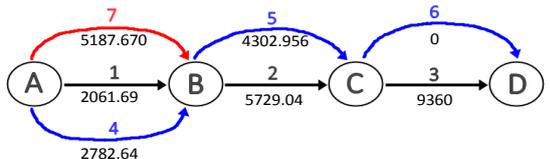
- Untuk Rp. 900/km :



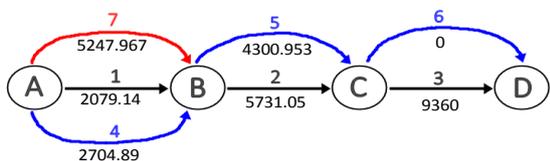
- Untuk Rp. 950/km :



- Untuk Rp. 1.000/km :



- Untuk Rp. 1.100/km :



Link No.1: Eksisting (Manado - Airmadidi)  
 Link No.2: Eksisting (Airmadidi - Kauditan)  
 Link No.3: Eksisting (Kauditan - Bitung)  
 Link No.4: Rencana Tol (Manado – Airmadidi)  
 Link No.5: Rencana Tol (Airmadidi - Kauditan)  
 Link No.6: Rencana Tol (Kauditan – Bitung)  
 Link No.7: Jalan Soekarno

**A : Manado**  
**B : Airmadidi**  
**C : Kauditan**  
**D : Bitung**

Dari hasil analisa sensitivitas dapat disimpulkan untuk perubahan tarif sebesar Rp.50/km dapat berpengaruh hingga 100 kendaraan yang lewat di Jalan Tol segmen 1 atau pada gambar diatas link nomor 4.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian selama 3 hari sejak Kamis, 18 Mei 2017 sampai dengan Sabtu, 20 Mei 2017 menunjukkan bahwa:

1. Hasil penjumlahan data volume lalu lintas menunjukkan bahwa kendaraan yang melewati

Jalan Nasional Manado – Bitung turun sekitar 15% pada hari sabtu yang mewakili hari libur.

2. Waktu tempuh rata-rata untuk Jalan Soekarno adalah 11.47 menit jalur kiri dan 10.7 menit jalur kanan, Jalan Maumbi – Airmadidi 3.86 menit jalur kiri dan 4.29 menit jalur kanan, Jalan Airmadidi – Kauditan 8.39 menit jalur kiri dan 9.24 menit jalur kanan, Jalan Kauditan – Bitung 6.64 menit jalur kiri dan 6.36 menit jalur kanan.

3. Dengan menggunakan persamaan  $t_a(x_a) = t_a^0 \left( \left( 1 + \alpha \frac{x_a}{c_a} \right)^\beta \right)$  dari *The Bureau of Public Roads* (BPR) untuk mendapatkan fungsi hubungan volume – tundaan pada tiap jalan maka didapat untuk Jalan Soekarno arah Bitung menggunakan  $\alpha = 0.577109149$  dan  $\beta = 1.914$ , Jalan Soekarno arah Manado menggunakan  $\alpha = 0.819$  dan  $\beta = 1.408$ , Jalan Maumbi – Airmadidi jalur kiri menggunakan  $\alpha = 0.612$  dan  $\beta = 3.704$ , Jalan Maumbi – Airmadidi jalur kanan menggunakan  $\alpha = 0.612$  dan  $\beta = 9.814$ , Jalan Airmadidi – Kauditan jalur kiri menggunakan  $\alpha = 0.751$  dan  $\beta = 2.012$ , Jalan Airmadidi – Kauditan jalur kanan menggunakan  $\alpha = 0.881$  dan  $\beta = 2.387$ , Jalan Kauditan – Bitung jalur kiri menggunakan  $\alpha = 0.599$  dan  $\beta = 1.015$ , Jalan Kauditan – Bitung jalur kanan menggunakan  $\alpha = 0.667$  dan  $\beta = 1.307$ .

4. Berdasarkan hasil analisis dari pembebanan volume lalu lintas didapatkan bahwa arus lalu lintas untuk rute Manado – Airmadidi awalnya memiliki 6566 kendaraan yang akan melalui Jalan Tol atau sekitar 65% dari total volume lalu lintas Manado – Airmadidi berubah menjadi 2905 kendaraan atau turun menjadi sekitar 29% setelah dipengaruhi oleh Jalan Soekarno dan volume untuk Jalan Soekarno adalah 5081 kendaraan atau sekitar 50% dan sisanya 21% melalui Jalan Nasional Manado – Bitung.

5. Setelah dilakukan analisa terhadap tarif tol didapatkan bahwa sensitivitas volume kendaraan di jalan tol dengan perubahan tiap Rp.50/km bisa mempengaruhi hingga 100 kendaraan yang berkurang.

### Saran

Sehubungan dengan hasil dari penelitian ini, maka disarankan sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan volume lalu lintas di Jalan Tol Manado - Bitung, disarankan agar kendaraan Golongan II, III, IV, dan V harus diwajibkan untuk tetap melewati Jalan Tol.
2. Tarif Jalan Tol per kilometer akan lebih baik jika tidak dinaikkan lagi, karena akan berdampak pada turunnya volume lalu lintas yang akan melewati Jalan Tol Manado – Bitung.
3. Penelitian ini hanya melakukan pengambilan data selama 3 hari, maka untuk kebutuhan penelitian berikutnya bagi yang berminat meneliti pengaruh Jalan Soekarno pada Jalan Tol Manado – Bitung dapat melakukan penelitian selama 1 minggu untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2009. Keadaan Geografi Kota Manado, Badan Perencanaan Pembangunan Kota Manado.
- Anonymous, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum, Dirjen Bina Marga, Jakarta.
- Anonymous, 2015. Profil Daerah Sulawesi Utara, Kementrian Dalam Negeri.
- Anonymous, 1964. *Traffic Assignment Manual*. The Bureau of Public Roads (BPR) Dept of Commerce, Urban Planning Division, Washington D.C.
- Miro, F. 2002. Perencanaan Transportasi, Erlangga, Jakarta.
- Natsir, M. 2011. Pengelolaan Sumberdaya Investasi Bagi Penyelenggaraan Infrastruktur.
- Ortuzar, J.D. and Willumsen, L.G. 1994. *Modelling Transport*, Second Edition, John Wiley & Sons.
- Tamin, O.Z. 1997. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi: Contoh Soal dan Aplikasi, Penerbit ITB, Bandung.
- Tamin, O.Z. 2000. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Edisi 2, Penerbit ITB, Bandung.
- Wardrop, J.G. 1952. *Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research*, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol II, pp 325–3.