

# ANALISIS KARAKTERISTIK LALULINTAS JALAN TOL TRANS SUMATERA (STUDI KASUS RUAS JALAN TOL MEDAN-BINJAI)

Alfian<sup>(1)</sup>, Imam Suprayogi<sup>(2)</sup>, Ari Sandhyavitri<sup>(3)</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293  
Email: Alfian@yahoo.com

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293  
Email: [imams@eng.unri.ac.id](mailto:imams@eng.unri.ac.id)

<sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12.5 Pekanbaru 28293  
Email: [arisandhyavitri@gmail.com](mailto:arisandhyavitri@gmail.com)

## ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik lalulintas jalan tol Medan – Binjai selama masa konsesi. Mengingat pendapatan utama jalan tol bersumber dari kendaraan pengguna jalan, maka volume lalulintas serta pertumbuhan lalulintas menjadi salah satu variabel berisiko dan ketidakpastian yang sensitif terhadap kelayakan pembangunan jalan tol khususnya kelayakan finansial. Dalam kajian ini, analisis karakteristik lalulintas dilakukan dengan mempertimbangkan adanya periode peninjakan (ramp-up period) melalui pemodelan lalulintas mengikuti fungsi logaritmis untuk memprediksi adanya kesalahan dalam perhitungan pertumbuhan lalulintas selama periode peninjakan. Hasil penelitian diharapkan bermanfaat untuk membuat keputusan dalam upaya meningkatkan revenue melalui peningkatan kapasitas jalan. Hasil kajian menunjukkan bahwa dengan mempertimbangkan adanya periode peninjakan dan kesalahan prediksi pertumbuhan lalulintas selama periode peninjakan, maka volume lalulintas jalan tol Medan – Binjai pada awal operasi adalah sebesar 13.771 kendaraan/hari, sedangkan kapasitas maksimum adalah sebesar 98.729 kendaraan/hari. Apabila jalan tol Medan – Binjai mulai beroperasi tahun 2017, maka kapasitas maksimum akan tercapai pada tahun 2045, yaitu tahun ke-29 dari masa konsesi. Dengan demikian, mulai tahun 2045, pertumbuhan lalulintas akan mengalami stagnasi karena dibatasi oleh kapasitas jalan. Informasi ini dapat dijadikan dasar bagi BPJT untuk melakukan peningkatan kapasitas jalan pada tahun 2045 melalui penambahan lajur dari empat-lajur dua-arah terbagi (MW 4/2 D) menjadi enam-lajur-dua-arah terbagi (MW 6/2 D).*

**Katakunci:** Jalan tol, Lalu lintas, Kapasitas, Konsesi, Periode Peninjakan,

## ABSTRACT

*This study aims to analyze the characteristics of Medan – Binjai toll road traffic during the concession period. Given the major revenue of toll road comes from the toll road users, then the volume of traffic and traffic growth is one of the risk and uncertainty variables that are sensitive to the feasibility of toll roads project, especially financial feasibility. In this study, the characteristics of the traffic analyzed by considering the ramp-up period with traffic modeling using a logarithmic function to predict an error in the calculation of traffic growth during the ramp-up period. Results of the research would be useful to make a decision to increase revenue by increasing road capacity. The results showed that with consideration of the ramp-up period and the prediction errors of traffic growth during the ramp-up period, the traffic volume of the Medan - Binjai toll road at the beginning of the operation is 13.771 vehicles/day, and maximum capacity is 98.729 vehicles/day. If the Medan - Binjai toll road began operations in 2017, the maximum capacity will be reached in year 2045, the 29<sup>th</sup> year of the concession period. Thus, starting in 2045, traffic growth will stagnate because it is limited by the capacity of the road. This information can be used as a basic information for BPJT to improved of road capacity with addition of lanes from MW 4/2 D into MW 6/2 D in year 2045.*

**Keywords:** Capacity, Concessions, Ramp-up Period, Toll Road, Traffic.

## 1. PENDAHULUAN

Untuk mendorong pengembangan kawasan di Pulau Sumatera, pemerintah melakukan percepatan pembangunan 24 ruas jalan tol dengan konsep high grade highway (HGH), meliputi koridor utama Bakauheni-Banda Aceh sepanjang 2.014 km, dan

jalan penghubung (*feeder*) sepanjang 720 km. Salah satu diantaranya adalah ruas tol Medan-Binjai sepanjang 25,46 km. Ruas jalan Tol Medan-Binjai dibagi kedalam tiga seksi, yaitu: seksi Tanjung Mulia-Helvetia, seksi Helvetia-Semayang, dan seksi Semayang-Binjai. Pada struktur jalan terdapat empat

buah *ramp*, empat buah *overpass*, enam buah *underpass*, enam buah jembatan di atas sungai, satu buah *junction* (JC), dan tiga buah *interchange* (IC), tanpa simpang sebidang dan *viaduct*. Jalan didesain empat-lajur dua-arah terbagi (MW 4/2D) yang dapat ditingkatkan menjadi enam-lajur-dua-arah (MW 6/2D). Pembangunan ruas tol Medan-Binjai dilaksanakan selama dua tahun (2015 dan 2016), dengan total investasi Rp. Rp.1,604 triliun (tahun dasar 2015) dan direncanakan beroperasi awal tahun 2017. Volume lalu lintas awal rata-rata 15.301 kendaraan/hari dan tarif awal kendaraan Golongan-1 sebesar Rp. 750/km, dengan masa konsesi 35 tahun termasuk masa konstruksi.



Gambar 1 Ruas Jalan Tol Medan – Binjai  
Sumber: Waskita Karya, 2016

Pendapatan utama jalan tol bersumber dari biaya tol yang dibayar oleh pengguna jalan. Oleh sebab itu, volume dan pertumbuhan lalu lintas sangat menentukan kelayakan finansial suatu ruas jalan tol. Mengingat volume lalu lintas serta pertumbuhan lalu lintas menggunakan asumsi dari hasil perhitungan lalu lintas pada saat jalan belum beroperasi, maka analisis terhadap volume awal dan pertumbuhan lalu lintas selama masa konsesi sangat diperlukan. Risiko dan ketidakpastian lalu lintas merupakan salah satu variabel risiko yang akan menjadi Tabel 1 Faktor Koreksi Menurut Tingkat Risiko

Estimasi oleh	Tingkat Risiko					
	Bank			Pihak Lain		
	rendah	sedang	tinggi	rendah	sedang	tinggi
Koreksi lalu lintas di tahun pertama ( $\alpha_1$ , %)	-10	-20	-30	-20	-35	-55
Durasi <i>ramp-up</i> (tahun)	2	5	8	2	6	8
Koreksi lalu lintas setelah <i>rump-up</i> ( $\alpha_M$ , %)	0	-5	-10	0	-10	-20

Sumber : Bain dan Wilkins (2002)

Andreas (2005a) memanfaatkan hasil studi tersebut untuk menginterpolasi pertumbuhan volume

tanggungjawab Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) yang tidak dapat dimitigasi dan dialokasikan kepada pemerintah (BPJT, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik lalu lintas selama masa konsesi serta menentukan waktu pencapaian kapasitas jalan untuk menentukan kapan jalan ini perlu ditingkatkan.

Andreas (2005a) menyebutkan bahwa hal spesifik yang membedakan investasi jalan tol dengan investasi di sektor infrastruktur lainnya adalah adanya periode penajakan (*ramp-up period*). Biasanya pada periode ini ditandai dengan sangat tingginya pertumbuhan lalu lintas karena memang berangkat dari volume yang lebih rendah secara signifikan daripada yang diharapkan, dan diakhiri dengan melambatnya pertumbuhan sehingga mencapai suatu kestabilan yang kurang lebih sama dengan pertumbuhan lalu lintas di jalan-jalan tol sekitarnya yang telah mapan. Standard & Poor's (2002) melakukan studi pengamatan empiris terhadap hubungan antara risiko volume lalu lintas dan periode penajakan (*ramp-up period*). Studi tersebut memperlihatkan perbedaan antara estimasi yang dibuat oleh pihak bank dengan pihak lain (investor atau konsultan). Faktor koreksi yang diestimasi oleh bank bersifat konservatif, sementara estimasi oleh pihak lain mengandung unsur kehati-hatian (angka tingkat risiko yang relatif besar), terutama untuk tingkat risiko sedang dan tinggi. Hasil studi tersebut mencakup koreksi lalu lintas pada tahun pertama operasional dan setelah masa penajakan, seperti tabel berikut:

lalu lintas yang tidak biasa selama *ramp-up period* sebagaimana diformulasikan sebagai berikut:

$$g_k = \left[ \frac{1 - \left( \frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln k + \alpha_1 \right)}{1 - \left( \frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln (k-1) + \alpha_1 \right)} \right] g_F + \left[ \frac{1 - \left( \frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln k + \alpha_1 \right)}{1 - \left( \frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln (k-1) + \alpha_1 \right)} \right] - 1$$

untuk  $k = 2, 3, \dots, M$

dimana:  $g_k$  adalah pertumbuhan lalu lintas di tahun  $k$ ,  $g_f$  adalah pertumbuhan lalu lintas yang stabil,  $\alpha_1$  koreksi volume lalu lintas di tahun pertama,  $\alpha_M$  adalah koreksi di akhir periode *ramp-up*,  $M$  adalah akhir periode *ramp-up*, dan  $g_k = g_f$  untuk  $k > M$ .

Kendaraan rencana pada jalan tol terdiri dari beberapa golongan kendaraan. Penggolongan kendaraan dimaksudkan untuk membedakan tarif untuk setiap jenis kendaraan yang melewati jalan tol sehingga tarif yang diberlakukan menjadi proporsional terhadap beban layanan jalan tol. Golongan jenis kendaraan bermotor pada jalan tol diatur berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No. 370/KPTS/M/2007, dimana kendaraan dikelompokkan kedalam lima golongan terdiri dari Golongan I: sedan, jip, pick up/truk kecil dan gus, Golongan II: truk dengan dua gandar, Golongan III: truk dengan tiga gandar, Golongan IV: truk dengan empat gandar, dan Golongan V: truk dengan lima gandar atau lebih.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) membagi jalan bebas hambatan kedalam 3 tipe yaitu: 1) Jalan bebas hambatan dua-lajur, dua-arah tak terbagi (MW 2/2 UD), meliputi semua jalan bebas hambatan dua-arah dengan lebar jalur lalu lintas antara 6,5 sampai 7,5 meter, 2) Jalan bebas hambatan empat-lajur dua-arah terbagi (MW 4/2 D), meliputi semua jalan bebas hambatan dengan lebar lajur antara 3,25 sampai 3,75 m, dan 3) Jalan bebas hambatan enam atau delapan lajur terbagi (MW 6/2 D atau MW 8/2 D). Untuk jalan terbagi, analisis dilakukan pada masing-masing arah dan seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah. Mengingat adanya batasan lebar minimum lajur jalan bebas hambatan adalah 3,5 meter sebagaimana dinyatakan pada Pasal 32 (2) Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, maka jalan bebas hambatan tipe dua-lajur, dua-arah tak terbagi (MW 2/2 UD) tidak dikembangkan lagi.

Kapasitas jalan bebas hambatan didefinisikan sebagai arus maksimum yang melewati suatu titik pada jalan bebas hambatan yang dapat dipertahankan per satuan jam dalam kondisi yang berlaku. Untuk jalan bebas hambatan tak-terbagi, kapasitas adalah arus maksimum dua-arah (kombinasi kedua arah). Kapasitas jalan bebas hambatan didefinisikan sebagai arus maksimum yang melewati suatu titik pada jalan bebas hambatan yang dapat dipertahankan per satuan

jam dalam kondisi yang berlaku. Untuk jalan bebas hambatan tak-terbagi, kapasitas adalah arus maksimum dua-arah (kombinasi kedua arah), untuk jalan bebas hambatan terbagi kapasitas adalah arus maksimum per lajur. Nilai kapasitas telah diamati dengan pengumpulan data lapangan sejauh memungkinkan. Oleh karena kurangnya lokasi dengan arus lalu lintas mendekati kapasitas segmen jalan bebas hambatan itu sendiri (bukan kapasitas simpang sepanjang jalan bebas hambatan), kapasitas juga telah diperkirakan secara teoritis dengan asumsi suatu hubungan matematis antara kerapatan, kecepatan dan arus. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) (MKJI, 1997).

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas jalan bebas hambatan adalah:

$$C = C_0 \times F_{CW} \times F_{CSP} \text{ (smp/jam)}$$

dimana:

$C$  adalah kapasitas,  $C_0$  adalah kapasitas dasar,  $F_{CW}$  adalah faktor penyesuaian lebar jalan bebas hambatan, dan  $F_{CSP}$  adalah faktor penyesuaian pemisahan arah (hanya untuk jalan bebas hambatan tak terbagi).

Kapasitas dasar jalan bebas hambatan untuk setiap tipe dan alinyemen, serta faktor penyesuaian lebar jalan ( $F_{CW}$ ) adalah seperti pada tabel berikut:

Tabel 2 Kapasitas Dasar Jalan Bebas Hambatan Terbagi

Type Jalan	Type Alinyemen	Kapasitas Dasar (smp/jam/lajur)
MW 4/2 D dan	Datar	2.300
	Bukit	2.250
MW 6/2 D	Gunung	2.150

Sumber : MKJI 1997

Tabel 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas

Type Jalan	Lebar efektif jalur lalu-lintas $W_C$ (m)	$F_{CW}$
MW 4/2 D dan MW 6/2 D	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
MW 2/2 UD	6,50	0,96
	7,00	1,00
	7,50	1,04

Sumber : MKJI, 1997

dan  $b$  dapat diperoleh dengan mengganti harga  $j = 1$ ,  $e_1 = \alpha_1$ ,  $j = M$ , dan  $e_M = \alpha_M$ , sehingga kesalahan

Menurut Hikmat (2012), bahwa dengan mempertimbangkan karakteristik operasional lalu lintas umumnya di jalan tol yang menerapkan cara berlalu lintas bahwa lajur kanan atau lajur dua atau lajur cepat diperuntukkan untuk kendaraan yang berjalan lebih cepat atau menyusul, maka sebaiknya kapasitasnya pun dibedakan sekalipun perbedaannya tidak terpaut besar tetapi tetap signifikan (4%). Selanjutnya Hikmat (2012) menyimpulkan bahwa kapasitas dasar jalan bebas hambatan mengalami kenaikan sebesar 4,30% - 8,70% dari kapasitas dasar MKJI 1997, dimana kapasitas dasar pada segmen mengalami kenaikan seperti tabel berikut:

Tabel 4 Kapasitas Dasar Segmen Jalan Bebas Hambatan

Type Jalan	Type Alinyemen	Kapasitas Dasar ( $C_0$ ), (smp/jam)	Catatan
MW	Datar	2.400	Lajur Kiri
4/2 D		2.500	Lajur
MW			Kanan
6/2 D			
MW			
8/2 D			

Sumber: Hikmat, 2012

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui pemodelan lalu lintas dengan merujuk kepada Andreas (2005c), dimana lalu lintas direncanakan mengikuti fungsi logaritmik untuk memprediksi adanya kesalahan dalam perhitungan pertumbuhan lalu lintas selama periode peninjauan (*ramp-up period*). Data-data penelitian merupakan data sekunder yang bersumber dari BPJT dan PT. Utama Karya (Persero). Merujuk kepada Andreas (2005c), model fungsi logaritmik dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$e_j = a \ln j + b, \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, M$$

dimana:  $e_j$  adalah prediksi kesalahan di tahun  $j$ ,  $M$  adalah panjang periode peninjauan (*ramp-up period*)

Jika  $\alpha_1$  adalah kesalahan prediksi pada tahun ke-1 operasional, dan  $\alpha_M$  adalah kesalahan prediksi pada akhir periode *ramp-up*, maka nilai konstanta  $a$

Prediksi sebagai fungsi waktu mengikuti persamaan berikut:

$$e_j = \begin{cases} \frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln j + \alpha_1 & \text{untuk } j = 1, 2, \dots, M \\ \alpha_M & \text{untuk } j > M \end{cases}$$

Tingkat pertumbuhan lalu lintas antara dua tahun berurutan, tahun  $j-1$  dan tahun  $j$  mengikuti persamaan:

$$g_j = \frac{V_j (1 - e_j)}{V_{j-1} (1 - e_{j-1})} - 1$$

dimana:  $g_j$  adalah tingkat pertumbuhan lalu lintas pada tahun  $j$ ;  $V_j$  adalah lalu lintas yang diprediksi pada tahun  $j$ ; dan  $V_{j-1}$  adalah lalu lintas yang diprediksi pada tahun  $j-1$ .

Jika  $e_j$  disubstitusi ke dalam  $g_j$  maka didapatkan persamaan:

$$g_j = \begin{cases} \alpha_j g_f + \alpha_j - 1 & \text{untuk } j = 2, 3, \dots, M \\ g_F & \text{untuk } j > M \end{cases}$$

dimana  $g_F$  adalah tingkat pertumbuhan lalu lintas yang mencerminkan pola pertumbuhan rata-rata lalu lintas terhadap lalu lintas jalan raya yang terdapat di sekitar lokasi proyek yang dihitung dengan rumus:

$$g_F = \frac{V_j}{V_{(j-1)}} - 1$$

Karena nilai  $\alpha_1$ ,  $\alpha_M$ , dan  $M$  sudah diketahui,

dan  $a_j$  adalah:

$$\alpha_j = \frac{1 - \left[ \frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln j + \alpha_1 \right]}{1 - \left[ \frac{\alpha_M - \alpha_1}{\ln M} \ln (j-1) + \alpha_1 \right]}$$

maka volume lalu lintas pada tahun  $j$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$V_j = (1 + e_j) V_{j-1} \quad \text{untuk } j = 2, 3, \dots, N$$

dimana:  $V_j$  adalah volume lalu lintas pada tahun ke  $j$ ;  $e_j$  adalah prediksi kesalahan lalu lintas pada tahun ke  $j$ ;

dan  $V_{j-1}$  adalah volume lalu lintas yang diprediksi pada tahun  $j-1$ .

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pembangunan konstruksi jalan direncanakan selama 2 (dua) tahun yaitu tahun 2015 dan 2016, dimana jalan tol direncanakan akan beroperasi pada tahun 2017. Dengan masa konsesi 35 tahun, maka masa operasional terhitung sejak tahun 2017 sampai dengan tahun 2050. Proyeksi pertumbuhan lalu lintas diperoleh dengan cara pemodelan dengan menggunakan data lalu lintas pada awal operasi (tahun 2017), dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 7% setiap tahun sejak awal operasi sampai tercapai kapasitas maksimum jalan. Proyeksi volume lalu lintas untuk masing-masing seksi pada ruas tol Medan – Binjai sebagai berikut:

Tabel 5 Proyeksi volume lalu lintas ruas Medan – Binjai

Golongan Kendaraan	Kendaraan/Hari Awal Operasi (2017)			Rata-rata
	Seksi-1	Seksi-2	Seksi-3	
Golongan I	7.881	13.106	12.537	11.175
Golongan II	1.918	3.190	3.052	2.720
Golongan III	822	1.367	1.308	1.166
Golongan IV	100	167	160	142
Golongan V	69	115	110	98
Jumlah	10.790	17.945	17.167	15.301

Berdasarkan tabel di atas, ruas jalan Tol Medan – Binjai direncanakan beroperasi awal tahun 2017 dengan volume lalu lintas awal 15.301 kendaraan/hari. Komposisi lalu lintas untuk kendaraan Golongan I, II, III, IV, dan V secara berturut-turut adalah 73,03 : 17,78 : 7,62 : 0,93 : 0,64 (dalam %). Dengan demikian, komposisi lalu lintas pada awal operasional ruas tol Medan – Binjai untuk setiap golongan adalah: 11.175, 2.720, 1.166, 142, dan 98 kendaraan/hari berturut-turut untuk Golongan I, II, III, IV dan V. Pertumbuhan lalu lintas normal dan stabil adalah 7% per tahun. Pertumbuhan lalu lintas selama masa peninjauan (*ramp-up period*) dan pengaruh risiko kesalahan prediksi dihitung dengan memanfaatkan studi empiris yang dilakukan oleh Standard & Poor's (2002).

Tingkat pertumbuhan lalu lintas pada periode peninjauan (*ramp-up period*) untuk risiko rendah adalah sebagai berikut:

$$g_2 = \left[ \frac{1 - \left( \frac{0\% - (-10\%)}{\ln 2} \ln 2 + (-10\%) \right)}{1 - \left( \frac{0\% - (-10\%)}{\ln 2} \ln 1 + (-10\%) \right)} \right] \times 7\% + \left[ \frac{1 - \left( \frac{0\% - (-10\%)}{\ln 2} \ln 2 + (-10\%) \right)}{1 - \left( \frac{0\% - (-10\%)}{\ln 2} \ln 1 + (-10\%) \right)} \right] - 1 = 17,70\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan lalu lintas risiko rendah pada masa peninjauan adalah sebesar 17,70%. Nilai ini jauh di atas nilai pertumbuhan lalu lintas stabil rencana sebesar 7%. Untuk penyederhanaan penyajian, maka proses perhitungan pertumbuhan lalu lintas selama periode peninjauan hanya ditampilkan untuk tingkat risiko rendah tahun kedua saja. Sementara hasil perhitungan selengkapnya ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 6 Pertumbuhan Lalu Lintas Selama Periode Peninjauan

Periode	Pertumbuhan Lalu Lintas (g) (%)		
	Risiko Rendah	Risiko Sedang	Risiko Tinggi
Tahun ke-2	17,70	13,58	13,48
Tahun ke-3	7,00	10,63	10,58
Tahun ke-4	7,00	9,49	9,46
Tahun ke-5	7,00	8,89	8,86
Tahun ke-6	7,00	7,00	8,50
Tahun ke-7	7,00	7,00	8,25
Tahun ke-8	7,00	7,00	8,07
Tahun ke-9	7,00	7,00	7,00

Berdasarkan hasil perhitungan seperti data pada Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan lalu lintas untuk lalu lintas risiko rendah akan stabil pada tahun ke-3, untuk lalu lintas risiko sedang akan stabil pada tahun ke-5, dan untuk lalu lintas risiko tinggi mulai stabil pada tahun ke-8. Kesalahan prediksi lalu lintas selama periode peninjauan (*ramp-up period*) dihitung dengan menggunakan data pada Tabel 1. Untuk tujuan praktis, proses perhitungan kesalahan prediksi pertumbuhan lalu lintas yang ditampilkan hanya untuk

tingkat risiko rendah pada tahun pertama sebagai berikut:

$$e_j = \frac{0\% - (-10\%)}{\ln 2} \ln 1 + (-10\%) = -10\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh hasil kesalahan prediksi pertumbuhan lalu lintas tahun pertama untuk lalu lintas risiko rendah adalah -10%. Nilai ini akan dipergunakan untuk menjustifikasi volume lalu lintas pada tahun pertama operasional untuk lalu lintas risiko rendah. Perhitungan dilakukan untuk masing-masing tingkat risiko (rendah, sedang, dan tinggi), selengkapnya ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 7 Kesalahan Prediksi Pertumbuhan Lalu lintas

Periode	Kesalahan Prediksi ( $e_i$ ), (%)		
	Risiko Rendah	Risiko Sedang	Risiko Tinggi
Tahun ke-1	-10,00	-20,00	-30,00
Tahun ke-2	0,00	-13,54	-23,33
Tahun ke-3	0,00	-9,76	-19,43
Tahun ke-4	0,00	-7,08	-16,67
Tahun ke-5	0,00	-5,00	-14,52
Tahun ke-6	0,00	-5,00	-12,77
Tahun ke-7	0,00	-5,00	-11,28
Tahun ke-8	0,00	-5,00	-10,00
Tahun ke-9	0,00	-5,00	-10,00

Tabel 8. Pertumbuhan Lalu lintas Selama Periode Penjajakan

Risiko	Periode <i>Ramp-Up</i>	Pertumbuhan Lalu lintas Selama Periode <i>Ramp-up</i> (kendaraan/hari)										Jumlah
		GOL I		GOL II		GOL III		GOL IV		GOL V		
		Awal	Adjusted	Awal	Adjusted	Awal	Adjusted	Awal	Adjusted	Awal	Adjusted	
rendah	2017	11.175	10.058	2.720	2.448	1.166	1.049	142	128	98	88	13.771
	2018	13.153	13.153	3.201	3.201	1.372	1.372	167	167	115	115	18.009
sedang	2017	11.175	8.940	2.720	1.904	1.166	933	142	114	98	78	11.969
	2018	12.693	10.974	3.089	2.369	1.324	1.145	161	139	111	96	14.724
	2019	14.042	12.671	3.418	2.754	1.465	1.322	178	161	123	111	17.019
	2020	15.374	14.286	3.742	3.118	1.604	1.491	195	182	135	125	19.202
	2021	16.741	15.904	4.075	3.483	1.747	1.659	213	202	147	139	21.388
tinggi	2017	11.175	7.823	2.720	1.904	1.166	816	142	99	98	69	10.711
	2018	12.682	9.723	3.087	2.367	1.323	1.014	161	124	111	85	13.313
	2019	14.023	11.298	3.413	2.750	1.463	1.179	178	144	123	99	15.469
	2020	15.349	12.791	3.736	3.113	1.602	1.335	195	163	135	112	17.514
	2021	16.709	14.283	4.067	3.477	1.743	1.490	212	181	147	125	19.557
	2022	18.129	15.814	4.413	3.849	1.892	1.650	230	201	159	139	21.653
	2022	19.624	17.410	4.777	4.238	2.048	1.817	249	221	172	153	23.838
	2024	21.207	19.087	5.162	4.646	2.213	1.991	269	243	186	167	26.134

Data pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perbedaan prediksi volume lalu lintas untuk masing-masing risiko lalu lintas cukup signifikan. Sebagai

perbandingan dapat dilihat jumlah volume lalu lintas tahun 2018 untuk lalu lintas risiko rendah diprediksi sebanyak 18.009 kendaraan/hari. Sedangkan untuk lalu lintas risiko sedang dan tinggi masing-masing

Dari data pada Tabel 7 menunjukkan bahwa kesalahan prediksi mulai stabil pada akhir tahun masa penajakan (*ramp-up period*) untuk masing-masing risiko lalu lintas. Kesalahan prediksi pertumbuhan lalu lintas untuk lalu lintas risiko rendah adalah -10% dan stabil 0% mulai tahun ke-2. Kesalahan prediksi pertumbuhan lalu lintas untuk lalu lintas risiko sedang tahun pertama adalah -20% dan mengalami penurunan hingga mencapai kestabilan -5% mulai tahun ke-5. Kesalahan prediksi pertumbuhan lalu lintas untuk risiko tinggi tahun pertama adalah -30% dan mengalami penurunan hingga mencapai kestabilan -10% mulai tahun ke-8.

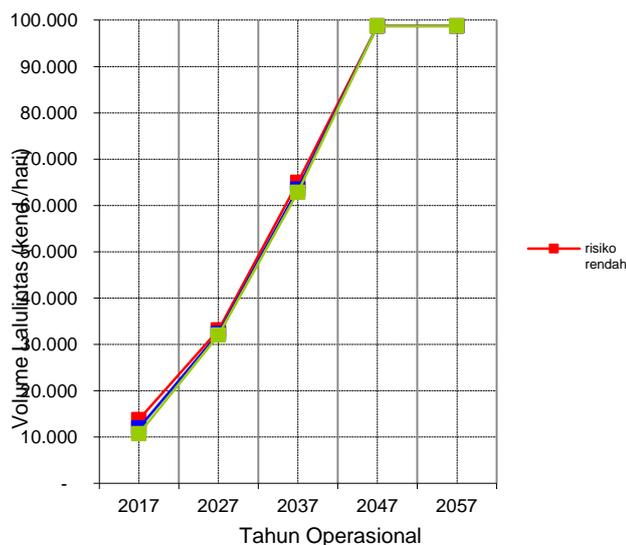
Volume lalu lintas untuk setiap tahun selama umur konsesi dapat diprediksi untuk masing-masing golongan kendaraan pada setiap tingkat risiko. Berikut ini dilakukan perhitungan prediksi volume lalu lintas untuk kendaraan Golongan I, pada tingkat risiko rendah, pada tahun kedua sebagai berikut.

$$V_{2(2018)} = (1 + 0,1770) \times 11.175 = 13.153 \text{ kendaraan per hari}$$

Pertumbuhan lalu lintas selama periode penajakan (*ramp-up period*) ditampilkan dalam tabel berikut:

diprediksi sebanyak 14.724 kendaraan/hari dan 13.313 kendaraan/hari.

Jalan tol Medan – Binjai didesain empat-lajur dua-arah terbagi (MW 4/2 D) yang dapat ditingkatkan menjadi enam-lajur dua-arah terbagi (MW 6/2D), dengan lebar lajur 3,60 meter. Berdasarkan MKJI 1979, kapasitas dasar adalah 2.300 smp/jam/lajur, dimana faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas adalah 1,00 (satu). Dengan demikian kapasitas jalan adalah sebesar 110.400 smp/hari. Dengan memasukkan faktor ekivalen mobil penumpang masing-masing 1, 1,6, 1,7, 1,7, dan 2,5 untuk masing-masing golongan kendaraan, maka diperoleh besar kapasitas jalan tol Medan – Binjai adalah 98.729 kendaraan/hari. Jika distribusi kendaraan untuk setiap golongan adalah 73,03:17,78:7,62:0,93:0,64 (dalam %) maka kapasitas jalan tol untuk setiap Golongan I, II, III, IV, dan V adalah 80.625, 12.268, 4.949, 604, dan 283 kendaraan/hari. Karena keterbatasan ruang, maka data prediksi pertumbuhan lalu lintas dan pencapaian kapasitas jalan tol dimulai sejak awal operasi sampai akhir masa konsesi untuk risiko rendah, sedang, dan tinggi hanya ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 2 Pertumbuhan Lalu lintas Sejak Awal Operasi

Berdasarkan grafik di atas dapat dijelaskan bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan volume lalu lintas yang relatif besar pada awal (10 tahun pertama) masa operasional. Hal ini dapat disimpulkan sebagai akibat dari faktor koreksi kesalahan prediksi lalu lintas yang cukup besar pada masa peninjauan, dan akibat adanya koreksi pertumbuhan lalu lintas pada masa peninjauan (*ramp-up period*). Untuk tingkat risiko rendah dan sedang, prediksi batas

ambang (jenuh) volume kendaraan pada jalan tol Medan – Binjai akan terjadi pada tahun 2045 (tahun ke-29 masa konsesi), sedangkan untuk tingkat risiko tinggi terjadi pada tahun 2046 (tahun ke-30 masa konsesi). Setelah tercapai batas ambang jenuh, maka pertumbuhan volume lalu lintas pada tahun berikutnya dianggap tetap (konstan). Informasi ini dapat dijadikan dasar untuk menaikkan kapasitas jalan melalui pelebaran atau penambahan jalur.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan mempertimbangkan adanya periode peninjauan (*ramp-up period*) dan kesalahan prediksi pertumbuhan lalu lintas selama periode peninjauan, maka dapat disimpulkan:

- Volume lalu lintas jalan tol Medan – Binjai pada awal operasi (2017) adalah sebesar 13.771 kendaraan/hari dengan distribusi kendaraan Golongan I: 10.058 kendaraan/hari, Golongan II: 2.448 kendaraan/hari, Golongan III: 1.049 kendaraan/hari, Golongan IV: 128 kendaraan/hari, dan Golongan V: 88 kendaraan/hari.
- Kapasitas maksimum jalan tol Medan – Binjai adalah sebesar 98.729 kendaraan/hari dengan distribusi Golongan I: 80.625 kendaraan/hari, Golongan II: 12.268 kendaraan/hari, Golongan III: 4.949 kendaraan/hari, Golongan IV: 614 kendaraan/hari, dan Golongan V: 283 kendaraan/hari.
- Apabila jalan tol Medan – Binjai mulai beroperasi tahun 2017, maka kapasitas maksimum tersebut akan tercapai pada tahun 2045 (tahun ke-29 dari masa konsesi). Dengan demikian, mulai tahun 2045, pertumbuhan volume lalu lintas akan jenuh dan mengalami stagnasi karena dibatasi oleh kapasitas jalan.
- Informasi ini dapat dijadikan dasar bagi operator jalan tol, BUJT dan BPJT selaku perwakilan pemerintah untuk melakukan peningkatan kapasitas jalan pada tahun 2045 melalui penambahan lajur dari empat-lajur dua-arah terbagi (MW 4/2 D) menjadi enam-lajur-dua-arah (MW 6/2 D).

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Abednego, M.P., and Ogunlana, S.O., 2006, Good Project Governance For Proper Risk Allocation In Public-Private Partnerships In

- Indonesia, *International Journal of Project Management*, 24 (7), 622–634.
- Alfian, 2011. Analisa Kelayakan Investasi Jalan Tol Pekanbaru – Dumai Dengan Penerapan Model NPV-at-Risk, *Jurnal TEPAK Manajemen Bisnis*, Volume III, Nomor 1, Juli 2011.
- Andreas Wibowo, 2005-a, Pendekatan Stokastik dan Deterministik Dalam Kajian Investasi Proyek Infrastruktur, *Prosiding 25 Tahun Pendidikan MRK di Indonesia*, 18-19 Agustus 2005, Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.
- Andreas Wibowo, 2005-b, Manajemen Risiko Dalam Industri Jalan Tol Yang Didanai Oleh Sektor Swasta di Indonesia, *Prosiding 25 Tahun Pendidikan MRK di Indonesia*, 18-19 Agustus 2005, Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung.
- Andreas Wibowo, 2005-c, Estimating General Threshold Traffic Levels of Typical Build, Operate, and Transfer Toll Road Projects in Indonesia, *Journal of Construction Management and Economics*, (Month 2005) 23, 1-10.
- Andreas Wibowo, dan Kochendörfer, B., 2005, Financial Risk Analysis of Project Finance in the Indonesian Toll Roads, *Journal of Construction Engineering and Management*, Volume 131, Nomor 9, 963-973.
- Bambang, S dan Muhamad, AB., 2012, Perkembangan Kebijakan Pembiayaan Infrastruktur Transportasi Berbasis Kerjasama Pemerintah Swasta Di Indonesia, *Jurnal Transportasi* Volume 12 Nomor 2: 93-102.
- Dani Widiatmoko, 2008, Model Stokastik Kelayakan Finansial Proyek Jalan Tol Berbasis Adjusted Present Value (APV) Studi Kasus Ruas Jalan Tol Dalam Kota Bandung, *Master Tesis*, Program Pasca Sarjana Teknik Sipil UNPAR, Konsentrasi Pengelolaan Jaringan Jalan, Bandung, 2008.
- Heni Fitriani, Puti Farida, dan Andreas Wibowo, 2006, Kajian Penerapan Model NPV-at-Risk Sebagai Alat Untuk Melakukan Evaluasi Investasi Pada Proyek Infrastruktur Jalan Tol, *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan*, Volume II, Nomor 1, Bandung
- \_\_\_\_\_, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta.
- \_\_\_\_\_, 2007, Keputusan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor 370/KPTS/M/2007, tanggal 31 Agustus 2007, tentang Penetapan Jenis Golongan Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Tol Yang Telah Beroperasi.
- \_\_\_\_\_, 2015, *Rencana Pembangunan High Grade Highway Sumatera*, PU-net, <http://www.pu.go.id/berita/7337/rencana-pembangunan-high-grade-highway-sumatra>, diakses pada 7 November 2015.
- \_\_\_\_\_, 2015, Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 117 Tahun 2015 Tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden Nomor 100 Tahun 2014 Tentang Percepatan Pembangunan Jalan Tol Di Sumatera.