



PENGARUH BEBAN KENDARAAN TERHADAP UMUR DESAIN PERKERASAN (STUDI KASUS JALAN NASIONAL LAMBARO – BATAS PIDIE PROVINSI ACEH)

Denny Firdaus^{a,*}, Muhammad Isya^b, Sofyan M. Saleh^c

^aMagister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

^{b,c}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

*Corresponding author, email address : dennyfirdaus83@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received 23 May 2018

Received in revised form 21 July 2018

Accepted 27 July 2018

Keywords:

Average Daily traffic, Traffic Load,
Construction Service Lifespan

ABSTRACT

Better capabilities of a vehicle (higher speeds, larger payloads) allows freight operators to perform "transport efficiency" (carrying goods as much as possible in one way that will provide benefits). This problem affects the cumulative equivalent standard axle (CESA) plan, which will experience a shift (Plans of CESA are reached before the service Period of the construction ends). The study is located on the eastern route of Aceh Province, especially on Lambaro-Pidie border. The purpose of this research was to know the relation of vehicle load with time, how to design pavement age and residual CESA value, in the service lifespan (time) of construction (10 years). The data used in this study was secondary data obtained from relevant agencies. The method used in this research was descriptive by doing comparison analysis to the relationship that happened. The data analysis and simulation were conducted in 3 scenarios, where Scenario 1 refers to the design data, Scenario 2 refers to the actual average daily traffic and the standard axle, and Scenario 3 refers to the actual LHR and actual axle load (Weigh in measurement results Motion-WIM). From the results of this study, it is known to simulate vehicle loads with time, Scenario 1 is $y = 1,0794x - 2171,3$, Scenario 2 $y = 0,4935x^2 - 1987,9x + 2E+06$, and Scenario 3 $y = 0,8605x^2 - 3466,3x + 3E+06$. The result of simulation lifespan of pavement design and CESA value, it is known that pavement design lifespan has decreased on average by 3.5 years, and CESA residual value is 42,138,92 thousand ESA.

©2018 Magister Teknik Sipil Unsyiah. All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Kemampuan kendaraan yang lebih baik (kecepatan lebih tinggi, muatan lebih besar), memberi kesempatan operator angkutan barang melakukan "effisiensi transportasi" (membawa muatan sebanyak-banyaknya dalam satu kali lintasan akan memberikan keuntungan). Masalah ini berdampak pada kumulatif beban sumbu kendaraan rencana (CESA / Cumulative Equivalent Standard Axle), yang akan mengalami pergeseran (CESA rencana tercapai sebelum umur layan konstruksi berakhir). Satuan Kerja P2JN (Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional) Aceh melaporkan ruas dengan kondisi baik 1224,84 KM (58,27%) sedang 759,33 KM (36,12%) rusak ringan 73,05 KM (3,48%) rusak berat 44,85 KM (2,13%), yang dibagi menjadi lima lintas bagian, pada penelitian ini hanya

meninjau salah satu lintas yaitu ruas jalan lintas timur khususnya pada ruas jalan Lambaro – Batas Pidie.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hubungan beban kendaraan dengan waktu, bagaimana umur perkerasan desain dan nilai CESA sisa, dalam rentang umur layan (waktu) konstruksi (10 tahun).

2. KAJIAN PUSTAKA

Jalan

Jalan adalah salah satu infrastruktur yang dioperasikan untuk prasarana pergerakan orang dan barang. Bila jalan tidak mampu melayani pergerakan orang dan barang secara lancar maka dapat berakibat lambatnya pertumbuhan ekonomi setempat (Sunarjono & Widodo, 2011).

Muatan Sumbu Terberat

Muatan sumbu terberat atau Maximum Standard Axle Load merupakan batasan maksimum beban sumbu tunggal roda ganda yang diizinkan melalui jalan umum yang besar-nya ditetapkan oleh masing-masing pengelola Negara. Di Indonesia muatan sumbu standar adalah 8 ton dan 10 ton (SNVT-P2JN, 2008).

Beban Sumbu Standar (*Standard Axle Load*)

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, kecepatan kendaraan, dll. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat diekivalensikan ke beban standar tersebut (Sukirman, 1995).

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2005), jumlah lintasan ekuivalen selama umur rencana dapat diketahui melalui kumulatif ekuivalen beban sumbu standar (CESA, Cumulative Equivalent Standard Axle). Untuk menentukan kumulatif ekuivalen beban sumbu standar selama umur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 1 berikut :

$$CESA = \sum_{\text{Traktor - Trailer}}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \quad (1)$$

dimana :

CESA: Kumulatif ekuivalen beban sumbu standar;

m : Jumlah masing-masing jenis kendaraan;

365 : Jumlah hari dalam satu tahun;

E : Ekuivalen beban sumbu;

C : Koefisien distribusi kendaraan;

N : Faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas.

Menurut Dirjen Bina Marga (2005), angka ekuivalen masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) juga bisa ditentukan menurut Tabel 1.

Tabel 1.

Ekuivalen beban sumbu kendaraan (E)

Beban Sumbu (ton)	Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)			
	Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)	Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)	Sumbu Tandem Roda Ganda (SDRG)	Sumbu Triple Roda Ganda (STrRG)
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,00070

Beban Sumbu (ton)	Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)			
	Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)	Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)	Sumbu Tandem Roda Ganda (SDRG)	Sumbu Triple Roda Ganda (STrRG)
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27895	0,08630
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,44188	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,43690
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,92830	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,63530	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,46320	1,38081

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2005)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan sesuai Tabel 2 berikut :

Tabel 2.

Koefisien distribusi kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan ringan*		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,50	0,70	0,50
3	0,40	0,40	0,50	0,475
4	-	0,30	-	0,45
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,20	-	0,40

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga (2005)

Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas ditentukan menurut Tabel 3 berikut :

Tabel 3.

Faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N)

n (tahun)	r (%)					
	2	4	5	6	8	10
1	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,1	2,12	2,16	2,21
3	3,09	3,18	3,23	3,28	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5	5,26	5,52	5,66	5,81	6,1	6,41
6	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,1
7	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,67	9,4	9,79	10,19	11,06	12,01
9	9,85	10,79	11,3	11,84	12,99	14,26
10	11,06	12,25	12,89	13,58	15,07	16,73
11	12,29	13,76	14,56	15,42	17,31	19,46
12	13,55	15,33	16,32	17,38	19,74	22,45
13	14,83	16,96	18,16	19,45	22,36	25,75
14	16,13	18,66	20,09	21,65	25,18	29,37
15	17,47	20,42	22,12	23,97	28,24	33,36
20	24,54	30,37	33,89	37,89	47,59	60,14
25	32,35	42,48	48,92	56,51	76,03	103,26
30	40,97	57,21	68,1	81,43	117,81	172,72

Beban Berlebih (*Overloading*)

Saleh (2009) menyatakan umumnya setiap pembangunan jalan sudah direncanakan sesuai dengan kriteria perencanaan yang berlaku. Namun sejauh ini *overloading* masih jarang dipertimbangkan dalam setiap perencanaan jalan. Oleh karena *overloading* dapat memperpendek umur pelayanan (efektif masa layan) jalan, maka kondisi ini perlu dimasukkan dalam perencanaan perkerasan jalan. Penurunan umur rencana jalan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 berikut ini.

$$EML = \frac{AE_{normal}}{AE_{overload}} \times UR \quad (2)$$

dimana :

dimana;

EML : Efektif Masa Layan

AE_{normal} : Angka ekivalen pada lalu lintas normal ($ESAL_{normal}$)

$AE_{overload}$: Angka ekivalen pada lalu lintas *overload* ($ESAL_{overload}$)

UR : Umur rencana perkerasan jalan

Lalu Lintas Harian Rata-rata

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), menyatakan bahwa arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu. Dari cara melakukan pengamatan, ada 2 (dua) jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT). LHR adalah arus lalu lintas yang diperoleh dari data selama pengamatan dibagi dengan lamanya pengamatan dinyatakan dalam kendaraan/hari.

3. METODE PENELITIAN

Sumber dan Metode Pengumpulan Data

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari Satuan Kerja P2JN dan penelitian Syafriana (2015). Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data LHR dan faktor pertumbuhan kendaraan (i), DED (Detailed engineering Design) tahun 2011 dari Satker P2JN Aceh.
2. Data LHR Tahun 2012 s/d 2016 dari Satker P2JN Aceh.
3. Data Ekivalen Beban Sumbu dari penelitian Syafriana (2015).

Pengolahan dan Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif yaitu dengan melakukan analisis perbandingan terhadap hubungan yang terjadi (hubungan beban kendaraan dengan waktu, bagaimana umur perkerasan desain dan nilai CESA sisa, dalam rentang umur layan (waktu) konstruksi (10 tahun)). Analisis dan simulasi data dilakukan dalam 3 skenario, dimana Skenario 1 mengacu pada data desain, Skenario 2 mengacu pada lalu lintas harian rata-rata (LHR) aktual dan sumbu standar, dan Skenario 3 mengacu pada LHR aktual dan beban sumbu aktual (hasil pengukuran *Weigh in Motion-WIM*).

Perhitungan Nilai CESA menggunakan persamaan 1, dan perhitungan efektif umur layan menggunakan persamaan 2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Jenis Kendaraan

Data LHR aktual yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari Satker P2JN Aceh. Dari data tersebut selanjutnya disusun karakteristik LHR berdasarkan jenis kendaraan selama tahun 2011 s/d 2016, yang diperlihatkan pada Gambar 2 dan angka pertumbuhan untuk setiap jenis kendaraan (r) pertahunnya (2011 s/d 2016) diperlihatkan pada Gambar 3.

Terdapat 2 jenis kendaraan yang tidak digunakan dalam menggambarkan karakteristik dan tingkat pertumbuhan untuk setiap jenis kendaraan, yaitu jenis kendaraan motor (veh.1) dan tidak bermotor (veh.8), kedua jenis kendaraan ini tidak dipergunakan dalam analisis beban kendaraan.

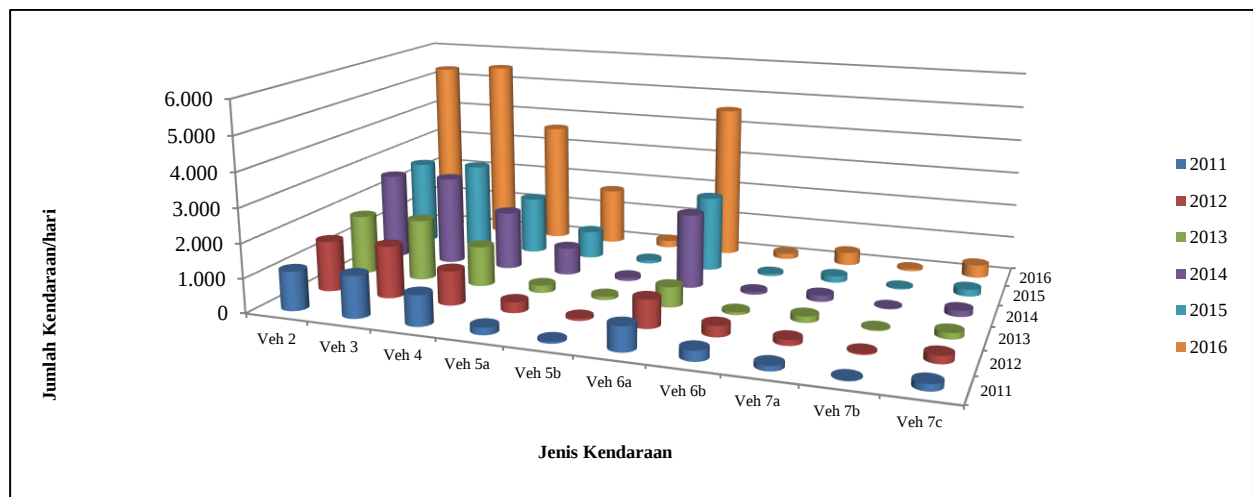
Gambar 2 dan 3 memperlihatkan karakteristik dan tingkat pertumbuhan untuk masing-masing jenis kendaraan. Jumlah LHR tahun 2011 sampai dengan 2016 dan tingkat pertumbuhan rata-rata kendaraan diperlihatkan pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4.

Tingkat pertumbuhan rata-rata kendaraan tahun 2011 - 2016

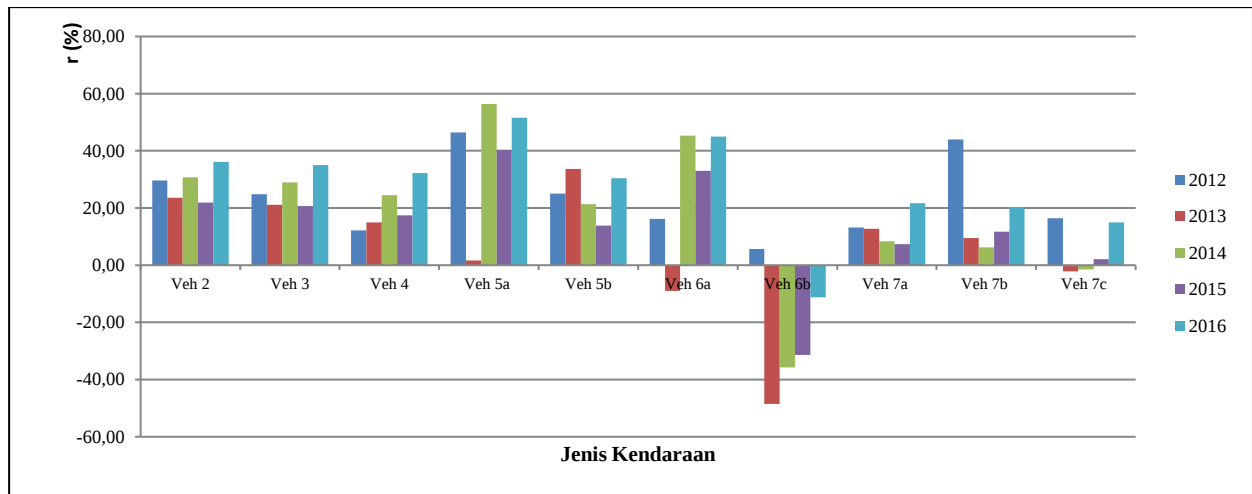
No	Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan/ hari	Pertumbuhan rata-rata (r) pertahun
1	Veh 3 : Mobil Penumpang	15255	26,121
2	Veh 2 : Sedan/Jeep	14797	28,411
3	Veh 6a : Truk Ringan 2 As	11096	26,111
4	Veh 4 : Mobil Barang	10111	20,248
5	Veh 5a : Bus Kecil	4050	39,265
6	Veh 7c : Semi Trailer	1356	5,975
7	Veh 7a : Truk 3 As	1249	12,659
8	Veh 6b : Truk Sedang 2 As	1001	-24,245
9	Veh 5b : Bus Besar	631	24,832
10	Veh 7b : Trailer	223	18,375

Jumlah LHR untuk seluruh jenis kendaraan dari tahun 2011 s/d 2016 adalah sebanyak 59.769 kendaraan/hari dengan pertumbuhan rata-rata kendaraan (r) sebesar 34,92% pertahun.



Gambar 1.

Grafik Karakteristik Jenis kendaraan dari Tahun 2011 s/d 2016

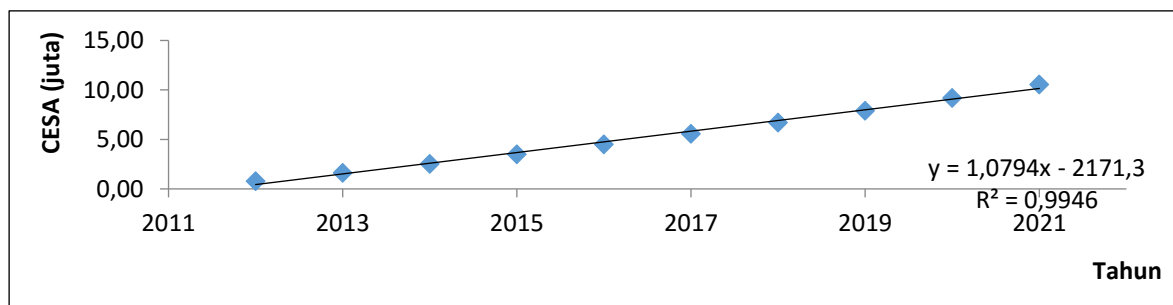


Gambar 2.

Grafik Tingkat Pertumbuhan kendaraan dari Tahun 2011 s/d 2016

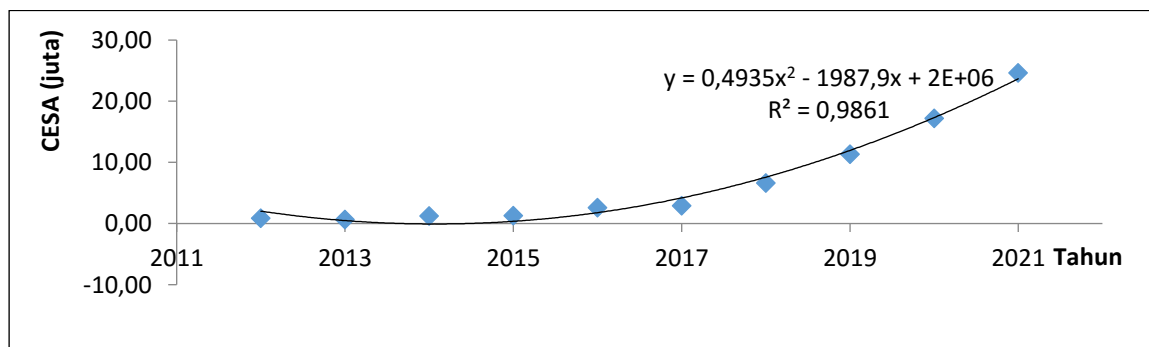
Beban Kendaraan

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan, dan konstruksi perkerasan direncanakan dengan sejumlah repetisi beban kendaraan. Umur konstruksi perkerasan jalan pada umumnya direncanakan selama 10 tahun (kondisi ini sebelum penerapan manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2013, yang diterbitkan oleh Dirjen Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum), dimana angka 10 tahun merupakan umur minimal konstruksi yang dipersyaratkan dalam Undang-undang Jasa Kontruksi. Beban kendaran ditransformasikan ke dalam angka ekuivalen beban sumbu standar. Untuk memenuhi umur perkerasan, maka perhitungan umur rencana perkerasan jalan ditransformasikan menjadi kumulatif ekuivalen beban sumbu standar (*CESA*).



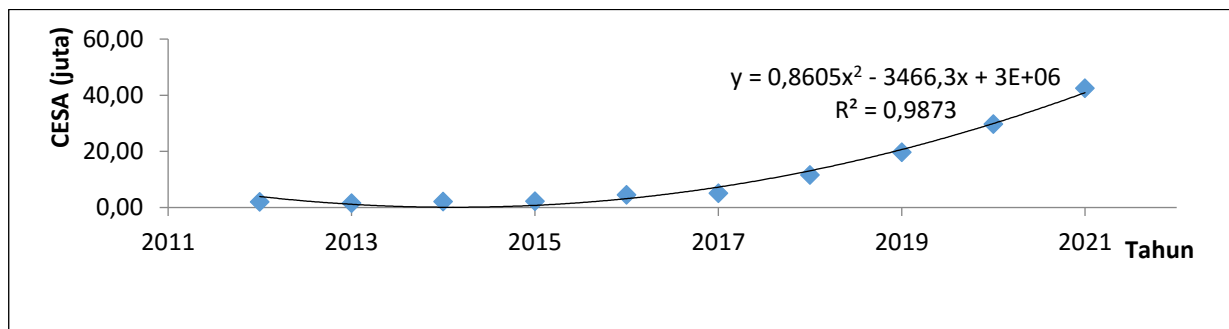
Gambar 3.

Grafik CESA skenario 1



Gambar 4.

Grafik CESA skenario 2



Gambar 5.

Grafik CESA skenario 3

Penelitian ini melakukan analisis dalam bentuk simulasi nilai *CESA* selama umur layan konstruksi perkerasan jalan (10 tahun), simulasi dilakukan dalam 3 skenario.

Gambar 2 s/d 6, memperlihatkan grafik hubungan beban kendaraan dengan waktu (selama periode umur perkerasan), dimana dari hasil analisis regresi diketahui hubungan yang terjadi untuk Skenario 1 dengan $y = 1,0794x - 2171,3$, Skenario 2 dengan $y = 0,4935x^2 - 1987,9x + 2E+06$, dan Skenario 3 dengan $y = 0,8605x^2 - 3466,3x + 3E+06$. Total nilai *CESA* selama periode umur perkerasan untuk ke 3 skenario adalah sebesar 243,146 juta ESA, dimana Skenario 1 memiliki proporsi 21,78%, Skenario 2 dengan 28,49%, dan Skenario 3 dengan 49,73%.

Total nilai *CESA* untuk Skenario 1 adalah sebesar 52,956 juta ESA dengan proporsi untuk tiap jenis kendaraan (yang terdefiniskan), dari golongan 5b sebesar 85,83%, golongan 7a sebesar 11,38%, golongan 2 sebesar 0,25%, dan golongan 6b sebesar 2,53%. Kontribusi nilai *CESA* terbesar diberikan oleh jenis kendaraan golongan 5b, hal ini dipengaruhi oleh nilai *LHR* (tahun dasar, Tahun 2011) sebesar 1.492 kendaraan/hari dan nilai *E* sebesar 2,448 ESA.

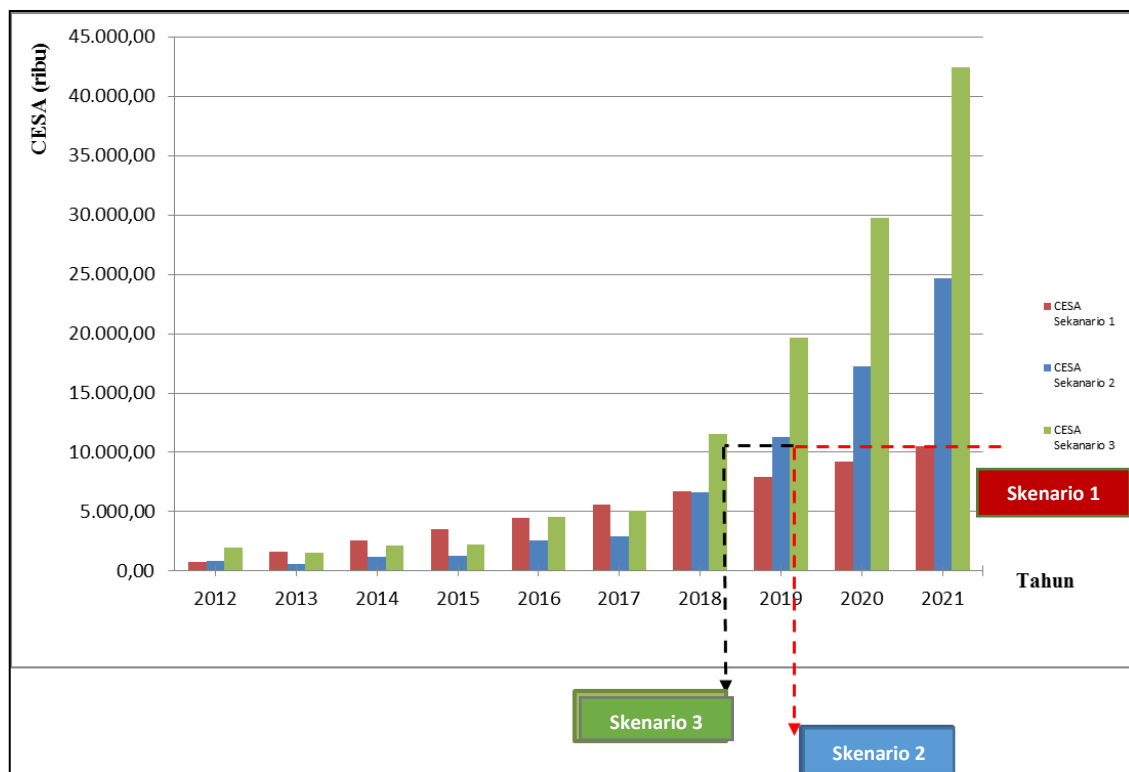
Total nilai *CESA* untuk Skenario 2 adalah sebesar 69,278 juta ESA dengan proporsi untuk tiap jenis kendaraan (yang terdefiniskan), dari golongan 2 sebesar 0,09%, golongan 3 sebesar 0,10%, golongan 4 sebesar 0,06%, golongan 5a sebesar 18,5%, golongan 5b sebesar 3,92%, golongan 6a sebesar 50,00%, golongan 6b sebesar 3,22%, golongan 7a sebesar 8,61%, golongan 7b sebesar 2,51%, dan golongan 7c sebesar 12,98%. Kontribusi nilai *CESA* terbesar diberikan oleh jenis kendaraan golongan 6a, hal ini dipengaruhi oleh nilai *LHR* Tahun 2011 sebesar 711 kendaraan/hari dan *LHR* tahun 2016 sebesar 4.562 kendaraan/hari, serta nilai *E* sebesar 1,47006 ESA.

Total nilai *CESA* untuk Skenario 3 adalah sebesar 120,911 juta ESA dengan proporsi untuk tiap jenis kendaraan (yang terdefiniskan), dari golongan 2 sebesar 1,36%, golongan 3 sebesar 1,40%, golongan 4 sebesar 0,92%, golongan 5a sebesar 10,60%, golongan 5b sebesar 3,14%, golongan 6a sebesar 28,65%, golongan 6b sebesar 5,37%, golongan 7a sebesar 27,86%, golongan 7b sebesar 27,86%, dan golongan 7c sebesar 13,31%. Kontribusi nilai *CESA* terbesar diberikan oleh jenis kendaraan golongan 6a, hal ini dipengaruhi oleh nilai *LHR* Tahun 2011 sebesar 711 kendaraan/hari dan *LHR* tahun 2016 sebesar 4.562 kendaraan/hari, serta nilai *E* sebesar 1,47006 ESA.

Nilai *r* yang dipergunakan pada simulasi *CESA* untuk skenario 2 dan 3, adalah sebesar 10 %, sedangkan nilai *r* aktual hasil analisis sebesar 34,92%. Hasil analisis ini memperlihatkan terjadi pelonjakan pertumbuhan lalu lintas yang signifikan, hampir untuk semua jenis kendaraan setelah ruas jalan ini dioperasikan pasca pembangunan. Pemilihan nilai *r* sebesar 10%, dengan mempertimbangkan nilai *r* yang dipergunakan dalam DED, yaitu sebesar 6%, sehingga interpretasi yang dipilih tidak begitu jauh dari dasar perencanaan.

Umur Desain Perkerasan

Gambar 5 memvisualisasikan hasil simulasi beban kendaraan dalam bentuk grafik hubungan beban kendaraan dengan waktu, untuk ke 3 skenario. Dari hasil simulasi tersebut untuk Skenario 2, yang disusun berdasarkan LHR aktual dan nilai E standar, memperlihatkan umur perkerasan rencana berakhir pada tahun ke 8 (Tahun 2019), atau berakhir 3 tahun lebih cepat dari yang direncanakan. Selisih nilai CESA Skenario 2 sebesar 16,322 juta ESA dari 52,956 juta ESA yang direncanakan. Skenario 3 (berdasarkan LHR aktual dan nilai E aktual), umur perkerasan rencana berakhir pada tahun ke 7 (Tahun 2018), atau berakhir 4 tahun lebih cepat dari rencana. Selisih nilai CESA Skenario 3 sebesar 67,955 juta ESA dari 52,956 juta ESA yang direncanakan. Rata-rata nilai CESA sisa adalah 42,138 juta ESA, untuk Skenario 2 dan 3.



Gambar 6.

Grafik Beban Kendaraan dengan Waktu (selama periode umur perkerasan), untuk ke 3 Skenario

Analisis efektif masa layan hanya dilakukan untuk kondisi Skenario 3 (LHR aktual dan beban aktual) dengan menggunakan persamaan 2.5 (perhitungan diperlihatkan pada Lampiran C.3, halaman 103), dengan hasil umur perkerasan berakhir pada 5,7 tahun masa layan, atau 4,3 tahun lebih cepat dari yang direncanakan. Hasil simulai dan analisis dengan menggunakan persamaan 2.5, memperlihatkan hasil yang relatif sama.

Persamaan 2.5 hanya dikhususkan bagi kondisi *overloading*, dan beban aktual yang digunakan pada Skenario 3, merupakan hasil penelitian Syafriana 2015 (hasil penelitian memperlihatkan *overloading* terjadi dari hasil pengukuran WIM), sehingga persamaan 2.5, tidak dapat diterapkan untuk kondisi penggunaan nilai E standar pada Skenario 2.

Penurunan efektif rata-rata umur masa layan untuk Skenairo 2 dan 3 yang terjadi adalah sebesar 3,5 tahun. Selisih penurunan umur layan dengan menggunakan silumlasi dan persamaan 2.5 adalah sebesar 8 bulan, hal ini dipengaruhi oleh angka pembulatan yang diambil dalam pendefinisian penurunan umur masa layan, hyang dihasilkan dari simuasi.

Selisih penurunan efektif masa layan, dari umur rencana perkerasan, untuk Skenario 2 dan 3 adalah 1 tahun masa layan. Kondisi ini memperlihatkan nilai LHR aktual dan nilai r aktual lebih mempengaruhi penurunan efektif umur layan, dibandingkan overloading, hal ini dapat dilihat dari pergerakan nilai CESA yang relatif mendekati sama dari Tahun 2012 sampai dengan Tahun 2017. Pergerakan nilai CESA yang relatif sama ini dipengaruhi oleh tidak terdefinisiannya jenis kendaraan golongan 6a pada penelitian Syafriana (2015) yang dipergunakan pada Skenario 3, sedangkan pada Skenario 2, jenis kendaraan ini memberikan kontribusi beban terbesar dengan proporsi 50 % dari total CESA. Pergerakan nilai CESA baru terlihat signifikan setelah Tahun 2017, kondisi ini dipicu oleh LHR yang digunakan merupakan hasil analisis dengan nilai r sebesar 10 % dengan Tahun dasar 2016, dimana pada tahun ini terjadi pelonjoran LHR yang cukup besar hampir dari semua jenis kendaraan.

Kondisi terbalik diperlihatkan untuk total nilai CESA, dari hasil simulasi diketahui nilai CESA Skenario 3 lebih besar 2,28 kali Skenario 1, dan Skenario 2 lebih besar 1,3 kali Skenario 1. Dari Kondisi ini dapat diketahui, bahwa beban kendaraan akibat overloading lebih mempengaruhi total nilai CESA, yang akan berdampak pada tebal perkerasan apabila terapkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hubungan beban kendaraan dengan waktu, berdasarkan volume kendaraan dalam masa layan umur konstruksi perkerasan (10 tahun), untuk Skenario 1 adalah $y = 1E+06x - 2E+09$, Skenario 2 dengan $y = 2E+06x - 5E+09$, dan Skenario 3 dengan $y = 4E+06x - 8E+09$.
2. Umur perkerasan disain mengalami penurunan 3 tahun, serta nilai CESA sisa sebesar 16,322 juta ESA (Skenario 2), dan penurunan 4 tahun, serta nilai CESA sisa sebesar 67,955 juta ESA (Skenario 3).

Saran

penelitian selanjutnya disarankan, dilakukan pada ruas jalan dengan fungsi jalan kota, sehingga dapat dilakukan perbandingan perkembangan beban kendaraan yang terjadi, dan pengaruhnya terhadap biaya pemeliharaan jalan dalam mempertahankan umur layan konstruksi..

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Pedoman Kontruksi dan Bangunan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Tata Perdesaan.
- Direktorat Jenderal Bina Marga 2005, *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan*, (Pd. T-05-2005-B), Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Saleh, S. M. 2009, *Kebijakan Sistem Transportasi Barang Multimoda untuk & Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (Studi Kasus: Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam)*, Disertasi Tidak Diterbitkan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Saleh, S. M., Sjafruddin, A., Tamin, O. Z., Frazila, R. B. 2009, *Pengaruh Muatan Truk Berlebih terhadap Biaya Pemeliharaan Jalan*, Jurnal Transportasi, Vol. 9 (1): 79-89
- SNVT-P2JN 2008, *Laporan Survei Weigh in Motion (WIM) di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam (NAD)*, SNVT-P2JN, Aceh.
- Sukirman, S. 1995, *Perkembangan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sunarjono, S & Widodo, N 2011, *Tinjauan Kritis Terhadap Pelaksanaan Penanganan Kerusakan Jalan*, Jurnal Simposium Nasional RAPI X FT UMS, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.