

Analisis Dampak Beban *Overloading* Kendaraan pada Struktur Rigid Pavement Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simp Lago – Sorek Km 77 S/D 78)

Leo Sentosa

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau Gedung C lantai 2, Kampus Bina Widya, Panam Kel. Simpang Baru, Pekanbaru. 28293, E-mail: leo.sentosa0@gmail.com

Asri Awal Roza

Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Kampus Bina Widya, Panam Kel. Simpang Baru, Pekanbaru 28293, E-mail: Asryassyarief@yahoo.co.id

Abstrak

Sebagai salah satu jalan negara, Jalan Lintas Timur Sumatera memiliki peran penting dalam pengembangan perekonomian nasional. Terutama pada ruas Lago - Sorek, ada beberapa daerah industri seperti pabrik pulp dan kertas, serta minyak sawit mentah (CPO). Masalah yang berulang kali terjadi adalah kerusakan jalan dan pengurangan umur layanan perkerasan jalan, hal ini sering disebabkan oleh kelebihan beban kendaraan. Evaluasi perkerasan kaku dilakukan pada ruas jalan Lago - Sorek di Km 77-78. Untuk mengevaluasi struktur perkerasan kaku digunakan metode AASHTO 1993. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumbu beban kendaraan lebih dari 17,98% melebihi beban gandar maksimum. Jika dihitung dengan kondisi overload maka terjadi penurunan umur layanan sebesar 8 tahun dari 20 tahun umur rencana. Jika dihitung menggunakan persamaan kehidupan Sisa dari, AASHTO 1993 penurunan dalam kehidupan pelayanan usia 25,94%. Jika di hitung menggunakan persamaan Remaining life dari AASHTO 1993, terjadi pengurangan umur layanan sebesar 25,94%.

Kata-kata Kunci: Perkerasan kaku, overloading, esa (gandar standard setara), umur perkerasan.

Abstract

As one of the state road, Jalan Lintas Timur Sumatra have an important role in the development of national economy. Primarily on Lago - Sorek section, there are several industrial areas such as pulp and paper mills, and Crude Palm Oil (CPO). A recurring problem is the damage to roads and reduction of age service life, this is often caused by overloaded vehicles. Rigid pavement evaluation conducted at Lago - Sorek road section at Km 77-78. AASHTO 1993 method used to evaluate the structure of rigid pavement on the road. The results showed that the load axis is more than 17.98% vehicles exceeding the maximum axle load. Based on the cumulative ESAL overload conditions the decline in the age of 8 years of service life of 20 year design life. If calculated using the equation Remaining life of the AASHTO 1993, a reduction in service life of the age of 25.94%.

Keywords: Rigid pavement, overloading, esa (equivalent standard axle), pavement life design.

1. Pendahuluan

Jalan Nasional Lintas Timur merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan antara batas Provinsi Sumatra Utara melalui Provinsi Riau menuju batas Provinsi Jambi dengan panjang jalan \pm 643,64 km. Keberadaan jalan ini sangat penting dalam pembangunan wilayah Riau, hal ini dibuktikan dengan adanya kawasan industri di sepanjang ruas jalan tersebut seperti pabrik *Pulp and Paper*, *Plywood*, perkebunan sawit dan pabrik *Crude Palm Oil* (CPO). Pembangunan jalan ini telah memberikan sumbangan yang tinggi terhadap perkembangan ekonomi di wilayah Riau. Perkembangan ekonomi tersebut diikuti

dengan pertumbuhan lalu lintas yang terjadi di ruas jalan ini, baik dari segi jumlah kendaraan dan beban yang diangkut. Menurut survei yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau, 45% kerusakan jalan yang ada di Riau disebabkan oleh beban berlebih dari kendaraan. Beban sumbu kendaraan yang diizinkan untuk melewati jalan adalah seberat 8 ton, namun pada kenyataannya beban sumbu kendaraan yang melewati jalan umumnya melebihi 75% dari berat yang diizinkan (Firdaus, 1999).

Helmi (1999) menyatakan pengaruh muatan lebih pada kenaikan daya rusak jalan jauh lebih besar dari pada persentase kelebihan muatan yang dilanggar.

Sedangkan Firdaus (1999) menyatakan kelebihan muatan 85,25% pada kendaraan 2 as akan menaikkan *damage factor* sebesar 1077,81%, kelebihan muatan 82,20% pada kendaraan 3 as akan menaikkan *damage factor* sebesar 1001,92%. Salah satu penyebab muatan berlebih masih terjadi adalah karena lemahnya penegakan hukum terhadap pelaku pelanggaran muatan berlebih, sedangkan peningkatan kerusakan jalan yang terjadi lebih besar dari kemampuan pendanaan yang tersedia untuk penanganan jalan.

Tiap tahun ruas jalan Simpang Lago - Sorek pada Km 73 - Km 84, pada musim hujan selalu digenangi oleh air banjir yang terjadi akibat meluapnya Sungai Nilo. Sehingga mengakibatkan terputusnya transportasi di Lintas Timur. Dikarenakan pentingnya fungsi dari jalan ini maka pemerintah meninggikan badan jalan 1-3 m dan jenis konstruksinya menggunakan perkerasan kaku (jalan beton) yang penanganannya dimulai sejak tahun anggaran 2003 sampai tahun 2005. (Wijaya dan Syaputra, 2005).

2. Kajian Pustaka

2.1 Perkerasan kaku

Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi bila dibandingkan dengan perkerasan lentur, sehingga lebih sering disebut dengan perkerasan kaku atau *rigid pavement* (Anas Ali, 2000). Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas. Sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Struktur perkerasan kaku secara tipikal sebagaimana terlihat pada **Gambar 1**.

2.2 Muatan sumbu terberat

Muatan sumbu adalah jumlah tekanan roda dari satu sumbu kendaraan terhadap jalan. Jika dilihat pada PP nomor 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan dapat disimpulkan bahwa muatan sumbu terberat adalah beban sumbu salah satu terbesar dari beberapa beban sumbu kendaraan yang harus dipikul oleh jalan. Pada Undang-undang No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, pengelompokan jalan menurut kelas jalan terdiri atas:

- Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 10 ton
- Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor

dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton

- Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton
- Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

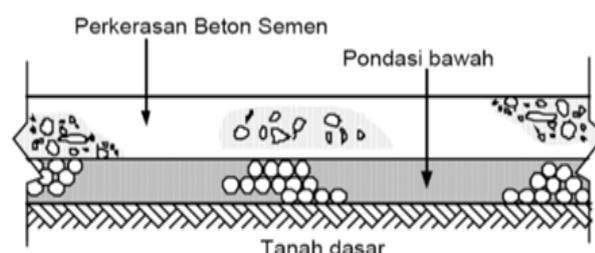
2.3 Beban sumbu standar (*standard axle load*)

Konstruksi perkerasan jalan direncanakan dengan sejumlah repetisi beban kendaraan dalam satuan *standard axle load (SAL)* sebesar 18.000 lbs atau 8,16 ton untuk as tunggal roda ganda (*singel axle dual wheel*). Di lapangan berat dan konfigurasi sumbu kendaraan di dalam perhitungan perkerasan perlu terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam *equivalent standard axle load (ESAL)*. Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (E) adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb). Menurut Koestalam dan Sutoyo (2010) formulasi perhitungan angka ekuivalen (E) yang diberikan oleh Bina Marga dapat dilihat pada rumus berikut.

$$E = k \left(\frac{L}{8,16} \right)^4 \quad (1)$$

Dengan:

- E : Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan
 L : Beban sumbu kendaraan (ton)
 k : 1 untuk sumbu tunggal
 0,086 untuk sumbu tandem
 0,031 untuk sumbu triple



Gambar 1. Tipikal struktur perkerasan beton semen
 (Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2003)

2.4 Perencanaan perkerasan kaku metode AASHTO 1993

AASHTO (1993) memberikan persamaan untuk menentukan tebal pelat yaitu sebagai berikut:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 7,35 \log_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{p_0 - p_t}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32pt) \times \log_{10} \frac{s'_c \times C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c : k)^{0,25}} \right]}$$

Dengan:

W_{18} : Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL)

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 36 \quad (3)$$

Z_R : Standar normal deviasi

S_0 : Standar deviasi

D : Tebal pelat (inchi)

ΔPSI : Serviceability loss (po – pt)

p_0 : Initial serviceability

p_t : Terminal serviceability index

S_c' : Modulus of rupture (psi)

C_d : Drainage coefficient

J : Load transfer coefficient

E_c : Modulus elastisitas tanah (psi)

K : Modulus reaksi tanah (pci)

2.5 Umur sisa perkerasan (remaining life)

Umur sisa perkerasan merupakan konsep kerusakan fatik/lelah yang diakibatkan oleh beban repetisi kendaraan secara berulang-ulang yang merusak perkerasan dan mengurangi kapasitas beban repetisi yang dapat ditanggung oleh suatu perkerasan hingga perkerasan tersebut mengalami keruntuhan (*failure*). AASHTO (1993) memberikan rumus untuk menentukan umur sisa perkerasan yaitu:

$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right] \quad (4)$$

Dengan :

RL : Remaining life (%)

N_p : Total traffic yang telah melewati perkerasan (ESAL)

$N_{1,5}$: Total traffic pada kondisi perkerasan berakhir (*failure*) (ESAL)

3. Metodologi Penelitian

Data primer terdiri atas data volume lalu lintas harian rata-rata (LHR), data kemiringan melintang permukaan jalan dan data tipe dan jumlah kerusakan jalan. Data LHR didapatkan dengan melakukan survei pencacahan lalu lintas secara manual pada ruas jalan Simpang Lago-Sorek. Data LHR tersebut merupakan data Tahun ke-5 dari masa layan perkerasan. Sedangkan untuk memprediksi LHR pada tahun yang lainnya selama umur layan didekati dengan persamaan berikut:

$$LHR_n = LHR_1 \times (1+i)^n \quad (5)$$

Pertumbuhan lalu lintas per tahun dihitung dengan mengubah **Persamaan 5** menjadi persamaan berikut:

$$i = \sqrt[n]{\frac{LHR_1}{LHR_n}} \quad (6)$$

Dengan:

i : Faktor pertumbuhan

n : Tahun ke-n

LHR_0 : LHR tahun awal

LHR_n : LHR tahun ke-n

Data sekunder berupa data perencanaan dan berat kendaraan. Data perencanaan struktur perkerasan jalan yang ditinjau didapatkan dari Laporan Kerja Praktek Wijaya dan Syaputra (2005). Data berat kendaraan diperoleh dari data timbangan terminal barang Kota Dumai dan jembatan timbang Balai Raja Duri untuk kendaraan bermuatan muatan barang selain kayu, serta dari PT. RAPP untuk muatan kayu. Data yang didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan beberapa skenario sebagai berikut ;

- Skenario 1, menggunakan data LHR dan berat kendaraan berdasarkan hasil perencanaan. Skenario ini diasumsikan sebagai kondisi normal dan dipakai sebagai dasar analisis.
- Skenario 2, menggunakan data LHR hasil survei dan beban dari data timbangan Balai Raja Duri untuk kendaraan barang non kayu dan beban dari PT RAPP untuk kendaraan angkutan kayu.
- Skenario 3, menggunakan data LHR hasil survei dan beban dari data timbangan terminal barang Dumai untuk kendaraan barang non kayu dan beban dari PT RAPP untuk kendaraan angkutan kayu.

Berat kendaraan dibagi berdasarkan distribusi beban sumbu kendaraan yang sesuai dengan jenis/golongan kendaraan. Angka ekuivalen didapatkan dengan menyubstitusikan beban sumbu kendaraan pada

Persamaan 1. Analisis kumulatif ESAL yaitu analisis lalu lintas dengan menyubstitusikan nilai LHR, angka ekuivalen dan koefisien yang dibutuhkan ke dalam **Persamaan 3.** Dari perhitungan ini akan didapatkan nilai kumulatif ESAL pada tahun pertama jalan dibuka sampai dengan akhir umur rencana. Analisis umur sisa pelayanan perkerasan didapatkan dengan **Persamaan 4** yaitu membandingkan nilai ESAL pada tahun survei dengan nilai ESAL pada akhir umur rencana. Dari analisis ini akan didapat besar persentase umur sisa dari perkerasan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Volume lalu lintas harian dan faktor pertumbuhan lalu lintas

Selain menggunakan data LHR hasil perencanaan juga dilakukan survei LHR langsung di lapangan pada ruas jalan tersebut. Survei dilakukan selama 3 hari yaitu dimulai pada tanggal 7 Desember 2010 hingga 9 Desember 2010. Pertumbuhan lalu lintas per tahun dihitung dengan **Persamaan 6.**

Contoh perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas untuk mobil penumpang sebagai berikut:

$LHR_1 = 1985$ Kend./hari (dari data perencanaan, Tahun 2005)

$LHR_n = 2816$ Kend./hari (Dari hasil survei LHR, Tahun 2010)

$n = 2010 - 2005 = 5$ tahun

$$i = \sqrt[n]{\frac{LHR_1}{LHR_n}} = \sqrt[5]{\frac{1985}{2816}} = 0,0724 = 7,24\% \quad (7)$$

Perbandingan data LHR perencanaan dengan data LHR hasil survei serta besaran faktor pertumbuhan lalu lintas, seperti pada **Tabel 1.**

4.2 Data berat kendaraan

Data berat kendaraan khususnya kendaraan barang merupakan berat rata-rata kendaraan hasil penimbangan di Jembatan Timbang Balai Raja Duri, Terminal Barang Dumai dan PT. RAPP. Sedangkan kendaraan selain kendaraan barang menggunakan berat dari kendaraan dari data perencanaan. Data berat kendaraan tersebut seperti pada **Tabel 2.**

Tabel 1. Data survei volume lalu lintas harian rata-rata

No	Jenis Kendaraan	LHR Perencanaan (Kend./hari)	LHR Hasil Survei (Kend./hari)	Pertumbuhan Lalu Lintas (i)
Kendaraan Umum				
1	Mobil Penumpang	1985	2816	0.0724
2	Bus Kecil	52	47	-0.0200
3	Bus Besar	118	87	-0.0591
4	Pick Up	-	593	
5	Truk 2 As Ringan	-	736	
6	Truk 2 As Berat	653	393	-0.0966
7	Truk 3 As Berat	460	599	0.0542
8	Truk 4 As Berat	-	33	
9	Trailer	201	14	-0.4103
Kendaraan Kayu				
1	Truk 2 As Berat	85	-	
2	Truk 3 As Berat	352	140	-0.1680
3	Truk 4 As Berat (1.2.2.2)	-	7	
4	Truk 4 As Berat (1.1.2.2)	-	23	
5	Truk 5 As Berat	-	40	
6	Trailer	9	-	
Kendaraan Kosong				
1	Truk 2 As Ringan	-	26	
2	Truk 2 As Berat	-	42	
3	Truk 3 As Berat	-	166	
4	Truk 4 As Berat (1.2.2.2)	-	6	
5	Truk 4 As Berat (1.1.2.2)	-	28	
6	Truk 5 As Berat	-	31	
7	Trailer	-	4	

Tabel 2. Data berat kendaraan yang digunakan dalam analisis

No.	Jenis Kendaraan	Berat Kendaraan (Ton)			
		Data Perencanaan	Jembatan Timbang Duri	Terminal Barang Dumai	PT RAPP
1	Pick Up		6,000		
2	Truk 2 As Ringan	8	8,416	22,974	
3	Truk 2 As Berat	18	17,706	23,364	
4	Truk 3 As Berat	25	22,427	36,679	39,475
5	Truk 4 As Berat (1.1.2.2)	42	33,109	46,094	53,066
6	Truk Trailer	42	50,4	49,025	63,321

4.3 Muatan sumbu terberat

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi beban sumbu dan jenis sumbu tiap kendaraan dapat diperoleh kelebihan beban sumbu kendaraan yang terdapat pada **Tabel 3**.

4.4 Perbandingan Angka Ekuivalen (AE) Kendaraan atau Vehicle Damage Factor (VDF)

Angka ekuivalen (AE) kendaraan atau *Vehicle Damage Factor (VDF)* dihitung dengan menjumlahkan Angka ekuivalen masing-masing sumbu kendaraan. Perhitungan Angka ekuivalen beban sumbu masing-masing kendaraan menggunakan **Persamaan 1**.

Contoh perhitungan untuk kendaraan truk 3 As pada skenario 1 sebagai berikut ;

Truk 3 As, berat kendaraan 25 ton dengan distribusi beban sumbu depan (As 1) 6,25 ton sumbu tunggal roda tunggal, sumbu belakang (As 2) 18,75 ton sumbu ganda roda ganda.

AE Kendaraan (VDF) : AE As 1 + AE As 2

$$: 1 \left(\frac{6,25}{8,16} \right)^4 + 0,086 \left(\frac{18,75}{8,16} \right)^4$$

$$: 0,3442 + 2,3974 = 2,741$$

SAL (8)

Hasil perhitungan angka ekuivalen kendaraan skenario 2 dan skenario 3 dibandingkan dengan skenario 1. Perbandingan angka ekuivalen kendaraan merupakan hasil bagi antara angka ekuivalen hasil survei dengan angka ekuivalen perencanaan. Perbandingan ini bertujuan untuk melihat perbedaan angka ekuivalen kendaraan atau nilai faktor perusak (*Damage Factor*) masing-masing jenis kendaraan. Hasil perbandingan tersebut seperti pada **Tabel 4**.

Tabel 4 di bawah menunjukkan adanya perbedaan antara angka ekuivalen rencana dengan angka ekuivalen hasil survei. Angka ekuivalen rata-rata Skenario 1 lebih kecil dari dua Skenario lainnya. Angka ekuivalen rata-rata pada Skenario 2 lebih besar 194,26% dari skenario 1 dan pada skenario 3 sebesar 295,89%. Angka ekuivalen per kendaraan Skenario 2 menunjukkan nilai yang lebih kecil jika dibandingkan

Tabel 3. Muatan sumbu terberat

No	Jenis Kendaraan	MST			MST Izin	Kelebihan (%)		
		Jembatan Timbang Duri	Terminal Barang Dumai	PT. RAPP (Khusus Kend. Kayu)		Jembatan Timbang Duri	Terminal Barang Dumai	PT RAPP (Khusus Kend. Kayu)
1	Truk 2 As Ringan	5.611	15.317	-	8.000	-	91.460	-
2	Truk 2 As Berat	11.804	15.577	-	8.000	47.554	94.710	-
3	Truk 3 As Berat	8.010	13.100	14.098	8.000	0.124	63.749	76.231
4	Truk 4 As Berat	8.868	12.346	14.214	8.000	10.853	54.328	77.672
5	Truk Trailer	9.072	9.072	14.247	8.000	13.400	13.400	78.090
Rata-rata Kelebihan MST (%)						17.983	63.529	77.331

Tabel 4. Perbandingan angka ekuivalen kendaraan atau Vehicle Damage Factor (VDF)

No.	Jenis Kendaraan	Perbandingan AE Per jenis Kendaraan				
		Skenario 1 AE (SAL)	Skenario 2 AE (SAL)	Perbandingan	Skenario 3 AE (SAL)	Perbandingan
Kendaraan Umum						
1	Mobil penumpang	0.0005	0.0005	100%	0.0005	100%
2	Bus Kecil	0.0594	0.0594	100%	0.0594	100%
3	Bus Besar	0.3006	0.3006	100%	0.3006	100%
4	Truk 2 As Ringan	0.2174	0.2376	109.27%	13.1893	6066.48%
5	Truk 2 As Berat	5.0264	4.6528	92.57%	14.1079	280.68%
6	Truk 3 As	2.7416	1.6577	60.47%	11.8596	432.58%
7	Truk 4 As	5.0506	3.5499	70.29%	13.3357	264.04%
8	Trailer	2.9578	6.1332	207.36%	6.1332	207.36%
Kendaraan Kayu						
1	Truk 2 As	10.9103	15.9106	145.83%	15.9106	145.83%
2	Truk 3 As	10.9182	20.3981	186.83%	20.3981	186.83%
3	Trailer	3.52932	28.1288	797.00%	28.1288	797.00%
Rata-Rata		3.7920	7.3663	194.26%	11.2203	295.89%

dengan angka ekuivalen Skenario 3. Pada skenario 3 perbandingan angka ekuivalen terbesar adalah truk 2 as ringan yaitu sebesar 6066,5%, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kerusakan yang ditimbulkan kendaraan ini lebih besar 60,665 kali dari kendaraan rencana. Perbandingan terkecil dimiliki oleh angka ekuivalen truk 3 as berat Duri yaitu sebesar 60,5%.

4.5 Analisis umur rencana berdasarkan analisis Kumulatif ESAL

Umur rencana perkerasan dapat dianalisis berdasarkan hasil kumulatif ESAL pada masing-masing skenario. Kumulatif ESAL dihitung per tahun mulai dari tahun pertama sampai akhir masa layanan dengan menggunakan **Persamaan 3**. Berdasarkan data perencanaan umur layanan konstruksi perkerasan adalah 20 tahun dengan faktor distribusi arah (D_D) adalah 0,5, faktor distribusi lajur (D_L) adalah 1,0, faktor pertumbuhan kendaraan selain kayu 8% dan kendaraan kayu 2% per tahun. Dalam proses perhitungan dan analisis kumulatif ESAL pada skenario 2 dan 3 faktor pertumbuhan kendaraan menggunakan nilai yang terdapat pada **Tabel 1**. Sedangkan pada kendaraan yang tidak ada angka pertumbuhannya pada **Tabel 1**, digunakan faktor pertumbuhan kendaraan sesuai dengan data perencanaan.

Hasil perhitungan Kumulatif ESAL setiap tahun selama umur rencana untuk masing-masing skenario seperti pada **Tabel 8** dan **Gambar 2**. Pada **Tabel 8** dan **Gambar 2** kumulatif ESAL Skenario 1 menunjukkan bahwa perkerasan didesain untuk menanggung beban lalu lintas sebesar 64.533.642 SAL. Kumulatif ESAL Skenario 2 memiliki nilai ESAL pada akhir umur rencana yang lebih kecil dari kumulatif ESAL Skenario 1 yaitu sebesar 36.446.983 SAL, sehingga perkerasan akan bertahan lebih lama dari yang direncanakan. Hal ini disebabkan karena terjadi penurunan volume beberapa jenis kendaraan pada saat disurvei jika dibanding dengan volume kendaraan rencana, seperti yang terlihat pada **Tabel 1**. Berbeda dengan kumulatif ESAL pada Skenario 3, yang menghasilkan nilai kumulatif ESAL yang lebih besar dari kumulatif ESAL Skenario 1 yaitu sebesar 150.800.907 ESAL. Hal ini menunjukkan kelebihan muatan lebih dominan dari pada penurunan volume.

Tabel 5. Contoh perhitungan kumulatif ESAL pada tahun ke-1

a. Angkutan Umum		
ESAL Mobil Penumpang	= 1985 x 0,0005	= 326,83
ESAL Bus Kecil	= 52 x 0,0594	= 1126,87
ESAL Bus Besar	= 118 x 0,3006	= 12945,45
ESAL Truk 2 As	= 653 x 5,0264	= 1198019,28
ESAL Truk 3 As	= 460 x 2,7416	= 460310,02
ESAL Trailer	= 201 x 2,9578	= 216996,18
b. Angkutan Kayu		
ESAL Truk 2 As	= 85 x 10,9103	= 338491,27
ESAL Truk 3 As	= 352 x 10,9182	= 1402770,17
ESAL Trailer	= 9 x 3,5293	= 11593,80
Total ESAL Tahun 1		= 3642579,8

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365 = 3642579,8 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 = 1821290$$

Tabel 6. Contoh perhitungan kumulatif ESAL pada tahun ke-2

a. Angkutan Umum		
ESAL Mobil Penumpang	= 1985 x (1+0.08) ¹ x 0,0005	= 352,98
ESAL Bus Kecil	= 52 x (1+0.08) ¹ x 0,0594	= 1217,02
ESAL Bus Besar	= 118 x (1+0.08) ¹ x 0,3006	= 13981,09
ESAL Truk 2 As	= 653 x (1+0.08) ¹ x 5,0264	= 1293860,83
ESAL Truk 3 As	= 460 x (1+0.08) ¹ x 2,7416	= 497134,83
ESAL Trailer	= 201 x (1+0.08) ¹ x 2,9578	= 234355,87
b. Angkutan Kayu		
ESAL Truk 2 As	= 85 x (1+0.08) ¹ x 10,9103	= 345261,10
ESAL Truk 3 As	= 352 x (1+0.08) ¹ x 10,9182	= 1430825,57
ESAL Trailer	= 9 x (1+0.08) ¹ x 3,5293	= 11825,68
Total ESAL Tahun 1		= 3828815,00

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 36 = 1821290 + 8815,00 + \times 0,5 \times 1,0 \times 365) = 3735697$$

Jika diasumsikan nilai Kumulatif ESAL pada akhir umur rencana skenario 1 sebagai batasan akhir masa layanan, maka pada Skenario 3 menunjukkan adanya pengurangan umur rencana yaitu sebesar 8 tahun dari umur rencana, artinya umur perkerasan akan berakhir pada tahun ke-12 sejak perkerasan dibuka atau pada tahun 2016.

4.6 Perbandingan umur sisa perkerasan

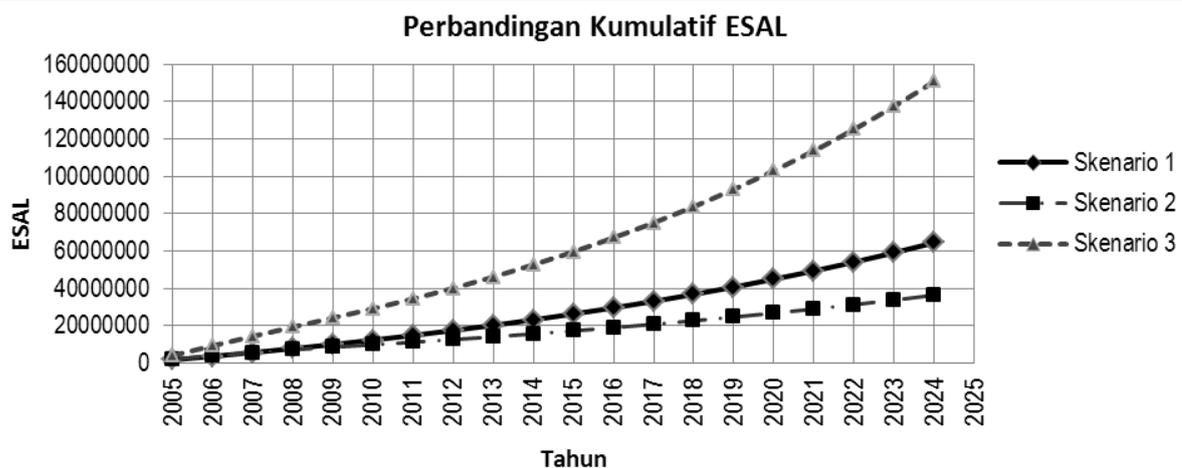
Umur sisa perkerasan (*Remaining life*) dihitung dengan **Persamaan 4**. Contoh perhitungan untuk skenario 1 adalah sebagai berikut:

$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \right] = 100 \left[1 - \left(\frac{12460054}{64533642} \right) \right] = 80,69 \% \quad (9)$$

Tabel 8 menunjukkan bahwa pada Skenario 1 umur sisa perkerasan yang direncanakan sejak jalan dibuka hingga tahun 2010 adalah sebesar 80,69 %. Berbeda dengan Skenario 2 umur sisa perkerasan yang terjadi lebih besar dari Skenario 1 sebesar 84,62% artinya umur perkerasan akan lebih panjang dari perencanaan. Namun nilai yang berbeda ditunjukkan pada Skenario 3, umur sisa perkerasan yang terjadi jauh lebih kecil dari Skenario 1 yaitu 54,75%, artinya umur perkerasan akan lebih pendek dari perencanaan. Perbedaan nilai umur sisa perkerasan dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Tabel 7. Perbandingan angka ekuivalen kendaraan atau *Vehicle Damage Factor (VDF)*

No	Tahun	Kumulatif ESAL		
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	2005	1821290	2163381	4105446
2	2006	3735697	4047231	9336114
3	2007	5749620	5725335	14394857
4	2008	7869947	7243059	19354156
5	2009	10104095	8634645	24272800
6	2010	12460054	9926704	29200516
7	2011	14946432	11277883	34478204
8	2012	17572500	12692028	40132980
9	2013	20348249	14173274	46194106
10	2014	23284445	15726067	52693170
11	2015	26392692	17355192	59664268
12	2016	29685498	19065799	67144205
13	2017	33176344	20863428	75172711
14	2018	36879766	22754045	83792675
15	2019	40811438	24744073	93050398
16	2020	44988257	26840428	102995863
17	2021	49428448	29050558	113683032
18	2022	54151666	31382486	125170163
19	2023	59179109	33844857	137520153
20	2024	64533642	36446983	150800907



Gambar 2. Kumulatif ESAL selama umur layan

Tabel 8. Perbandingan umur sisa perkerasan

No	Tipe Skenario	Persentase umur sisa perkerasan (%)	Persentase selsisih umur sisa (%)
1	Skenario 1	80.69	-
2	Skenario 2	84.62	3.93
3	Skenario 3	54.75	-25.94

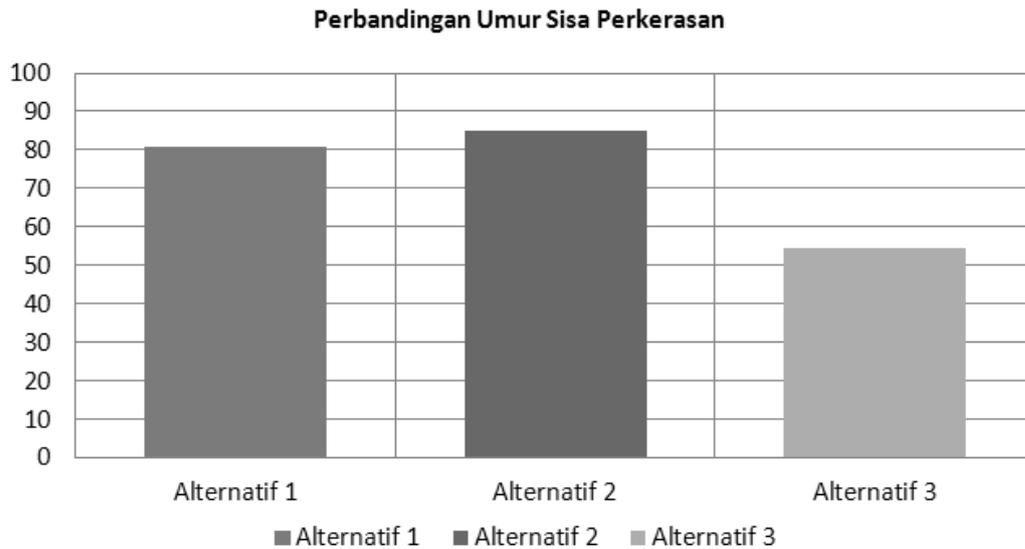
5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dampak beban *overloading* kendaraan pada struktur *rigid pavement* terhadap umur rencana perkerasan (studi kasus ruas jalan Simp Lago–Sorek KM 77 S/D 78), maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kelebihan muatan kendaraan rata – rata masing-masing timbangan adalah : 17.98% pada timbangan

Balai Raja Duri, 63,53% pada Timbangan Terminal Barang Dumai dan 77,33 pada Timbangan PT. RAPP.

2. Berdasarkan nilai kumulatif ESAL perkerasan didesain dengan umur rencana 20 tahun pada nilai 64.533.642 SAL. Jika dihitung dengan kondisi *overload* (Skenario 3) maka umur rencana berakhir pada tahun ke 12, atau terjadi penurunan umur layan sebesar 8 tahun.
3. Jika dihitung menggunakan persamaan *Remaining life* dari AASHTO 1993, sisa umur layan konstruksi perkerasan berdasarkan perencanaan (Skenario1) pada saat dilakukan survei adalah 80,69 %, sedangkan jika memperhitungkan beban berlebih (Skenario 3) maka sisa umur rencana hanya 54,75% atau terjadi pengurangan umur layan sebesar 25,94%.



Gambar 5. Perbandingan umur sisa perkerasan

Daftar Pustaka

- AASHTO, 1993, *Guide for Design of Pavement Structures*, Washington DC.
- Anas Ali, M., 2000, *Modul Kursus Singkat Perkerasan Beton Semen*, Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia Propinsi Riau.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2003, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Pd T-14-2003.
- Firdaus, 1999, Analisis Dampak Negatif Beban Berlebih (Overload) terhadap Perkerasan Jalan, Pekanbaru: *Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-6 Wilayah Barat*, 11-13 November.
- Helmi, A., 1999, Kajian Tentang Formula Daya Rusak Roda Kendaraan dari Beberapa Negara dan Instansi. Pekanbaru: *Prosiding Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-6 Wilayah Barat*, 11-13 November.
- Koestalam, P., Sutoyo. 2010, *Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Jenis Lentur dan Jenis Kaku (Sesuai AASTHO, 1986 & 1993)*. Jakarta: PT. Mediatama Saptakarya
- Wijaya, A.S., Syaputra, A.. 2005, *Tinjauan Rigid Pavement Pada Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Propinsi Riau Paket Simpang Lago – Sorek Bencana Alam*. Laporan Kerja Praktek Jurusan Sipil FT. Pekanbaru: Universitas Riau.