



# KILAT

JURNAL KAJIAN ILMU DAN TEKNOLOGI

*Abdul Haris;  
Monica Sianturi*

RANCANG BANGUN APLIKASI MODEL 3 DIMENSI SEBAGAI MEDIA PENGENALAN RUANG BAGI MAHASISWA BARU DENGAN PENDEKATAN LUTHER SUTOPO (Studi Kasus : STT-PLN)

*Amat Suroso*

PEMODELAN ARSITEKTUR ENTERPRISE UNTUK Mendukung SISTEM INFORMASI MANAJEMEN MENGGUNAKAN ENTERPRISE ARCHITECTURE DI STMIK BANI SALEH

*Faisal Piliang;  
Desie Risnawati*

PEMANFAATAN MEDIA PROMOSI ELEKTRONIK Mendukung LAHIRNYA POSDAYA DALAM PEMBERDAYAAN PENDIDIKAN DAN KESEHATAN MASYARAKAT

*Herman Bedi Agtriadi*

RANCANG BANGUN APLIKASI ABSENSI SISWA DENGAN FACE RECOGNITION MENGGUNAKAN METODE FICHERFACE

*Indah Handayasari;  
Rizky Dwi Cahyani*

PENGARUH BEBAN BERLEBIH TERHADAP UMUR RENCANA PERKERASAN JALAN (STUDI KASUS RUAS JALAN SOEKARNO HATTA PALEMBANG)

*Irma Wirantina Kustanrika*

PERENCANAAN DINDING CORE WALL PADA GEDUNG BERTINGKAT TINGGI

*Mahmud Didi Nugraha;  
Safitri Juanita*

IMPLEMENTASI ALGORITMA AES RIJNDAEL 128 PADA APLIKASI PENGAMANAN PENGIRIMAN SMS (SHORT MESSAGE SERVICE) BERBASIS DESKTOP

*Marliana Sari*

SISTEM APLIKASI PENGADAAN BARANG DAN JASA DENGAN MENGGUNAKAN JAVASCRIPT, MYSQL DAN INTERNET

*Rakhmat Arianto;  
Nur Haryadi*

PENENTUAN STATUS TAGIHAN PELANGGAN MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS PADA APLIKASI WEBERP

*Riki Ruli A. Siregar;  
Anugrah Danny Prasetyo*

METODE WEIGHTED PRODUCT PADA PENENTUAN PERJALANAN DINAS (STUDI KASUS : ARSIP NASIONAL REPUBLIK INDONESIA )

*Risma Ekawati*

IMPLEMENTASI GEOCODING DATA ALAMAT UNTUK OPTIMALISASI STRATEGI BISNIS DALAM SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

ISSN 2089-1245



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

KILAT	VOL.5	NO.1	HAL. 1 - 77	APRIL 2016	ISSN 2089 - 1245
-------	-------	------	-------------	------------	------------------

# PENGARUH BEBAN BERLEBIH TERHADAP UMUR RENCANA PERKERASAN JALAN (STUDI KASUS RUAS JALAN SOEKARNO HATTA PALEMBANG)

Indah Handayasari, Rizky Dwi Cahyani

Jurusan Teknik Sipil  
Sekolah Tinggi Teknik – PLN  
Email : ind\_hdys@yahoo.com

## ABSTRACT

*Excess burden ( overloading ) is not only due to the excessive load vehicles but can also be caused by the increased volume of traffic . One of the roads that run into problems , namely excessive load Jalan Soekarno Hatta Palembang in South Sumatra . Based on the survey conducted obtained calculation of traffic volume on Jalan Soekarno Hatta - Jalan Tanjung Api - Api in 2015 amounted to 1705.35 smp / h while on the opposite lane of traffic volume amounted to 1826.5 smp / hour . In addition, at Jalan Soekarno Hatta require added thick layer ( overlay ) of 4.8 cm to 8.7 cm and the ideal load for the actual load with the rest of the life of the existing pavement structure can only support the weight of excess ( overloading ) for 2 years and 6 months from a design life of 20 years .*

**Keywords** : excess load ( overloading ) , added a thick layer ( overlay ) , the design life .

## ABSTRAK

*Beban berlebih (overloading) bukan hanya disebabkan karena muatan kendaraan yang berlebih tetapi juga dapat disebabkan oleh adanya peningkatan volume lalu lintas. Salah satu ruas jalan yang mengalami permasalahan beban berlebih yaitu ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang Sumatera Selatan. Berdasarkan hasil survey yang dilaksanakan didapatkan perhitungan volume lalu lintas pada ruas Jalan Soekarno Hatta – Jalan Tanjung Api-Api Tahun 2015 adalah sebesar 1705,35 smp/jam sedangkan pada jalur sebaliknya volume lalu lintas sebesar 1826,5 smp/jam. Selain itu juga pada Jalan Soekarno Hatta membutuhkan tebal lapis tambah (overlay) sebesar 4,8 cm untuk beban ideal dan 8,7 cm untuk beban aktual dengan umur sisa struktur perkerasan yang ada hanya dapat menahan beban berlebih (overloading) selama 2 tahun 6 bulan dari umur rencana 20 tahun.*

**Kata kunci** : beban berlebih (overloading), tebal lapis tambah (overlay), umur rencana.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Beban berlebih bukan hanya disebabkan karena muatan kendaraan yang berlebih tetapi juga dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian kendaraan rencana jalan dengan kondisi eksisting yang ada di lapangan. Salah satu ruas jalan yang mengalami permasalahan beban berlebih (*overload*) yaitu Ruas Jalan Soekarno Hatta. Ruas Jalan Soekarno Hatta adalah jalan arteri sekunder kelas II yang merupakan penghubung untuk Jalan KH. Wahid Hasyim, Jalan Kolonel H. Berlian dan Jalan Tanjung Api - Api. Panjang ruas jalan Soekarno Hatta adalah 8,37 kilometer dan memiliki 2 jalur. Tahun 2011 ruas jalan tersebut diperlebar dari 7 meter menjadi 14 meter termasuk median yang terletak ditengah jalan, yakni 7 meter sisi kiri dan 7 meter sisi kanan, serta dibuat menjadi 2 jalur dengan 4 lajur.

Ruas Jalan Soekarno Hatta diperuntukan untuk kendaraan bermotor seperti kendaraan pribadi, yaitu mobil, motor dan kendaraan berat seperti truk termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, serta muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton. Akan tetapi kendaraan yang

melintasi ruas Jalan Soekarno Hatta lebih didominasi oleh kendaraan berat yang melebihi muatan, sehingga jalan tersebut juga mengalami kerusakan seperti lubang – lubang dan bergelombang.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, maka perlu dilakukan survey untuk menganalisis beban berlebih yang terjadi serta mengetahui seberapa besar tingkat penurunan umur rencana perkerasan jalan akibat adanya beban berlebih (*overloading*) yang melintasi ruas jalan tersebut.

### 1.2 BATASAN MASALAH

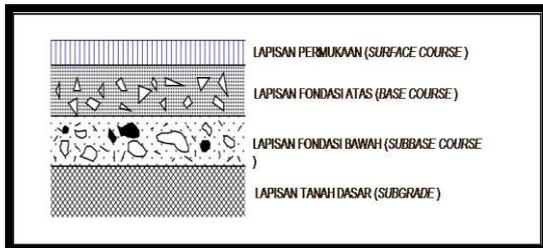
Ruang lingkup pembahasan pada kajian ini ialah :

- Lokasi studi yaitu Jalan Soekarno Hatta, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan.
- Klasifikasi jalan yang menjadi penelitian adalah jalan arteri, kelas II.
- Jenis perkerasan yang ditinjau adalah perkerasan lentur.
- Analisis yang dilakukan dengan metode Bina Marga.
- Analisis penurunan umur jalan yang terjadi pada tahun 2016.

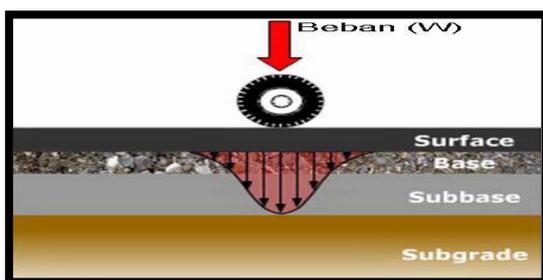
### 1.3 LANDASAN TEORI

#### Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan dan merupakan lapisan yang berhubungan langsung dengan kendaraan. Lapisan ini yang berfungsi memberikan pelayanan terhadap lalu-lintas dan menerima beban repetisi lalu-lintas setiap harinya, oleh karena itu pada waktu penggunaannya diharapkan tidak mengalami kerusakan-kerusakan yang dapat menurunkan kualitas pelayanan lalu-lintas. Untuk mendapatkan perkerasan yang memiliki daya dukung yang baik dan memenuhi faktor keawetan dan faktor ekonomis yang diharapkan maka perkerasan dibuat berlapis-lapis. Pada Gambar 1 diperlihatkan lapisan-lapisan perkerasan yang paling atas disebut lapisan permukaan yaitu kontak langsung dengan roda kendaraan dan lingkungan sehingga merupakan lapisan yang cepat rusak terutama akibat air. Dibawahnya terdapat lapisan pondasi, dan lapisan pondasi bawah, yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Selain itu juga, untuk menghasikan perkerasan dengan kualitas dan mutu yang direncanakan maka dibutuhkan pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengelolaan agregat, serta sifat bahan pengikat seperti aspal dan semen yang menjadi dasar untuk merancang campuran sesuai jenis perkerasan yang dibutuhkan.



Gambar 1. Lapisan Lapisan Perkerasan



Gambar 2. Penyebaran Beban Roda Hingga Lapisan Subgrade

Pada Gambar 2 terlihat bahwa beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata ( $w$ ). Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan (*surface course*) dan disebarkan hingga ketanah dasar (*subgrade*), dan menimbulkan gaya pada masing-masing lapisan sebagai akibat perlawanan dari tanah dasar terhadap beban lalu lintas yang diterimanya. Beban tersebut adalah :

1. Muatan atau berat kendaraan berupa gaya vertikal
2. Gaya gesekan akibat rem berupa gaya horizontal
3. Pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran

Karena sifat dari beban tersebut semakin kebawah semakin menyebar, maka pengaruhnya semakin berkurang sehingga muatan yang diterima masing-masing lapisan berbeda. Menurut Yoder, E. J dan Witczak (1975), pada umumnya jenis konstruksi perkerasan jalan ada 2 jenis :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)  
Yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)  
Yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat.

Selain dari dua jenis perkerasan tersebut, di Indonesia sekarang dicoba dikembangkan jenis gabungan *rigid-flexible pavement* atau *composite pavement*, yaitu perpaduan antara perkerasan lentur dan kaku.

#### 1.4 Beban berlebih (*Overloading*)

##### Definisi

Beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar (as) kendaraan melampaui batas beban maksimum yang diijinkan (*Hikmat Iskandar, Jurnal Perencanaan Volume Lalu-lintas Untuk Angkutan Jalan, 2008*).

Beban berlebih (*overloading*) adalah beban lalu-lintas rencana (jumlah lintasan operasional rencana) tercapai sebelum umur rencana perkerasan atau sering disebut dengan kerusakan dini (*Hikmat Iskandar, Jurnal Perencanaan Volume Lalu-lintas Untuk Angkutan Jalan, 2008*).

Beban berlebih (*overloading*) adalah jumlah berat muatan kendaraan angkutan penumpang, mobil barang, kendaraan khusus, kereta gandengan dan kereta tempelan yang diangkut melebihi dari jumlah yang di iijinkan (JBI) atau muatan sumbu terberat (MST) melebihi kemampuan kelas jalan yang ditetapkan (*Perda Prov.Kaltim No.09 thn 2006*).

Muatan lebih adalah muatan sumbu kendaraan yang melebihi dari ketentuan seperti yang tercantum pada peraturan yang berlaku (PP 43 Tahun 1993) (*Kamus Istilah Bidang pekerjaan Umum 2008, Hal 57*).

JBI (jumlah berat yang diijinkan) adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang di iijinkan berdasarkan ketentuan. Muatan sumbu terberat (MST) adalah jumlah tekanan maksimum roda-roda kendaraan pada sumbu yang menekan jalan (*Perda Prov.Kaltim No.09 thn 2006*).

##### Konsep Dasar Beban Berlebih (*overload*)

Muatan sumbu terberat (MST) dipakai sebagai dasar pengendalian dan pengawasan muatan kendaraan di jalan yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang-undangan.

Tabel 1. Kelas Jalan berdasarkan fungsi dan penggunaannya (PP No.43/1993)

Kelas Jalan	Fungsi jalan	Dimensi maksimum dan muatan sumbu terberat (MST)			
		Lebar	Panjang	MST	Tinggi
I	Arteri	2500	18000	>10	4200 dan tidak lebih dari 1,7 x lebar kendaraan
II		2500	18000	≤10	
III A	Arteri atau kolektor	2500	18000	≤8	
III B	Kolektor	2500	12000	≤8	
III C	Lokal dan lingkungan	2100	9000	≤8	

Sumber: Dept. Pekerjaan Umum (PP No.43/1993)

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat 4 (empat) kategori kendaraan dengan izin beroperasi di jalan-jalan umum sebagai berikut:

1. Kendaraan kecil dengan panjang dan lebar maksimum 9000 x 2100 mm, dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) ≤ 8 ton, diizinkan menggunakan jalan pada semua katagori fungsi jalan yaitu jalan ling-kungan, jalan lokal, jalan kolektor, dan jalan arteri.
2. Kendaraan sedang dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta MST ≤ 8 ton, diizinkan terbatas hanya beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi kolektor dan arteri. Kendaraan Sedang dilarang memasuki jalan lokal dan jalan lingkungan.
3. Kendaraan besar dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta MST ≤ 10 ton, diizinkan terbatas beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi arteri saja; dan
4. Kendaraan besar khusus dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta MST >10 ton, diizinkan sangat terbatas hanya beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi arteri dan kelas I (satu) saja. Baik kendaraan besar maupun kendaraan besar khusus dilarang memasuki jalan lingkungan, jalan lokal, dan jalan kolektor.

Jalan yang rusak tidak dapat dilalui kendaraan dengan kecepatan yang diharapkan karena permukaan perkerasan yang tidak rata. Jalan yang tidak rata cenderung menyebabkan perjalanan kendaraan yang tidak stabil dan membahayakan. Contoh : jika kendaraan besar arterial masuk ke jalan lokal yang berdimensi jalan lebih kecil dengan izin MST yang lebih rendah, maka perkerasan jalan akan rusak lebih awal dan dimensi kendaraan yang besar akan menghalangi pergerakan kendaraan lain yang sedang operasi di jalan lokal. Dengan demikian kinerja pelayanan jalan menjadi menurun, terjadi banyak konflik antar kendaraan dan perkerasan lebih cepat rusak. Menurut pedoman perencanaan tebal lapis tambah perkerasan lentur dengan metode lendutan, Departemen Pekerjaan Umum (Pd. T-05-2005-B) ketentuan beban sumbu standar (*standard axle load*) kendaraan adalah sebagai berikut :

- a. Single axle, single wheel = 5,4 ton
- b. Single axle, dual wheel = 8,16 ton
- c. Double axle, dual wheel = 13,76 ton
- d. Triple axle, dual wheel = 18,45 ton

Untuk roda tunggal penentuan angka ekivalen rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

Angka ekivalen roda tunggal = (beban gandar satu sumbu tunggal, kN / 53 kN)<sup>4</sup>

Semua beban kendaraan dengan gandar yang berbeda diekivalenkan ke dalam beban standar gandar dengan menggunakan angka ekivalen beban sumbu tersebut sehingga diperoleh beban kendaraan yang ada dalam sumbu standar (*Equivalent Single Axle Load*) 18 kip Esal. Penambahan beban melebihi beban sumbu standar pada sumbu kendaraan akan mengakibatkan penambahan daya rusak yang cukup signifikan. Kerusakan terjadi lebih cepat karena konsentrasi beban pada setiap roda kendaraan sangat tinggi akibat jumlah axle yang terbatas apalagi dengan adanya beban berlebih, karena pada perencanaan perkerasan jalan masih mengacu kepada desain kendaraan untuk muatan normal. Mekanisme beban kendaraan dalam mempengaruhi perkerasan jalannya tergantung dari bentuk konfigurasi sumbu kendaraan dan luas bidang kontak ban dengan perkerasan jalan. Konfigurasi beban sumbu masing-masing kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2. seperti dibawah ini :

Tabel 2. Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAAL KOSONG	UE 18 KSAAL MAKSIMUM	RODA TUNGGAL PADA UJUNG SUMBU BEBAN PADA UJUNG SUMBU 50% 50%
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	34% 66%
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	34% 66%
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	25% 75%
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	18% 28% 27% 27%
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	18% 41% 41%
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	18% 28% 54% 27%
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830	

Sumber: Manual Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam

### Dampak Beban Berlebih Terhadap Struktur Perkerasan

Jalan merupakan infrastruktur terpenting dalam sistem transportasi darat di Indonesia. Terjaminnya struktur perkerasan yang baik akan menjamin keberlangsungan sistem transportasi yang baik pula. Namun, struktur jalan yang tersedia di dalam sistem transportasi darat ternyata belum mampu untuk memenuhi standar sehingga sistem transportasi darat di Indonesia tidak bisa memberikan layanan yang memadai.

Kerusakan pada struktur jalan terbagi menjadi dua kriteria besar: retak dan deformasi permanen.

Kerusakan retak adalah kerusakan struktur jalan yang terjadi akibat pelepasan lapisan permukaan dari lapisan bawahnya. Kerusakan ini terjadi akibat beban tarik yang terjadi di lapisan permukaan melebihi kapasitas tarik bahan perkerasan. Sementara kerusakan deformasi permanen adalah kerusakan yang terjadi akibat penurunan permukaan tanah.

Kerusakan ini terjadi karena beban yang diterima oleh jalan tidak mampu dipikul oleh lapisan tanah dasar. Kerusakan-kerusakan ini terjadi akibat beberapa faktor, antara lain perilaku pengguna jalan, pengaruh lingkungan, dan pelaksanaan konstruksi struktur perkerasan jalan. Seluruh faktor tersebut harus direkayasa untuk menjaga kondisi jalan yang baik.

Salah satunya adalah akibat perilaku pengguna jalan. Perencanaan struktur jalan dilakukan dengan menggunakan beban kendaraan yang melewati struktur tersebut. Beban ini disebut *Equivalent Standard Axle Load (ESAL)* atau beban Sumbu Standar. Beban ini adalah beban per sumbu roda yang diberikan oleh mobil penumpang kepada struktur jalan yang didefinisikan sebesar 80 kN atau 18000 lbs. Untuk kendaraan jenis lain yang lebih berat, daya rusak yang diberikan kendaraan tersebut berlaku metode pangkat empat. Artinya penambahan beban per sumbu roda dari beban standar mengakibatkan kerusakan sebesar pangkat empat rasio antara beban nyata yang bekerja dan beban standar. Peningkatan beban akan merusak jalan empat kali lipat dari pembebanan normal. Apabila jumlah berat total truk dan muatan dua kali lipat dari berat yang diijinkan maka kerusakan jalan yang ditimbulkan tidak dua kali lipat melainkan 16 kali lipat.

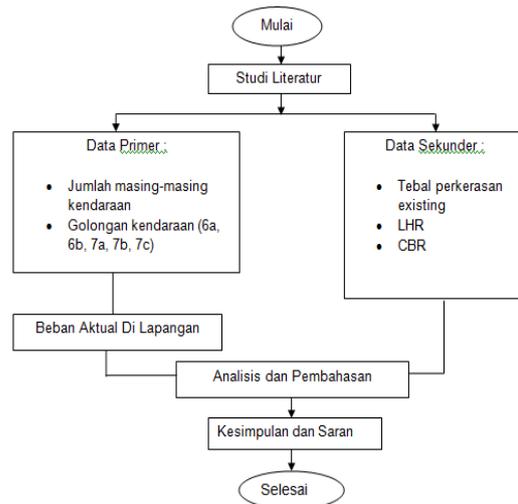
Terkait kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*), meskipun saat ini masih ada toleransi muatan berlebih hingga 50 persen, namun toleransi muatan berlebih harus terus dapat dikurangi. Hal ini perlu dilakukan karena tingkat kerusakan jalan akibat muatan berlebih sangat signifikan. Hal ini membuat jalan cepat rusak karena umur jalan semakin pendek dari umur rencana.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum, tahap-tahap penelitian yang dilakukan dapat digambarkan dalam diagram alir dibawah ini.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data lalu lintas pada ruas jalan Soekarno Hatta diperoleh dari tahun 2011-2015 (PJN III, Palembang). Lalu lintas jalan Soekarno Hatta pada tahun 2011 adalah seperti tabel di bawah ini :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Tabel 4. LHR Ruas Jalan Soekarno Hatta

Gol	Jenis Kendaraan	Tahun 2011
1	Sepeda motor/sekuter/bajaj	7315
2	Sedan/jeep/statwagon	3483
3	Angk. Umum non bus/angk. Desa/angkot	88
4	Pick up/vikro truk/mobil antaran	1483
5a	Bus kecil	56
5b	Bus besar	255
6a	Truk 2 as (kecil)	2115
6b	Truk 2 as (besar)	538
7a	Truk 3 as	521
7b	Truk gandengan	44
7c	Truk trailer	3
8	Kendaraan tidak bermotor	3
Jumlah		15904

Sumber: PJN III Palembang

Tabel 4. didapat dari jumlah masing – masing golongan pada tahun 2011, kemudian didapat jumlah total semua golongan sebesar 15904 kend/hari. Perhitungan dikelompokkan menurut jenis kendaraan perkotaan berdasarkan MKJI 1997 seperti berikut :

- Untuk kendaraan ringan (*Light Vehicle*), yaitu kendaraan mobil pribadi, oplet, mikrobis, pick up  
 $3483 + 88 + 1483 = 5054 \text{ kend}$   
 $= 5054 * 1$   
 $= 5054 \text{ smp/jam}$
- Untuk kendaraan berat (*Heavy Vehicle*), yaitu kendaraan bus, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina marga

- 56 + 255 + 2115 + 538 + 521 + 44 + 3 = 3532 kend
- = 3532 \* 1,2
- = 4238,4 smp/jam
- Untuk kendaraan sepeda motor (*Motor Cycle*), yaitu sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga 7351 kend = 7351 \* 0,25
- = 1828,75 smp/jam

Berdasarkan perhitungan diatas pada tahun 2011, maka dapat dikelompokan menurut jenis kendaraan perkotaan berdasarkan MKJI 1997 seperti tabel dibawah ini :

Tabel 5. LHR Ruas Jalan Soekarno Hatta Berdasarkan Jenis Kendaraan (smp)

Jenis Kendaraan	Emp	2011	
		Kend	Smp
kend. Ringan (LV) (gol 2+3+4+5a)	1	5054	5054
kend. Berat (MHV) (gol 5b+6a+6b+7a+7b+7c)	1.2	3532	4238,4
sepeda motor (MC) (gol 1)	0.25	7315	1828.75
Jumlah			11121,15

Sumber: Hasil perhitungan

### Pertumbuhan Lalu Lintas

Perhitungan pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan 3 macam metode, yaitu :

#### a. Metode Regresi Linier

Tabel 6. Pertumbuhan Lalu Lintas Dengan Metode Regresi Linier

Tahun	X	LHR (smp/hari) Y	X=X -Xr	y=Y-Yr	X <sup>2</sup>	X=y
2011	1	11121,15	-2	-3792,23	4	7584,46
2012	2	11536,85	-1	-3376,53	1	3376,53
2013	3	13038,35	0	-1875,03	0	0
2014	4	18386,35	1	3472,97	1	3472,97
2015	5	20484,2	2	5570,82	4	11141,64
Jumlah	15	74566,9	0	0	10	25575,6

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan pertumbuhan lalu lintas pada tahun 2011

$$\begin{aligned}
 n &= 5 \\
 x &= 15 \\
 Y &= 74566,9 \\
 x_r &= \sum x / n \\
 &= 15 / 5 = 3 \\
 X &= X - X_r \\
 &= 1 - 3 = -2 \\
 y_r &= \sum y / n \\
 &= 74566,9 / 5 = 14913,38 \\
 \bar{y} &= Y - Y_r
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 11121,15 - 14913,38 \\
 &= -3792,23
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum y &= n * a + b * 0 \\
 74566,9 &= 5 * a + b * 0 \\
 a &= 74566,9 / 5 = 14913,38
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum X \cdot \bar{y} &= a * \sum X + b * X^2 \\
 25575,6 &= a * 0 + b * 10 \\
 b &= 25575,6 / 5 = 2557,56
 \end{aligned}$$

Pertumbuhan lalu lintas ( i )

$$\begin{aligned}
 i &= b / a * 100\% \\
 &= 2557,56 / 14913,38 * 100\% \\
 &= 17,1\%
 \end{aligned}$$

Dimana :

a dan b = konstanta awal regresi

x = waktu (tahun)

n = jumlah data

Persamaan :

$$Y = a + b * X$$

$$Y = 14913,38 + 2557,56 * X$$

#### b. Metode Eksponensial

$$\begin{aligned}
 i &= \left( \frac{LHRT}{LHRO} \right) - 1^n * 100 \\
 &= (11536,85 / 11121,15) - 1^5 * 100 \\
 &= -98,962
 \end{aligned}$$

Tabel 7. Pertumbuhan Lalu Lintas dengan Metode Eksponensial

No	Tahun	LHR (smp/hari)	LHRO (smp/hari)	LHRT (smp/hari)	I (%)
1	2011	11121,15	-	-	
2	2012	11536,85	11121,15	11536,85	-98,962
3	2013	13038,35	11536,85	13038,35	-98,8699
4	2014	18386,35	13038,35	18386,35	-98,5898
5	2015	20484,2	18386,35	20484,2	-98,8859
Angka Pertumbuhan Lalu Lintas (%)					-98,8269

Sumber: Hasil Perhitungan

#### a. Metode Rata – Rata

$$\begin{aligned}
 &= \frac{LHR\ 2012 - LHR\ 2011}{LHR\ 2011} * 100 \\
 &= \frac{11536,85 - 11121,15}{11121,15} * 100 \\
 &= 3,7379228
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Pertumbuhan Lalu Lintas dengan Metode Rata-Rata

Tahun	LHR(smp/hari)	selisih LHR (smp/hari)	angka pertumbuhan (i) per tahun (%)
2011	11121,15	-	-
2012	11536,85	415,7	3,737922787
2013	13038,35	1501,5	13,01481774
2014	18386,35	5348	41,01746003
2015	20484,2	2097,85	11,40982305
angka pertumbuhan lalu lintas (i)			69,1800236

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil dari ketiga metode tersebut diatas, untuk angka pertumbuhan (i) pertahun yang digunakan untuk menghitung umur rencana jalan diambil angka pertumbuhan lalu lintas terkecil yaitu 17,1 %, dikarenakan dalam menentukan pertumbuhan lalu lintas (i) metode regresi linier dimungkinkan lebih akurat dibandingkan dengan metode eksponensial dan metode rata-rata. Hal ini juga dipengaruhi jumlah data yang dianalisis dimana semakin banyak data yang dianalisis semakin baik dan tepat peramalannya.

#### LHR Primer

Berdasarkan data dilapangan didapat jumlah setiap masing – masing golongan kendaraan yang melewati ruas jalan Soekarno Hatta pada jam puncak, seperti table berikut :

Tabel 9. Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata pada jam puncak di ruas jln Soekarno Hatta – Tanjung Api-api

Tahun	LHR(smp/hari)	selisih LHR (smp/hari)	angka pertumbuhan (i) per tahun (%)
2011	11121,15	-	-
2012	11536,85	415,7	3,737922787
2013	13038,35	1501,5	13,01481774
2014	18386,35	5348	41,01746003
2015	20484,2	2097,85	11,40982305
angka pertumbuhan lalu lintas (i)			69,1800236

Sumber: Hasil Perhitungan

#### Analisis Kapasitas

Arus lalu lintas yang digunakan untuk analisis adalah arus pada saat kondisi *existing* (2015), sedangkan proyeksi dilakukan dengan umur rencana 10 tahun ke depan (2025). Proyeksi arus lalu lintas dihitung dengan menggunakan tingkat pertumbuhan (i) sebesar 17,1%.

Perhitungan untuk mendapatkan nilai arus lalu lintas pada tahun 2016 adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{LHRT}_{2015} * (1 + i)^n \\
 &= 1705,35 * (1 + 0,171)^1 \\
 &= 1996,96485
 \end{aligned}$$

Sedangkan perhitungan nilai arus lalu lintas pada tahun 2017 adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{LHRT}_{2015} * (1 + i)^n \\
 &= 1705,35 * (1 + 0,171)^2 \\
 &= 2338,445839
 \end{aligned}$$

Dimana :

LHRT = Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan

i = Pertumbuhan Lalu Lintas

n = tahun rencana

Tabel 10. Proyeksi Arus Lalu Lintas 10 Tahun Kedepan Dengan i = 17,1%

No	Tahun	Prediksi Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan	
		Soekarno Hatta - Tanjung Api-Api $Q_{\text{tahun}}$ (smp/jam)	Tanjung Api-Api - Soekarno Hatta $Q_{\text{tahun}}$ (smp/jam)
1	2015	1705.35	1826.5
2	2016	1990.14345	2131.5255
3	2017	2322.497406	2487.490259
4	2018	2710.354473	2902.901132
5	2019	3162.98367	3387.685621
6	2020	3691.201943	3953.429119
7	2021	4307.632667	4613.651782
8	2022	5027.007323	5384.13163
9	2023	5866.517546	6283.281612
10	2024	6846.225976	7332.589641
11	2025	7989.545714	8557.132111

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 10 merupakan hasil perhitungan proyeksi arus lalu lintas 10 tahun ke depan sampai dengan tahun 2025. Prediksi arus lalu lintas pada tahun 2025 pada arah Soekarno Hatta – Tanjung Api-Api sebesar 7989,545714, sedangkan untuk arah sebaliknya sebesar 8557,132111.

#### Perhitungan Derajat Kejenuhan

Perhitungan nilai derajat kejenuhan dihitung pada kondisi *existing* (2015). Untuk mendapatkan hasil derajat kejenuhan dengan menggunakan rumus :

$$DS = Q / C$$

Dimana untuk mendapatkan nilai kapasitas jalan (C) dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C &= C_o * FC_w * FC_{sp} * FC_{sf} * FC_{cs} \\
 &= 3300 * 1,00 * 1,00 * 0,97 * 1,04 \\
 &= 3329,04
 \end{aligned}$$

Maka perhitungan derajat kejenuhan untuk ruas jalan dari Soekarno Hatta – Tanjung Api-Api adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 DS &= Q / C \\
 &= 1705,35 / 3329,04 \\
 &= 0,512
 \end{aligned}$$

Sedangkan perhitungan derajat kejenuhan untuk ruas jalan dari Tanjung Api-Api – Soekarno Hatta adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 DS &= Q / C \\
 &= 1826,5 / 3329,04 \\
 &= 0,548
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai derajat kejenuhan (DS), pada ruas jalan Soekarno Hatta – Tanjung Api-Api diperoleh nilai derajat kejenuhan sebesar 0,512. Sedangkan pada ruas jalan Tanjung Api-Api – Soekarno Hatta diperoleh nilai derajat kejenuhan sebesar 0,548. Nilai DS (Derajat kejenuhan) yang diperoleh masih berada dibawah batas maksimum nilai DS yang disyaratkan dalam MKJI yaitu 0,75.

### Perhitungan Angka Ekuivalen

Perhitungan angka ekuivalen kendaraan didasarkan pada jenis kendaraan. Jenis kendaraan mempunyai angka konfigurasi kendaraan masing-masing. Sumbu depan kendaraan merupakan sumbu tunggal sedangkan sumbu belakang kendaraan dapat merupakan sumbu tunggal (*single*) atau sumbu ganda (*tandem*). Perhitungan angka ekuivalen masing-masing kendaraan dapat dilihat pada perhitungan lampiran 5 halaman 86. Sedangkan untuk perbandingan hasil perhitungan VDF standar dengan VDF aktual seperti tabel dibawah ini :

Tabel 11. Perbandingan Perhitungan *Vehicle Damage Factor* VDF *Standart* (JBI) dan VDF Aktual di Lapangan

Gol	Jenis Kendaraan	SUMBU	Beban Standar ton	Beban Aktual ton	VDF Standard	VDF Aktual di Lapangan
2	SEDAN / JEEP / STATION WAGON	1.1	2	2	0.0025	0.0025
3	ANGK. UMUM NON BUS / ANGKOT	1.2	5	5	0.1609	0.1609
4	PICK UP / VIKRO TRUK / MOBIL ANTARAN	1.2	5	5	0.1609	0.1609
5 A	BUS KECIL	1.2	8	8	1.0544	1.0544
5 B	BUS BESAR	1.2	9	9	0.1299	0.1299
6 A	TRUK 2AS	1.2 L	12	11	3.2850	2.3194
6 B	TRUK 2AS	1.2 H	16	19	1.8065	3.6041
7 A	TRUK 3AS	1.22	24	36	3.7165	19.8351
7 B	TRUK GANDENGAN	1.2 + 2.2	36	44	2.1345	4.8502
7 C	TRUK TRAILER	1.2 + 2.2	34	49	16.3900	71.4981

Sumber: Hasil Perhitungan

### Perhitungan ESA Dengan MST Aktual di Lapangan

Untuk perhitungan ESA diambil pada golongan 6A pada tahun 2016

$$ESA = VDF * (1+i)^{(T1-T0)} * \left\{ \frac{LHR_0 * ((1+i)^{iUR}-1)}{i} \right\} * FJR * 365$$

$$= 2,3194 * (1+0,171)^{1} * \left( \frac{6513 * ((1+0,171)^{10}-1)}{0,171} \right) * 0,7 * 365$$

$$= \frac{102056561,6}{10^6}$$

$$= 102,05618$$

Perhitungan ESA (MST Aktual, UR = 10 Tahun)

Gol 6A Tahun 2016

LHR1 = 6535

VDF Aktual di Lapangan = 2,3194

Pertumbuhan Lalu Lintas = 17,1%

T1 = 2016

T2 = 2015

Umur Rencana (UR) = 10 Tahun

FJR = 0,70

Hasil perhtungan ESA aktual pada tahun 2016 untuk golongan 6A sebesar 102,05618.

### Perhitungan Lendutan Rencana ( $D_{stov}$ )

Sebelum menghitung berapa tebal lapis tambah (*overlay*) maka diperlukan untuk menghitung lendutan rencana atau ijin dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D_{rencana} = 22,208 \times ESA^{-0,2307}$$

Perhitungan dengan menggunakan ESA standart :

$$D_{rencana} = 22,208 \times 506,6964^{(-0,2307)}$$

$$D_{rencana} = 5,27867 \text{ mm}$$

$$D_{rencana} = 0,527867 \text{ cm}$$

Perhitungan dengan menggunakan ESA aktual :

$$D_{aktual} = 22,208 \times 1391,8541^{(-0,2307)}$$

$$D_{aktual} = 4,181021 \text{ mm}$$

$$D_{aktual} = 0,418102 \text{ cm}$$

### Analisis Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Untuk menghitung tebal lapis tambah (*overlay*) digunakan rumus seperti di bawah ini :

$$Ho = \frac{[ \text{Ln}(1.0364) + \text{Ln}(D_{sblov}) - \text{Ln}(D_{stlov}) ]}{0,0597}$$

- Menghitung tebal lapis tambah dengan hasil lendutan rencana :

$$Ho = \frac{[ \text{Ln}(1.0364) + \text{Ln}(0.683) - \text{Ln}(0.527) ]}{0,0597}$$

$$= \frac{0.0357 + (-0.3812) - (-0.6405)}{0,0597}$$

$$= 4.9 \text{ cm}$$

- Menghitung tebal lapis tambah dengan hasil lendutan aktual :

$$Ho = \frac{[ \text{Ln}(1.0364) + \text{Ln}(0.683) - \text{Ln}(0.418) ]}{0,0597}$$

$$= \frac{0.0357 + (-0.3812) - (-0.8722)}{0,0597}$$

$$= 8.8 \text{ cm}$$

### Analisis Penurunan Umur Rencana

Kendaraan berat di ruas Jalan Soekarno Hatta cukup tinggi sehingga sangat berpotensi terdapat banyak kendaraan melanggar beban maksimum yang diijinkan yang dapat menyebabkan kerusakan jalan dan penurunan umur rencana jalan. Daya rusak kendaraan berat angkutan barang yang menyebabkan kerusakan jalan dipengaruhi oleh beban muatan kendaraan dan pertumbuhan volume lalu lintas kendaraan. Volume lalu lintas yang sudah diperhitungkan pada saat perencanaan seharusnya mampu ditampung oleh jalan sampai dengan umur rencana perkerasan. Volume lalu lintas dibuktikan dalam hal ini mempengaruhi percepatan kerusakan jalan dan berkurangnya umur pelayanan jalan. Sedangkan factor beban muatan dapat dibuktikan dengan cara mengidentifikasi berat muatan kendaraan yang melintasi ruas jalan tersebut. Identifikasi muatan kendaraan dilakukan pada kendaraan berat yang memiliki nilai daya rusak tinggi yaitu kendaraan golongan 6A, 6B, 7A, 7B dan 7C. Peningkatan nilai factor daya rusak dihitung sebagai berikut :

$$\% \text{ Peningkatan VDF} = \frac{\text{total ESAL overload} - \text{total ESAL normal}}{\text{total ESAL normal}} \times 100\%$$

Total ESAL normal  
 % Peningkatan VDF =  $1391,8541 - 506,6964 \times 100\%$   
 $506,6964$   
 $= 174,6 \%$

Perhitungan total penurunan umur rencana dihitung dengan membagi total VDF *overload* semua golongan kendaraan dan VDF normal semua kendaraan dengan VDF normal semua kendaraan kemudian dikali dengan umur rencana jalan (10 tahun). Perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & \text{Total penurunan umur rencana} \\ & = \frac{(\text{total ESAL overload} - \text{total ESAL normal}) \times \text{UR}}{\text{Total ESAL normal}} \\ & = \frac{(1391,8541 - 506,6964) \times 10}{506,6964} \\ & = 17,4 \text{ tahun} \\ & \text{Sisa umur rencana} = 20 - 17,4 \\ & = 2,6 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka nilai ESA eksisting sebesar 506,6964, sedangkan ESA *overload* sebesar 1391,8541. Dari perbandingan hasil kedua ESA tersebut didapat sisa umur rencana perkerasan yaitu 2,6 tahun.

#### 4. KESIMPULAN

1. Dari hasil survey diperoleh bahwa volume lalu lintas pada jalur Soekarno Hatta – Tanjung Api-Api dan Tanjung Api-Api – Soekarno Hatta adalah sebesar 1705,35 smp/jam dan 1826,5 smp/jam, sehingga kedua lajur ini masing-masing mempunyai kinerja lalu lintas dengan derajat kejenuhan sebesar 0,512 dan 0,548 pada tahun 2015. Nilai DS (Derajat kejenuhan) yang diperoleh masih berada dibawah batas maksimum nilai DS yang disyaratkan dalam MKJI yaitu 0,75.

2. Hasil perhitungan tebal perkerasan lentur didapat tebal lapis tambah (*overlay*) untuk beban ideal yang diijinkan (JBI)  $H_{OL}$  adalah 4,9 cm dan untuk beban aktual tebal lapis tambah (*overlay*) sebesar  $H_{OL} = 8,8$  cm.
3. Akibat beban berlebih (*overloading*) yang didapatkan dari hasil survey aktual di lapangan mengakibatkan sisa umur pelayanan 2,6 tahun dari UR 20 tahun. Jika beban muatan dibiarkan terus menerus, maka umur tahun pelayanan akan dimungkinkan terjadi kerusakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Bina Jalan Kota (BINKOT), Jakarta.
2. Direktorat Jenderal Bina Marga, 2002, *Pedoman Konstruksi dan Bangunan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*, Jakarta.
3. Direktorat Jenderal Bina Marga, 2015, *Hasil Survey Lalu Lintas Harian Rata – Rata di Wilayah Soekarno Hatta Palembang*, Departemen Perkerjaan Umum, Palembang.
4. Iskandar, Hikmat, 2008, *Jurnal Perencanaan Volume Lalu Lintas Untuk Angkutan Jalan*.
5. Yoder, E.J and Witczak, M.W (1975), *Principles of Pavement Design*, New York.
6. Adri Pramusetyo, G. Irwan Simanjuntak, 2014, *Analisis Pengaruh Muatan Lbih (Overloading) Terhadap Kinerja Jalan Dan Umur Rencana Perkerasan Lentur Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pringsurat, Ambarawa – Magelang*, Teknik Sipil Undip, Semarang (Tugas Akhir Tidak Dipublikasikan).
7. Pardosi, Rinto, 2010, *Studi Pengaruh Beban Berlebih (Overloading) Terhadap Pengurangan Umur Rencana Perkerasan Jalan*, Teknik Sipil USU, Sumatera Selatan (Tugas Akhir Tidak Dipublikasikan).