

TUGAS AKHIR

**PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN
TERHADAP UMUR RENCANA JALAN PADA
PERKERASAN LENTUR : STUDI KASUS RUAS JALAN
YOGYA – MAGELANG
(*THE INFLUENCE OF TRAFFIC OVERLOAD ON
SERVICE LIFE OF FLEXIBLE PAVEMENT : CASE STUDY
OF YOGYA – MAGELANG ROAD SECTION*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Revando Fakhri Atmanegara
12511217**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2017**

TUGAS AKHIR

**PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN
TERHADAP UMUR RENCANA JALAN PADA
PERKERASAN LENTUR : STUDI KASUS RUAS JALAN
YOGYA – MAGELANG
(*THE INFLUENCE OF TRAFFIC OVERLOAD ON
SERVICE LIFE OF FLEXIBLE PAVEMENT : CASE STUDY
OF YOGYA – MAGELANG ROAD SECTION*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Revando Fakhri Atmanegara
12511217**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2017**

TUGAS AKHIR

**PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN
TERHADAP UMUR RENCANA JALAN PADA
PERKERASAN LENTUR : STUDI KASUS RUAS JALAN
YOGYA – MAGELANG
(THE INFLUENCE OF TRAFFIC OVERLOAD ON
SERVICE LIFE OF FLEXIBLE PAVEMENT : CASE STUDY
OF YOGYA – MAGELANG ROAD SECTION)**

Disusun oleh

**Revando Fakhri Atmanegara
12511217**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 26 Oktober 2017

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Berlian Kushari, S.T., M.Eng.
NIK: 015110101

Penguji I

Corry Ya'cub, Ir., M.T.
NIK: 915110102

Penguji II

Prima Juanita Romadhona, S.T., M.Sc.
NIK: 135111103

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 955110103

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 26 Oktober 2017

Yang membuat pernyataan,



Revando Fakhri Atmanegara
(12511217)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan Terhadap Umur Rencana Jalan Pada Perkerasan Lentur : Studi Kasus Ruas Jalan Yogya – Magelang*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Berlian Kushari, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing,
2. Bapak Corry Ya'cub, Ir.,M.T. selaku dosen penguji,
3. Ibu Prima Juanita Romadhona, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji,
4. Ibu Miftahul Fauziah,S.T.,M.T.,Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia,
5. Kepala Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang,
6. Kepala dan Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah,
7. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan
8. Teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 26 Oktober 2017
Penulis,

Revando Fakhri Atmanegara
12511217

DAFTAR ISI

Judul	i
Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kerusakan Jalan	5
2.2 Penyebab Kerusakan Perkerasan Lentur	5
2.3 Muatan Berlebih	6
2.4 Dampak Muatan Berlebih Terhadap Umur Rencana	7

BAB III	LANDASAN TEORI	11
3.1	Definisi Jalan	11
3.2	Klasifikasi Jalan	11
3.2.1	Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan Jalan	11
3.2.2	Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya	12
3.2.3	Klasifikasi Jalan Menurut Statusnya	12
3.2.4	Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan	13
3.3	Pengertian Perkerasan	15
3.4	Beban Sumbu Kendaraan	17
3.5	Muatan Berlebih (<i>Overload</i>)	18
3.6	Umur Pelayanan Jalan	20
3.7	Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan	20
3.8	Pertumbuhan Lalu Lintas	22
3.9	Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur	23
3.10	Beban Sumbu Standar Kumulatif	23
3.11	Penurunan Umur Rencana	24
3.12	<i>Reliabilitas</i>	25
3.13	Gabungan Kesalahan Baku	26
3.14	<i>Servisibilitas</i>	26
3.15	<i>Modulus Resilient</i> Efektif Tanah Dasar (<i>Mr</i>)	27
3.16	<i>Structural Number Future</i> (<i>SN_f</i>)	27
BAB IV	METODE PENELITIAN	29
4.1	Lokasi Penelitian	29
4.2	Jenis Data	29
4.3	Teknik Pengumpulan Data	30

4.4 Tahap Penelitian	31
4.5 <i>Flowchart</i> Penelitian	32
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	34
5.1 Evaluasi Penurunan Umur Rencana Jalan	34
5.1.1 Data Lalu lintas Harian Rata-rata	35
5.1.2 Data Jembatan Timbang	36
5.2 Pertumbuhan Volume Lalu lintas	45
5.2.1 Perhitungan Pertumbuhan Volume Lalu lintas	45
5.3 Evaluasi Umur Jalan Berdasarkan Analisis <i>CESA</i>	46
5.3.1 <i>CESA</i> Perencanaan	46
5.3.2 <i>CESA Overload</i> (Kendaraan <i>Overload</i>)	51
5.4 Analisis Pengurangan Umur Rencana Jalan	70
5.5 Analisis Sensitivitas	71
5.6 Analisis <i>Structural Number Future</i> (SN_f)	73
5.6.1 <i>Reliabilitas</i> dan Gabungan Kesalahan Baku	73
5.6.2 <i>Servisibilitas</i>	74
5.6.3 <i>Modulus Resilient</i> Efektif Tanah Dasar (Mr)	75
5.7 Perhitungan Nilai <i>Structural Number Future</i> (SN_f)	75
5.7.1 Perhitungan <i>Structural Number</i> (SN_f) dengan Nilai <i>CESA</i> Perencanaan	75
5.7.2 Perhitungan <i>Structural Number</i> (SN_f) dengan Nilai <i>CESA Overload</i>	75
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	77
6.1 Kesimpulan	77
6.2 Saran	78

DAFTAR PUSTAKA

79

LAMPIRAN

82



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan Studi Pustaka yang Pernah Dilakukan	9
Tabel 3.1 Ketentuan Klasifikasi Jalan : Fungsi, Kelas Beban	14
Tabel 3.2 Muatan Sumbu Terberat Berdasarkan Kelas Jalan	18
Tabel 3.3 Faktor Pertumbuhan Lalu lintas (i) Minimum untuk Desain	22
Tabel 3.4 Faktor Distribusi Lajur (DL)	23
Tabel 3.5 Perkiraan Tingkat Keandalan (R) untuk Berbagai Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya	25
Tabel 3.6 Harga Simpangan Baku Normal (Z_R) Berkaitan dengan Tingkat Keandalan yang Dipilih	26
Tabel 5.1 Data Lintas Harian Rata-rata (LHR) Kendaraan dari Muntilan - Salam (Batas Provinsi Yogyakarta)	35
Tabel 5.2 Data Kendaraan yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2015	36
Tabel 5.3 Data Kendaraan yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2016	36
Tabel 5.4 Data Kendaraan Melanggar Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2015	37
Tabel 5.5 Data Kendaraan Melanggar Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2016	38
Tabel 5.6 Distribusi Kendaraan tiap Golongan	39
Tabel 5.7 Data Kendaraan dengan Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Berdasarkan Jenis Kendaraan Tahun 2015	41
Tabel 5.8 Data Kendaraan dengan Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Berdasarkan Jenis Kendaraan Tahun 2016	42

Tabel 5.9 Data Berat Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2015	43
Tabel 5.10 Data Berat Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2016	44
Tabel 5.11 Data Lintas Harian Rata-rata (LHR) Kendaraan dari Muntilan - Salam (Batas Provinsi Yogyakarta) Tahun 2013	47
Tabel 5.12 Faktor Pertumbuhan Lalu lintas (i) Minimum untuk Desain pada Ruas Jalan Yogya Magelang	48
Tabel 5.13 Nilai Faktor Ekuivalen Beban (<i>VDF</i>) Kendaraan Keadaan Normal	48
Tabel 5.14 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan Normal Tahun 2016	50
Tabel 5.15 Jumlah Muatan Berlebih Per Hari	52
Tabel 5.16 Jumlah Kendaraan yang Melanggar Per Hari	53
Tabel 5.17 Muatan Berlebih yang Dibawa	54
Tabel 5.18 Nilai <i>VDF</i> Kendaraan Dalam Keadaan <i>Overloading</i>	58
Tabel 5.19 Perbandingan Nilai <i>VDF</i> Kendaraan	59
Tabel 5.20 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2016	60
Tabel 5.21 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2017	61
Tabel 5.22 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2018	62
Tabel 5.23 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2019	63
Tabel 5.24 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2020	64
Tabel 5.25 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2021	65
Tabel 5.26 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2022	66
Tabel 5.27 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2023	67
Tabel 5.28 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2024	68
Tabel 5.29 Nilai <i>ESA</i> 1 Hari Kendaraan Keadaan <i>Overload</i> Tahun 2025	69
Tabel 5.30 Nilai Kumulatif <i>ESA Overload</i> Selama Umur Rencana	70

Tabel 5.31 Tabel Analisis Sensitivitas	72
Tabel 5.32 Perkiraan Tingkat Keandalan (R) pada Jalan Yogya – Magelang	73
Tabel 5.33 Harga Simpangan Baku Normal (Z_R) pada Jalan Yogya – Magelang	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi Jalan Yogya – Magelang Km 22 Bulan Desember 2016	2
Gambar 3.1 Lapisan Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	17
Gambar 3.2 Roda Kendaraan yang Membebani Jalan	18
Gambar 3.3 Jenis Kendaraan Berdasarkan Jumlah Berat yang Diizinkan	19
Gambar 3.4 Konfigurasi Roda Kendaraan dan Angka Ekuivalen 8,16	21
Gambar 3.5 Umur Rencana Jalan	24
Gambar 3.6 Ilustrasi Laju Penurunan Kualitas Pelayanan Perkerasan Jalan	25
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian pada Ruas Jalan Yogya – Magelang	29
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Penelitian	32
Gambar 5.1 Pick up / Mobil Angkutan Barang Golongan 3	55
Gambar 5.2 <i>Micro truck</i> Golongan 4	55
Gambar 5.3 Truk 2 Sumbu-Ringan Golongan 6a	56
Gambar 5.4 Truk 2 Sumbu-Berat Golongan 6b	56
Gambar 5.5 Truk 3 Sumbu-Ringan Golongan 7a	57
Gambar 5.6 Truk 3 Sumbu-Sedang Golongan 7b	57
Gambar 5.7 Truk 3 Sumbu-Berat Golongan 7c	58
Gambar 5.8 Diagram Perbandingan Nilai <i>CESA</i> Perencanaan dengan Kumulatif <i>ESA Overload</i> tiap Tahun	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Lokasi Penelitian	83
Lampiran 2 Hasil Timbang Jembatan Timbang Salam Tahun 2015	84
Lampiran 3 Hasil Timbang Jembatan Timbang Salam Tahun 2016	85
Lampiran 4 Data LHR Tahun 2013	86
Lampiran 5 Data LHR Tahun 2015	87
Lampiran 6 Data LHR Tahun 2016	88
Lampiran 7 Data Perkerasan Jalan Yogya – Magelang	89
Lampiran 8 Hasil Analisis Sensitivitas	92



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

<i>AASTHO</i>	= <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
AE	= Angka Ekivalen.
<i>CESA</i>	= Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana (<i>Cumulative Equivalent Single Axle Load</i>).
DL	= Faktor Distribusi Lajur.
<i>ESA</i>	= Lintasan sumbu standar ekivalen (<i>Equivalent Standard Axle</i>).
ESDRG	= Angka ekivalen untuk jenis sumbu dual roda ganda.
ESTRG	= Angka ekivalen untuk jenis sumbu tunggal roda ganda.
ESTrRG	= Angka ekivalen untuk jenis sumbu triple roda ganda.
ESTRT	= Angka ekivalen untuk jenis sumbu tunggal roda tunggal.
<i>i</i>	= Pertumbuhan Lalu lintas
<i>Ipf</i>	= Indeks permukaan jalan hancur.
<i>Ipo</i>	= Indeks permukaan jalan awal (<i>initial design serviceability index</i>).
<i>Ipt</i>	= Indeks permukaan jalan akhir (<i>terminal serviceability index</i>).
ITP	= Indeks Tebal Perkerasan.
LHR	= Lintas Harian Rata-rata.
LHRT	= Lintas harian rata-rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu.
MR	= <i>Modulus resilient</i> .
<i>n</i>	= Tahun ke-
P2JN	= Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional.
R	= <i>Realibilitas</i> .
Si	= <i>Soil support</i> .
SN	= <i>Structural Number</i> .
<i>SN_f</i>	= <i>Structural Number Future</i> .
So	= Gabungan <i>standard error</i> untuk perkiraan lalu-lintas dan kinerja.
VDF	= <i>Vehicle Damage Factor</i> (Perkiraan Faktor Ekivalen Beban).
Wt	= Perkiraan jumlah beban sumbu standar ekivalen.

- Wt18 = Beban lalu lintas selama umur rencana.
- ZR = Deviasi normal standar.
- ΔIP = Perbedaan antara indeks permukaan jalan awal (IPo) dan Indeks permukaanjalan akhir desain (IPt).
- ΔPSI = Tingkat pelayanan suatu jalan yang ditandai oleh kemampuan perkerasan jalan untuk melayani berbagai macam tipe lalu lintas yang melintas.



ABSTRAK

Jalan adalah sarana utama yang memiliki peranan penting bagi kelancaran transportasi darat. Seiring dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang melintas di ruas jalan tersebut dapat menyebabkan berbagai kendala, salah satunya adalah kerusakan pada bagian konstruksi jalan, salah satu penyebab kerusakan yaitu karena beban kendaraan dengan muatan berlebih (*overload*). Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi pengaruh umur rencana perkerasan jalan akibat sering dilalui kendaraan dengan beban berlebih (*overload*) dengan metode Bina Marga 2013. Tujuan dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur rencana jalan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) di ruas jalan Yogya – Magelang.

Data yang dipakai berupa data sekunder diperoleh dari badan/instansi, yaitu Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang dan Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah. Adapun perhitungan data dilakukan sesuai dengan yang sudah diatur dalam Bina Marga (2013) dan AASHTO 1993.

Dari hasil perhitungan menggunakan metode Bina Marga 2013 dengan pertumbuhan lalu lintas (*i*) aktual sebesar 26% dan umur rencana 10 tahun diketahui bahwa terjadi pengurangan umur rencana jalan pada ruas jalan Yogya – Magelang sebesar 4,25 tahun akibat beban berlebih kendaraan. Dikarenakan pertumbuhan lalu lintas (*i*) aktual yang dianggap terlalu tinggi, maka dilakukan analisis sensitivitas dengan memvariasikan nilai (*i*) aktual. Hasil dari analisis sensitivitas pengurangan umur rencana jalan pada ruas jalan Yogya – Magelang yaitu untuk $i = 5\%$ sebesar 1,18 tahun, $i = 10\%$ sebesar 2,31 tahun, $i = 15\%$ sebesar 2,97 tahun, $i = 20\%$ sebesar 3,33 tahun, dan $i = 25\%$ sebesar 3,52 tahun. Dengan nilai *CESA* perencanaan sebesar 32.142.800,41 *ESA* menggunakan metode AASHTO 1993 diperoleh nilai *Structural Number (SN)* = 3,73, sehingga nilai *Structural Number (SN)* yang dibutuhkan agar jalan tetap dapat mempertahankan umur rencana selama 10 tahun dalam kondisi kendaraan *overload* nilai *SN* meningkat menjadi 4,49.

Kata kunci: Muatan Berlebih, Umur Rencana, Perkerasan

ABSTRACT

Roads are the crucial tools for land transportations fluency. Along with the traffic density level that crosses the roads, it can cause some obstacles. One of the obstacles is the damage on the road construction because of the overload vehicles that cross the roads. In this research, the researcher did an evaluation of the age influence of the pavement plan due to the overload vehicles that cross the roads frequently used Bina Marga 2013 method. The aim of this research is to find out the influence of the overload on the age of the flexible pavement road plan on the Yogyakarta-Magelang road.

The data used is the secondary data that obtained from Office of the Magelang Area Transportation Service Unit and Office of Supervision and Planning of the National Road of Central Java. The data calculated according to the Bina Marga 2013 regulations and AASHTO 1993.

From the calculation using Bina Marga 2013 method with the actualisation of traffic growth by 26% and the 10 year planning it is prominent to understand that there is a decrease number of planning on Yogya - Magelang roadways as much as 4,5 years due to overweight of vehicle transportation. Due to the actual traffic growth (i) that were considered high, a sensitivity analysis with actual variation of value (i) is conducted. The result of this sensitivity analysis by decreasing the age plan on Yogya - Magelang roadway as follows: $i = 5\%$ as much as 1,18 years, $i = 10\%$ as much as 2,31 years, $i = 15\%$ as much as 2,96 years, $i = 20\%$ as much as 3,33 years, and $i = 25\%$ as much as 3,52 years. With the CESA planning, as much as 32.142.800,41 ESA using the AASHTO 1993 method gains a Structural Number (SN) of 3,73. In accordance to the number, it is adamant to gain the specific Structural Number (SN) on the road to maintain the 10 year planning on the overload SN condition to increase into 4,49.

Keywords: Overload, Age plan, Pavement

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah sarana utama yang memiliki peranan penting bagi kelancaran transportasi darat. Seiring dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang melintas di ruas jalan tersebut menyebabkan berbagai kendala, salah satunya adalah kerusakan pada bagian konstruksi jalan tersebut, penyebab kerusakan itu contohnya karena beban kendaraan dengan muatan berlebih (*overload*).

Umur rencana jalan adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru. Secara definisi beban berlebih (*overload*) adalah suatu kondisi beban gandar kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai. Kerusakan jalan akan terjadi lebih cepat karena jalan terbebani melebihi daya dukungnya. Kerusakan ini disebabkan oleh salah satu faktor yaitu terjadinya beban berlebih (*overload*).

Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan fungsi strukturalnya sesuai dengan bertambahnya umur, apalagi jika dilewati oleh kendaraan berat dengan muatan yang cenderung berlebih. Kerusakan jalan yang terdapat di berbagai daerah saat ini merupakan permasalahan yang kompleks dan merugikan terutama bagi pengguna jalan, seperti terjadinya waktu tempuh yang lama, kemacetan, kecelakaan lalu lintas dan lain-lain. Secara umum penyebab kerusakan jalan ada berbagai sebab yakni umur rencana jalan yang telah dilewati, genangan air pada permukaan jalan yang tidak dapat mengalir akibat drainase yang kurang baik, kelebihan tonase kendaraan yang menyebabkan umur pakai jalan lebih pendek dari umur rencana jalan, perencanaan yang tidak tepat, pengawasan yang kurang baik dan pelaksanaan yang tidak sesuai dengan standar yang ada.

Jalan Yogya – Magelang adalah jalan nasional yang menghubungkan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Provinsi Jawa Tengah yang berada

di kecamatan Salam Magelang Jawa Tengah. Jalan Yogya – Magelang memiliki 4 lajur 2 arah yaitu arah menuju Yogyakarta dan arah menuju Magelang Jawa Tengah dengan lebar jalan 14 meter. Berdasarkan hasil survei tahun 2016 dari Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah pada ruas jalan Yogya – Magelang mempunyai Lintas Harian Rata – rata (LHR) 63.559 kendaraan/hari. Dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang melintas di ruas jalan tersebut dapat menyebabkan berbagai kendala, salah satunya menyebabkan kerusakan pada beberapa bagian konstruksi jalan tersebut. Berikut kondisi jalan Yogya – Magelang Km 22 pada bulan Desember tahun 2016 dapat dilihat pada Gambar 1.1 di bawah.



Gambar 1.1 Kondisi Jalan Yogya – Magelang Km 22 Bulan Desember 2016

Ruas jalan Yogya – Magelang dilalui oleh beberapa macam kendaraan berat dengan beberapa macam konfigurasi sumbu, salah satunya yaitu kendaraan berat bermuatan pasir. Beberapa kendaraan berat yang melintas di jalan Yogya – Magelang tidak masuk ke Jembatan Timbang Salam dikarenakan adanya akses jalan yang memotong sehingga beberapa kendaraan berat terutama truk – truk bermuatan pasir dari penambangan di Merapi dapat menghindari Jembatan Timbang Salam. Hal tersebut membuat kendaraan berat dengan beban berlebih (*overload*) yang melintasi ruas jalan Yogya – Magelang tidak semuanya dapat terpantau dengan baik.

Berdasarkan kejadian tersebut maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap pengurangan umur jalan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) di ruas jalan Yogya – Magelang, sehingga pengaruh akibat kelebihan muatan kendaraan yang melintasi ruas jalan tersebut dapat diketahui.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan penelitian sebagai berikut.

1. Seberapa besar pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap pengurangan umur perkerasan jalan?
2. Bagaimana agar perkerasan dapat mempertahankan umur rencana dengan kondisi lalu lintas yang *overload*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh pengurangan umur perkerasan jalan yang sering dilalui kendaraan dengan beban berlebih (*overload*) dengan metode Bina Marga 2013.
2. Menginvestigasi perkerasan untuk mencegah terjadinya penurunan umur rencana dengan kondisi lalu lintas yang *overload* dengan metode AASHTO 1993.

1.4 Batasan Penelitian

Untuk mempermudah melakukan penelitian maka diberi ruang lingkup yang membatasi penelitian. Adapun batasan penelitian adalah sebagai berikut.

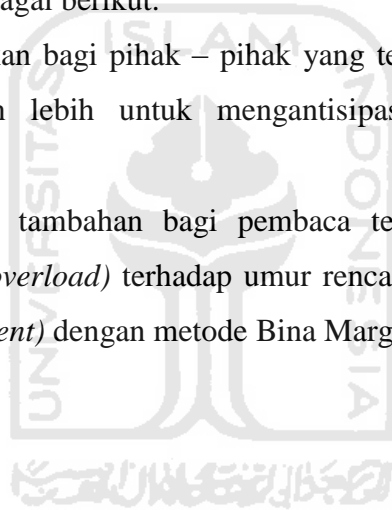
1. Beban berlebih yang dimaksud adalah beban kendaraan melebihi beban sumbu standar yang ditetapkan sesuai dengan konfigurasi sumbu kendaraan.
2. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu metode Bina Marga 2013 dan metode AASHTO 1993.

3. Lokasi penelitian berada di ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23.
4. Data yang digunakan dalam penelitian yaitu sekunder berupa data lalu lintas harian rata – rata dan data pelanggaran beban kendaraan (*overload*).
5. Jenis perkerasan jalan pada penelitian adalah perkerasan lentur (*flexible pavement*).

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan teknologi ilmu pengetahuan. Manfaat yang dapat diambil dari penelitian sebagai berikut.

1. Sebagai bahan masukan bagi pihak – pihak yang terkait tentang pentingnya pengendalian muatan lebih untuk mengantisipasi efek kerusakan dini terhadap umur jalan.
2. Sebagai pengetahuan tambahan bagi pembaca tentang pengaruh muatan berlebih kendaraan (*overload*) terhadap umur rencana jalan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan metode Bina Marga 2013.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerusakan Jalan

Secara teknis kerusakan jalan menunjukkan suatu kondisi dimana struktural dan fungsional jalan sudah tidak mampu memberikan pelayanan optimal terhadap lalu lintas yang melintas. Kerusakan jalan dapat disebabkan oleh beban lalu lintas, kondisi lingkungan dan umur dari perkerasan jalan tersebut.

Sukirman (1999) dalam bukunya menyatakan bahwa kinerja perkerasan jalan (*pavement performance*) meliputi 3 hal yaitu sebagai berikut.

1. Keamanan, yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan serta besarnya gaya gesekan yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca, dll.
2. Wujud perkerasan (*structural*), sehubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang dan lain sebagainya.
3. Fungsi pelayanan (*functional performance*), sehubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan serta wujud perkerasan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat digambarkan dengan “kenyamanan pengemudi (*riding quality*)”.

2.2 Penyebab Kerusakan Perkerasan Lentur

Menurut Sukirman (1999) kerusakan pada konstruksi perkerasan lentur dapat disebabkan oleh beberapa faktor berikut.

1. Lalu lintas, yang berupa peningkatan beban dan repetisi beban.
2. Air, biasanya berasal dari air hujan yang terlalu banyak dan sistem drainase yang jelek sehingga akibat kapilaritas air dapat naik ke permukaan perkerasan.
3. Material konstruksi perkerasan. Dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat disebabkan sistem pengolahan maupun

pengangkutan yang menyalahi aturan (*human eror*).

4. Iklim, di Indonesia sendiri beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan yang tinggi dapat merusak struktur perkerasan jalan.
5. Kondisi tanah dasar (*subgrade*) yang tidak stabil, kemungkinan disebabkan oleh pelaksanaan (pemadatan) yang kurang baik, atau memang sifat tanah dasar itu memang jelek.
6. Proses Proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar (lapisan pondasi) yang kurang baik, sehingga tidak dicapai kepadatan minimum yang disyaratkan.

2.3 Muatan Berlebih

Menurut *AASHTO* (1972) beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18 kips (8,16 ton). Konfigurasi beban as standar yang dikenal dengan nama *Standard Single Axle Load*.

Palmaputri (2016) melakukan penelitian tentang muatan berlebih yang melintas di Jembatan Timbang Kulwaru, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui berkurangnya umur rencana perkerasan yang diakibatkan pelanggaran beban muatan berlebih pada kendaraan angkutan barang di jalan raya Wates, Kulon Progo yaitu tepatnya di Toyan, Karangnongko, Krendetan. Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan antara total lintasan beban rencana dengan total lintasan beban aktual (dengan dasar asumsi beban rencana sebagai beban kendaraan tidak melanggar dan beban aktual sebagai beban kendaraan melanggar). Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan ringan dengan Jumlah Berat yang Diijinkan (JBI) 2,5 ton menjadi 2,721 ton, kendaraan truk dengan JBI 8,5 ton menjadi 9,207 ton, kendaraan truk dengan JBI 15 ton menjadi 16,523 ton dan kendaraan truk dengan JBI 23 ton menjadi 25,146 ton.

Geleteng (2012) melakukan penelitian tentang muatan berlebih yang melintas di UPPKB Kalitirto Berbah Sleman Yogyakarta. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui besarnya penyimpangan beban akibat muatan lebih

pada kendaraan dan untuk mengetahui berapa besarnya pengurangan umur perkerasan jalan akibat kelebihan muatan pada kendaraan di ruas jalan tersebut. Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan antara total lintasan beban rencana dengan total lintasan beban aktual dengan asumsi beban rencana sebagai beban kendaraan tidak melanggar dan beban aktual sebagai beban kendaraan melanggar. Data yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah data primer (hasil pengamatan jumlah pelanggaran kendaraan angkutan barang dan beban kendaraan yang masuk di Jembatan Timbang Kalitirto) dan data sekunder. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan ringan dari 2 ton menjadi 2,90 ton, kendaraan truk dari 8 ton menjadi 9,28 ton, kendaraan truk 2 as dari 13 ton menjadi 14,93 ton, dan kendaraan truk 3 as dari 20 ton menjadi 22,20 ton.

Perbedaan dengan penelitian terdahulu yaitu peneliti akan menggunakan data sekunder yaitu data kendaraan dengan beban berlebih (*overload*) pada ruas jalan Yogya – Magelang. Data sekunder yang digunakan diperoleh dari Jembatan Timbang Salam, Magelang.

2.4 Dampak Muatan Berlebih Terhadap Umur Rencana

Menurut Zainal dkk. (2016) pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan kualitas strukturalnya sesuai bertambahnya umur jalan, apalagi jika dilalui oleh kendaraan dengan muatan berat dan cenderung melebihi ketentuan. Salah satu penyebab utama kerusakan jalan adalah kualitas pelaksanaan, drainase dan dari beban kendaraan yang melebihi ketentuan (*overload*) dampaknya adalah kerusakan badan jalan sebelum umur teknis perencanaan terpenuhi.

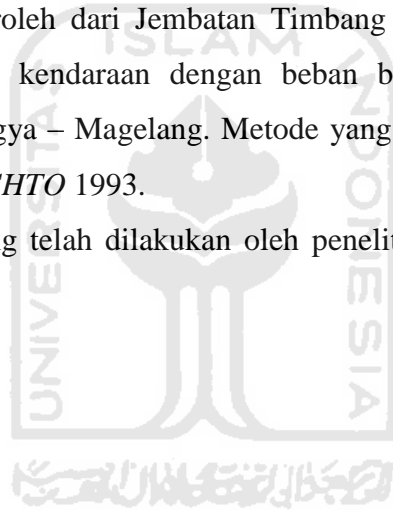
Santoso (2012) melakukan penelitian tentang dampak muatan berlebih yang melintas di Jembatan Timbang Salam, Magelang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode Analisis Komponen 1987. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa terjadi penyimpangan beban kendaraan ringan dari 2 ton menjadi 2,58 ton, kendaraan truk dari 8 ton menjadi 9,03 ton, kendaraan truk 2 as dari 13 ton menjadi 14,62 ton, kendaraan truk 3 as dari 20 ton menjadi 22 ton. Dampak dari penyimpangan beban tersebut mengakibatkan pengurangan umur

rencana jalan sekitar 17,4% selama umur rencana 5 tahun menjadi 4,13 tahun.

Geleteng (2012) melakukan penelitian tentang dampak muatan berlebih yang melintas di UPPKB Kalitirto Berbah Sleman Yogyakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode Analisis Komponen 1987. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan ringan dari 2 ton menjadi 2,90 ton, kendaraan truk dari 8 ton menjadi 9,28 ton, kendaraan truk 2 as dari 13 ton menjadi 14,93 ton, dan kendaraan truk 3 as dari 20 ton menjadi 22,20 ton. Dampak dari penyimpangan beban tersebut mengakibatkan pengurangan umur rencana jalan dari 10 tahun menjadi 9 tahun.

Perbedaan dengan penelitian terdahulu yaitu peneliti akan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Jembatan Timbang Salam, Magelang untuk mengetahui dampak dari kendaraan dengan beban berlebih (*overload*) yang melintas di ruas jalan Yogya – Magelang. Metode yang digunakan yaitu Metode Bina Marga 2013 dan *AASHTO* 1993.

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.



Tabel 2.1 Ringkasan Studi Pustaka yang Pernah Dilakukan

No	Nama Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Hasil
1	Palmaputri (2016)	Analisis Dampak Muatan Lebih (<i>overloading</i>) Kendaraan Angkutan Barang Terhadap Perkerasan dan Masa Pelayanan Jalan (Studi Kasus Jembatan Timbang Kulwaru)	Mengetahui pengaruh muatan lebih (<i>overloading</i>) pada kendaraan angkutan barang terhadap perkerasan dan masa pelayanan jalan, serta kerusakan dan kerugian yang ditimbulkan dari muatan lebih tersebut.	Jembatan Timbang Kulwaru, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta	Hasil dari analisis yaitu diketahui bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan ringan dengan Jumlah Berat yang Diijinkan (JBI) 2,5 ton menjadi 2,721 ton, kendaraan truk dengan JBI 8,5 ton menjadi 9,207 ton, kendaraan truk dengan JBI 15 ton menjadi 16,523 ton dan kendaraan truk dengan JBI 23 ton menjadi 25,146 ton. Dampak dari penyimpangan beban tersebut mengakibatkan pengurangan umur rencana jalan dari 5 tahun menjadi 4,795 tahun dan juga kerusakan pada aspal seperti lubang, retak buaya dan distorsi.
2	Geleteng (2012)	Analisis Kelebihan Muatan Pada Kendaraan Angkutan Barang Di UPPKB Kalitirto	Mengetahui besarnya penyimpangan beban akibat muatan yang berlebih pada kendaraan dan untuk mengetahui berapa besarnya kelebihan muatan pada kendaraan barang terhadap Wt rencana dan Wt aktual di ruas jalan tersebut.	UPPKB Kalitirto Berbah Sleman Yogyakarta	Hasil dari analisis yang dilakukan dengan Metode Analisa Komponen 1987 diketahui bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan ringan dari 2 ton menjadi 2,90 ton, kendaraan truk dari 8 ton menjadi 9,28 ton, kendaraan truk 2 as dari 13 ton menjadi 14,93 ton, dan kendaraan truk 3 as dari 20 ton menjadi 22,20 ton. Dampak dari penyimpangan beban tersebut mengakibatkan pengurangan umur rencana jalan dari 10 tahun menjadi 9 tahun.

Lanjutan Tabel 2.1 Ringkasan Studi Pustaka yang Pernah Dilakukan

No	Nama Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Hasil
3	Santoso (2012)	Pengaruh Kendaraan Angkutan Barang Muatan Lebih (<i>overload</i>) pada Perkerasan dan Umur Jalan (Studi Kasus Jembatan Timbang Salam, Magelang)	Mengetahui penurunan umur rencana perkerasan Ruas Jalan Magelang dan mengetahui besarnya penyimpangan beban akibat muatan berlebih dan besarnya pengurangan umur jalan akibat pelanggaran kelebihan muatan kendaraan.	Jembatan Timbang Salam, Magelang	Hasil analisis yang dilakukan dengan Metode Analisis Komponen 1987 diketahui bahwa telah terjadi penyimpangan beban kendaraan ringan dari 2 ton menjadi 2,58 ton, kendaraan truk dari 8 ton menjadi 9,03 ton, kendaraan truk 2 as dari 13 ton menjadi 14,62 ton, kendaraan truk 3 as dari 20 ton menjadi 22 ton. Dampak dari penyimpangan beban tersebut mengakibatkan pengurangan umur rencana teknis jalan sekitar 17,4% selama umur rencana 5 tahun menjadi 4,13 tahun.

Sumber: Palmaputri (2016), Geleteng (2012), Santoso (2012)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Definisi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. (Pasal 1 UU No. 38 Tahun 2004)

3.2 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan umum di Indonesia menurut Undang - Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dikelompokkan menurut sistem, fungsi, status dan kelas.

3.2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan Jalan

Klasifikasi jalan umum di Indonesia menurut fungsinya berdasarkan peraturan perundangan (Pasal 7 UU No. 38 Tahun 2004), terdiri sebagai berikut.

1. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.
2. Sistem jaringan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

3.2.2 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya

Klasifikasi jalan umum di Indonesia menurut fungsinya berdasarkan peraturan perundangan (Pasal 8 UU No. 38 Tahun 2004), terdiri sebagai berikut.

1. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

3.2.3 Klasifikasi Jalan Menurut Statusnya

Klasifikasi Jalan umum di Indonesia menurut statusnya berdasarkan peraturan perundangan (Pasal 9 UU No. 38 Tahun 2004), yaitu sebagai berikut.

1. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten atau kota, atau antar ibu kota kabupaten atau kota, dan jalan strategis provinsi.
3. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal.

4. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

3.2.4 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi Jalan umum di Indonesia menurut kelas jalan berdasarkan peraturan perundangan (Pasal 19 UU No. 22 Tahun 2009), terdiri sebagai berikut.

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.
2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.200 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3000 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan pada Tabel 3.1 tentang ketentuan klasifikasi jalan menurut fungsi dan kelas beban di bawah ini.

Tabel 3.1 Ketentuan Klasifikasi Jalan : Fungsi, Kelas Beban

Fungsi Jalan	Arteri				Kolektor			Lokal		Lingkungan	
	I	II	III	khusus	I	II	III	II	III	II	III
Lebar (milimeter)	≤ 2500	≤ 2500	≤ 2200	> 2500	≤ 2500	≤ 2500	≤ 2200	≤ 2500	≤ 2200	≤ 2500	≤ 2200
Panjang (milimeter)	≤ 18000	≤ 12000	≤ 9000	> 18000	≤ 18000	≤ 12000	≤ 9000	≤ 12000	≤ 9000	≤ 12000	≤ 9000
Tinggi maksimum (milimeter)	≤ 4200	≤ 4200	≤ 3000	> 4200	≤ 4200	≤ 4200	≤ 3000	≤ 4200	≤ 3000	≤ 4200	≤ 3000
Muatan Sumbu Terberat, (ton)	≤ 10	≤ 8	≤ 8	> 10	≤ 10	≤ 8	≤ 8	≤ 8	≤ 8	≤ 8	≤ 8

Sumber : Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (2009)

3.3 Pengertian Perkerasan

Tanah saja biasanya tidak cukup dan menahan deformasi akibat beban roda berulang, untuk itu perlu adanya lapisan tambahan yang terletak antara tanah dan roda atau lapisan paling atas dari beban jalan. Lapisan tambahan ini dibuat dari bahan khusus yang mempunyai kualitas yang lebih baik dan dapat menyebarkan beban roda yang lebih luas di atas permukaan tanah, sehingga tegangan yang terjadi karena beban lalu lintas menjadi lebih kecil dari tegangan ijin tanah. Bahan ini selanjutnya disebut bahan lapis perkerasan. (Sukirman, 1999)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan fleksibel dengan bahan terdiri dari bahan ikat dan batu. Perkerasan ini umumnya terdiri atas 3 lapis atau lebih. Berikut urutan lapisan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*).

1. Lapis tanah dasar (*subgrade*)

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut.

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban.
- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti.
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya.

Tidak semua jenis tanah dapat digunakan sebagai tanah dasar pendukung badan jalan secara baik, karena harus dipertimbangkan beberapa sifat yang penting untuk kepentingan struktur jalan seperti daya dukung dan kestabilan tanah yang cukup, komposisi dan gradasi butiran tanah, sifat kembang susut (*swelling*) tanah, kemudahan untuk dipadatkan, kemudahan meluluskan air (*drainase*), plastisitas dari tanah, sifat *ekspansive* tanah dan lain-lain.

2. Lapis pondasi bawah (*sub base course*)

Merupakan lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi atas (*base*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang meneruskan beban di atasnya, dan selanjutnya menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis tanah dasar. Lapis pondasi bawah dibuat diatas tanah dasar yang berfungsi di antaranya sebagai berikut.

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Menjaga efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi
- d. Sebagai lapis pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar.

3. Lapis pondasi atas (*Base course*)

Merupakan suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (*subbase*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang mendukung lapis permukaan dan beban-beban roda yang bekerja di atasnya dan menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis pondasi bawah, kemudian ke lapis tanah dasar. Fungsi dari lapis pondasi atas adalah sebagai berikut.

- a. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.
- b. Meneruskan limpahan gaya lalu lintas ke lapis pondasi bawah.

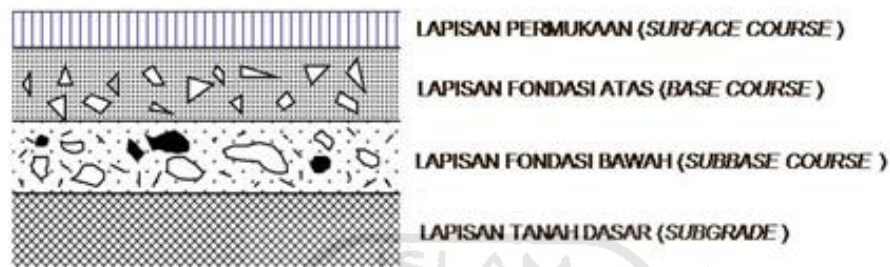
4. Lapis permukaan

Fungsi lapis permukaan antara lain sebagai berikut.

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*)

Lapis permukaan dari struktur perkerasan lentur ini merupakan campuran dari agregat yang bergradasi rapat dan aspal atau disebut juga campuran aspal.

Kedua bahan ini dicampur dalam keadaan panas (sehingga dikenal dengan nama *hot mix*), dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pula. Lapis permukaan ini harus kedap air, permukaannya rata namun kasar. Berikut susunan lapis pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.

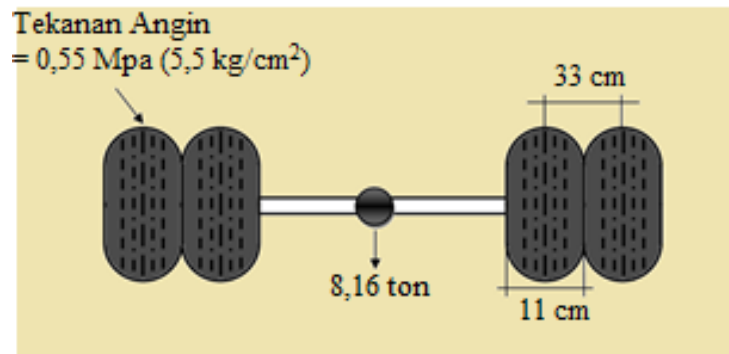


Gambar 3.1 Lapisan Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

(Sumber : Bina Marga, 1987)

3.4 Beban Sumbu Kendaraan

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, dan kecepatan kendaraan. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Sehingga perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat diekivalenkan ke beban tersebut. Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18 kips (8,16 ton). Semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu berbeda diekivalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan angka ekivalen beban standar. (AASHTO, 1972) Berikut ilustrasi roda kendaraan yang membebani jalan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Roda Kendaraan yang Membebani Jalan
(Sumber : Putri, 2014)

Sedangkan muatan sumbu terberat adalah jumlah tekanan maksimum roda terhadap jalan, penetapan muatan sumbu terberat ditujukan untuk mengoptimalkan antara biaya konstruksi dengan efisiensi angkutan. Muatan sumbu terberat untuk masing-masing kelas jalan ditunjukkan dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Muatan Sumbu Terberat Berdasarkan Kelas Jalan

Kelas jalan MST	
I	10 ton
II	8 ton
III	8 ton
Khusus	> 10 ton

Sumber : UU LLAJ RI No.22 (2009)

3.5 Muatan Berlebih (*Overload*)

Muatan berlebih adalah muatan sumbu kendaraan yang melebihi dari ketentuan seperti yang tercantum pada peraturan yang berlaku. Jumlah berat yang diizinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Jumlah berat yang diizinkan semakin besar kalau jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. (PP 43 Tahun 1993)

JBI ditetapkan oleh pemerintah dengan pertimbangan daya dukung kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu sebagai upaya peningkatan umur jalan dan kendaraan serta aspek keselamatan di jalan. Sementara itu Jumlah Berat Bruto (JBB) ditetapkan oleh pabrikan sesuai

dengan kekuatan rancangan sumbu, sehingga konsekuensi logisnya JBI tidak melebihi JBB.

Berikut jenis kendaraan berdasarkan jumlah berat yang diizinkan ditunjukkan pada Gambar 3.3 berikut.

Jumlah sumbu	Jenis	JBI Kelas II	JBI Kelas III	Gambar
2	Truk Engkel	12 ton	12 ton	
2	Truk Besar	16 ton	14 ton	
3	Truk Tronton	22 ton	20 ton	
3	Truk Gandeng	36 ton	30 ton	
4	Truk 4 sumbu	30 ton	26 ton	
4	Truk tempel	34 ton	28 ton	
5	Truk tempel	40 ton	32 ton	
6	Truk tempel	43 ton	40 ton	

Gambar 3.3 Jenis Kendaraan Berdasarkan Jumlah Berat yang Diizinkan
(Sumber : Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2008)

Kerusakan pada perkerasan jalan disebabkan salah satunya oleh beban lalu lintas berulang yang berlebihan (*overload*), panas/suhu udara, air dan hujan, serta mutu jalan yang buruk. Sehingga selain direncanakan secara tepat, jalan harus dipelihara dengan baik agar dapat melayani pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Pemeliharaan jalan rutin maupun berkala perlu dilakukan untuk mempertahankan keamanan dan kenyamanan jalan bagi pengguna dan menjaga daya tahan atau keawetan sampai umur rencana. (Suwardo dan Sugiharto, 2004)

3.6 Umur Pelayanan Jalan

Umur pelayanan adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapisan permukaan yang baru. (Bina Marga, 1989)

Faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan jalan adalah kelas jalan, faktor lingkungan, jenis tanah dan volume kendaraan yang lewat. Dalam perencanaan jalan faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap umur pelayanan jalan yang akan direncanakan sesuai dengan struktur jalan yang telah direncanakan.

Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan *non structural* yang berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai. (Sukirman, 1992)

3.7 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban sumbu tunggal seberat 8,16 ton 18000 lb.

Angka ekuivalen masing-masing golongan beban sumbu untuk setiap sumbu kendaraan ditentukan dengan Persamaan di bawah ini (Pedoman Konstruksi dan Bangunan, 2005).

1. Angka ekuivalen sumbu roda tunggal

$$E_{STRT} = \left(\frac{\text{beban sumbu } (t)}{5,40} \right)^4 \quad (3.1)$$

2. Angka ekuivalen sumbu roda ganda

$$E_{STRG} = \left(\frac{\text{beban sumbu } (t)}{8,16} \right)^4 \quad (3.2)$$

3. Angka ekivalen sumbu dua roda ganda

$$E_{SDRG} = 0,086 \times \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16} \right)^4 \quad (3.3)$$

4. Angka ekivalen sumbu triple roda ganda

$$E_{STrRG} = 0,053 \times \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16} \right)^4 \quad (3.4)$$

Keterangan :


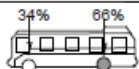
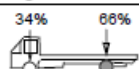
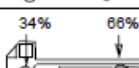
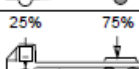
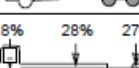
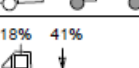
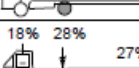
ESTRT = Angka ekivalen untuk jenis sumbu tunggal roda tunggal.

ESTRG = Angka ekivalen untuk jenis sumbu tunggal roda ganda.

ESDRG = Angka ekivalen untuk jenis sumbu dual roda ganda.

ESTrRG = Angka ekivalen untuk jenis sumbu triple roda ganda.

Berikut konfigurasi roda kendaraan dan angka ekivalen 8,16 berdasarkan Manual Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam 1983 yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Gambar 3.4 Konfigurasi Roda Kendaraan dan Angka Ekivalen 8,16
(Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam, 1983)

3.8 Pertumbuhan Lalu Lintas

Perhitungan pertumbuhan lalu lintas (i) sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut.

$$i = \left(\sqrt[n]{\frac{LHR_n}{LHR_0}} \right) - 1 \quad (3.5)$$

Keterangan :

i = Pertumbuhan lalu lintas.

LHR_n = Jumlah LHR pada survei awal.

LHR_0 = Jumlah LHR pada survei terakhir.

n = Selisih jumlah tahun data yang diambil.

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang *valid*, apabila tidak ada maka sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 faktor pertumbuhan lalu lintas (i) untuk desain dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah.

Tabel 3.3 Faktor Pertumbuhan Lalu lintas (i) Minimum untuk Desain

	2011 – 2020	>2021 – 2030
Arteri dan pekotaan (%)	5	4
Kolektor rural (%)	3,5	2,5
Jalan desa (%)	1	1

Sumber : Bina Marga (2013)

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana digunakan faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R) yang dapat dihitung menggunakan Persamaan berikut.

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \quad (3.6)$$

Keterangan :

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas.

i = Tingkat pertumbuhan lalu lintas (%).

UR = Umur rencana (tahun).

3.9 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu lintas terbesar. Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013, distribusi lajur untuk kendaraan niaga dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Distribusi lajur (%)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber : Bina Marga (2013)

3.10 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Didalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2013, beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sesuai dengan Persamaan sebagai berikut.

$$ESA = (\Sigma \text{jenis kendaraan LHRT} \times VDF \times DL) \quad (3.7)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \quad (3.8)$$

Keterangan :

ESA = Lintasan sumbu standar ekivalen (*Equivalent Standard Axle*).

LHRT = Lintas harian rata-rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu.

VDF = *Vehicle Damage Factor* (Perkiraan Faktor Ekivalen Beban).

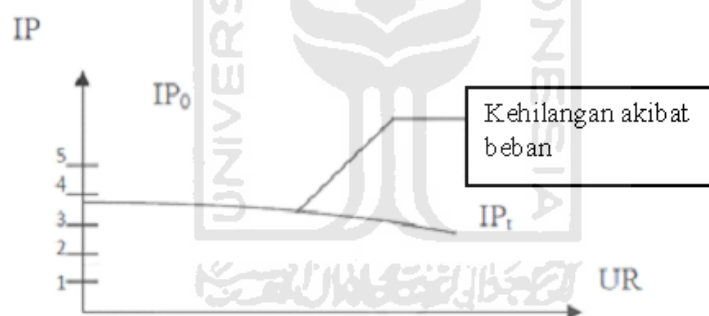
DL = Faktor Distribusi Lajur

CESA = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana.

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas.

3.11 Penurunan Umur Rencana

Umur rencana adalah kurun waktu yang dibutuhkan dari indeks permukaan awal sampai dengan dicapainya indeks permukaan terminal. Indeks permukaan ini merupakan angka yang menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan perkerasan jalan yang beralian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Tingkat pelayanan lalu lintas selama umur rencana ditentukan dari rasio kehilangan kemampuan pelayanan. Masa kemampuan pelayanan ini dapat dilihat pada Gambar 3.5 di bawah ini.

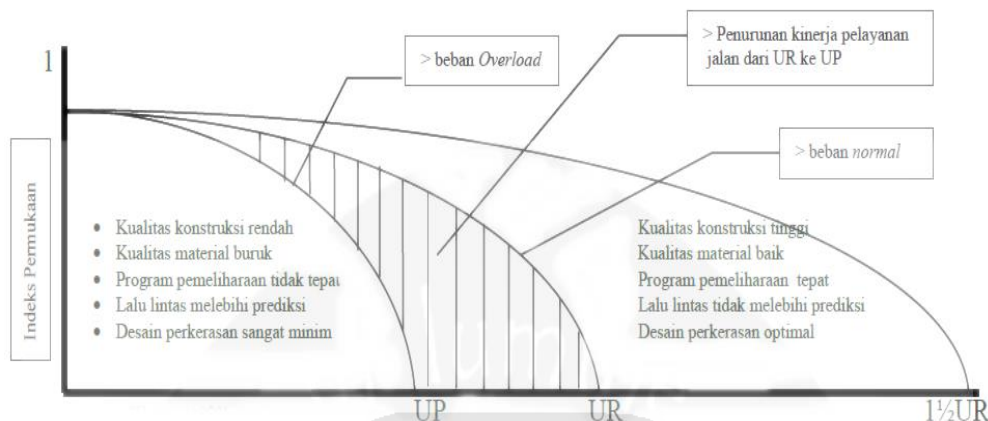


Gambar 3.5 Umur Rencana Jalan

(Sumber: Geleteng, 2012)

Gambar di atas menggambarkan bahwa perkerasan jalan direncanakan untuk mendukung sejumlah repetisi beban (W) selama umur rencana (UR) dari IP_0 sampai IP_t . Umur rencana (UR) dari grafik tersebut sebanding atau sama dengan sejumlah lintasan akibat beban lalu-lintas (W). Semakin besar jumlah repetisi beban selama umur rencana jalan maka kinerja lapis perkerasan akan mengalami kemunduran, yang diindikasikan dengan penurunan umur rencana

(UR) menjadi umur perbaikan (UP). Ilustrasi laju penurunan kualitas pelayanan perkerasan jalan dapat dilihat pada Gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Ilustrasi Laju Penurunan Kualitas Pelayanan Perkerasan Jalan
(Sumber: Rahim, 2000)

3.12 Reliabilitas

Reliabilitas didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa tingkat pelayanan dapat tercapai pada tingkatan tertentu dari sisi pandangan para pengguna jalan sepanjang umur jalan yang direncanakan. *Realibilitas* juga mempunyai pengertian yang berkaitan dengan tingkat kepastian pada proses perencanaan untuk menjamin bahwa variasi alternatif perencanaan akan mencapai akhir periode analisa, *AASHTO* merekomendasikan nilai *Reliabilitas* (R) menurut klasifikasi fungsional jalan yang direncanakan sesuai Tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5 Perkiraan Tingkat Keandalan (R) untuk Berbagai Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya

Klasifikasi Fungsional	Reliabilitas yang Direkomendasikan	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas hambatan	85-99,9	80-99,9
Jalan arteri	80-99	75-95
Jalan kolektor	80-95	75-95
Jalan lokal	50-80	50-80

Sumber : *AASHTO* (1993)

3.13 Gabungan Kesalahan Baku

Faktor keandalan merupakan fungsi dari gabungan kesalahan baku (S_o) yang memiliki rentang nilai antara 0,4 - 0,5 menurut *AASHTO* '93, sedangkan nilai simpangan baku normal (Z_R) ditentukan berdasarkan tingkat keandalan (R) yang dipilih. Harga simpangan baku normal (Z_R) berkaitan dengan tingkat keandalan dapat dilihat pada Tabel 3.6 di bawah.

Tabel 3.6 Harga Simpangan Baku Normal (Z_R) Berkaitan dengan Tingkat Keandalan yang Dipilih

Tingkat Keandalan (R)	Simpangan Baku Normal (Z_R)
50	-0,00
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Sumber : *AASHTO* (1993)

3.14 *Servisibilitas*

Servisibilitas merupakan tingkat pelayanan suatu jalan yang ditandai oleh kemampuan perkerasan jalan untuk melayani berbagai macam tipe lalu lintas yang melintas. Perhitungan total kehilangan tingkat pelayanan dapat digunakan Persamaan berikut.

$$\Delta PSI = p_o - p_t \quad (3.9)$$

Keterangan :

ΔPSI = Perbedaan antara tingkat pelayanan awal (IPo) dan indeks permukaan jalan pada akhir umur rencana (IPt).

Po = Tingkat pelayanan awal.

Pt = Indeks permukaan pada akhir umur rencana.

3.15 *Modulus Resilient Efektif Tanah Dasar (Mr)*

Modulus resilient tanah dasar diperkenalkan untuk mengganti daya dukung tanah. *Modulus resilient* tanah dasar juga dapat diperkirakan dari nilai *CBR* standar atau nilai tes *soil index*. Perhitungan *Modulus resilient (Mr)* dapat menggunakan Persamaan berikut.

$$Mr = 1500 \times CBR \text{ (psi)} \quad (3.10)$$

Keterangan :

Mr = *Modulus resilien*.

CBR = California bearing ratio.

3.16 *Structural Number Future (SN_f)*

Structural Number Future (SN_f) adalah kapasitas struktur perkerasan berdasarkan volume lalu lintas rencana dimasa mendatang. Dalam perhitungan *Structural Number Future (SN_f)* sesuai dengan *AASHTO 1993* digunakan Persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Log (Wt18)} = & ZR \times So + 9,36 \times \text{Log (SN + 1)} - 0,20 + \frac{\text{Log} \left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} \\ & + 2,32 \times \text{Log (M}_R) - 8,07 \end{aligned} \quad (3.11)$$

Keterangan :

Wt18 = Beban lalu lintas selama umur rencana atas dasar beban 18 kips yang diperhitungkan berdasarkan factor regional.

- ZR = Simpangan baku normal.
- So = Gabungan kesalahan baku.
- SN = *Structural Number*.
- ΔPSI = Perbedaan antara tingkat pelayanan awal (IPo) dan indeks permukaan jalan pada akhir umur rencana (IPt).
- Mr = *Modulus resilien*.



BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Lokasi Penelitian pada Ruas Jalan Yogya – Magelang
Km 21 – Km 23**

(Sumber: *Google Map*, 2017)

4.2 Jenis Data

Dalam melakukan penelitian ini, data merupakan faktor yang sangat berpengaruh dan sangat dibutuhkan. Berikut data yang digunakan dalam penelitian.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil survei langsung di lapangan. Data primer didapat dari pengamatan atau responden secara

langsung dengan petugas di area pos pemeriksaan Jembatan Timbang Salam. Data tersebut diperoleh dengan cara pengamatan secara langsung kemudian dicatat dalam lembar kertas yang telah disiapkan dengan tujuan mendapatkan informasi dan pengetahuan secara langsung tentang penggolongan kendaraan dan konfigurasi sumbu kendaraan. Data primer lain dalam penelitian ini yaitu pengumpulan foto yang diambil langsung dilapangan yang terdiri dari foto keadaan kendaraan yang sedang ditimbang, foto kondisi jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23, dll.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data atau informasi yang sudah tersedia yang dapat berupa publikasi maupun brosur melalui badan atau instansi – instansi yang berkaitan dengan penelitian. Data diperoleh dengan mendatangi langsung badan/instansi tersebut, dalam hal ini yaitu Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang dan Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah. Langkah selanjutnya yaitu meminta data yang diperlukan dengan mengajukan surat permohonan permintaan data. Data tersebut biasanya berisi tentang hal – hal yang sulit didapatkan di lapangan, misal jumlah kendaraan dengan beban berlebih yang masuk ke Jembatan Timbang Salam dan data – data teknis ruas jalan Yogya – Magelang, Salam, Jawa Tengah.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data – data primer dilaksanakan langsung di lapangan dengan cara melakukan wawancara dengan petugas di Jembatan Timbang Salam, sedangkan untuk data – data sekunder diperoleh dari Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang dan Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah. Data – data dari kedua instansi tersebut sangat diperlukan karena dalam melakukan evaluasi penurunan umur rencana jalan akibat kendaraan dengan beban berlebih, adanya data – data yang

akurat dan lengkap dapat mempermudah untuk menganalisis penurunan masa pelayanan jalan yang banyak dilewati oleh kendaraan – kendaraan dengan beban berlebih di ruas Jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah.

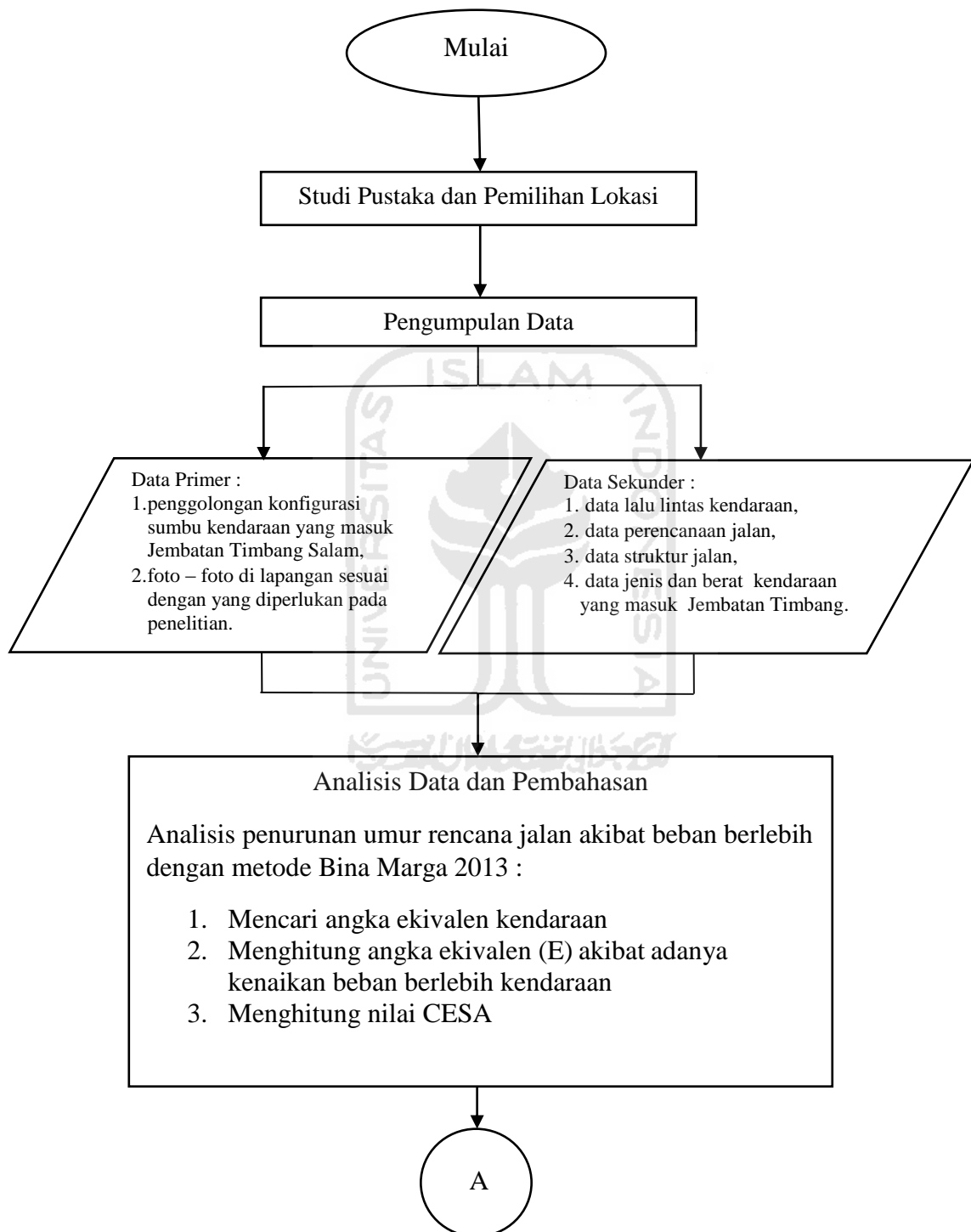
4.4 Tahap Penelitian

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 yang dikeluarkan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Berikut langkah – langkah perhitungan pada penelitian ini.

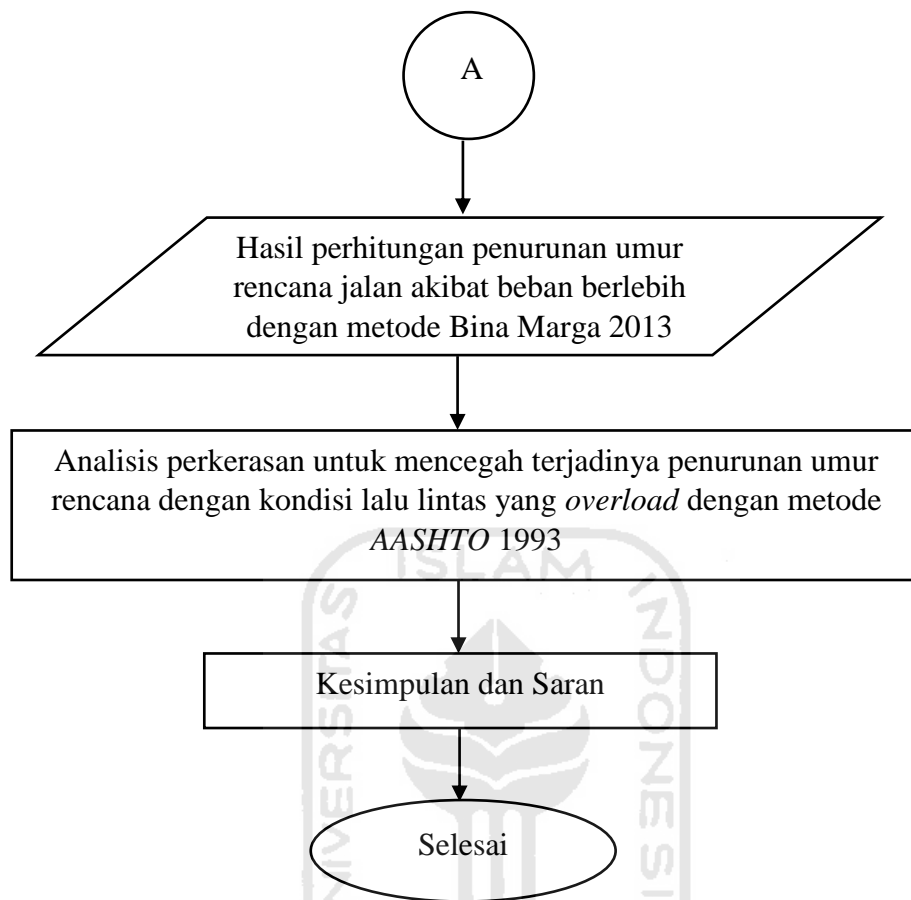
1. Untuk mengidentifikasi beban berlebih kendaraan dilakukan dengan mencari angka ekivalen masing – masing jenis kendaraan.
2. Menghitung kembali angka ekivalen (E) tiap kendaraan akibat adanya kenaikan beban (beban berlebih).
3. Menghitung nilai *CESA* (E18) yang akan dipikul perkerasan akibat adanya beban berlebih kendaraan dengan menggunakan angka ekivalen masing – masing jenis kendaraan.
4. Menghitung nilai kumulatif *ESA* tiap tahun dengan kondisi beban berlebih dan membandingkan dengan nilai *CESA* perencanaan.
5. Menghitung nilai SN_f agar perkerasan dapat mempertahankan umur rencana dengan kondisi lalu lintas yang *overload* sesuai dengan asumsi umur rencana 10 tahun.
6. Dari hasil perhitungan akan diambil sebuah kesimpulan.

4.5 Flowchart Penelitian

Secara keseluruhan proses pelaksanaan penelitian digambarkan dalam Gambar 4.2



Gambar 4.2 Flowchart Penelitian



Lanjutan **Gambar 4.2** *Flowchart* Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Evaluasi Penurunan Umur Rencana Jalan

Evaluasi penurunan umur rencana jalan akan dilakukan dengan cara menghitung *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 menggunakan data-data sekunder yaitu data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan data kendaraan dengan muatan berlebih yang masuk di Jembatan Timbang Salam tahun 2015 dan 2016. Masing-masing data tersebut diperoleh dari Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah dan Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang. Data-data sekunder digunakan karena adanya beberapa faktor yang menjadi kendala penulis untuk memperoleh data-data primer di lapangan, salah satunya adalah Jembatan Timbang Salam yang berhenti beroperasi sejak 1 Januari 2017 karena sedang dalam masa pengalihan wewenang.

Perhitungan pada evaluasi penurunan umur rencana jalan akan menggunakan Metode Bina Marga 2013. Klasifikasi jenis kendaraan yang disertakan dalam perhitungan yaitu golongan 2, 3, 4, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, dan 7c. Sedangkan sepeda motor (golongan 1) dan kendaraan tidak bermotor (golongan 8) diabaikan karena dianggap tidak memberikan beban yang signifikan terhadap struktur perkerasan. Evaluasi penurunan umur rencana jalan nantinya akan dilakukan dengan dua beban asumsi yang berbeda. Pertama semua kendaraan dianggap mempunyai beban sumbu standar atau dalam keadaan normal sesuai dengan perencanaan dan yang kedua, kendaraan angkutan barang dihitung dengan menambahkan kelebihan muatan yang tercatat di Jembatan Timbang Salam. Kemudian dilakukan perhitungan nilai *CESA* perencanaan untuk dibandingkan dengan nilai *CESA overload*, sehingga nantinya akan didapatkan penurunan umur rencana jalan akibat beban *overload* yang melintas pada ruas Yogya – Magelang Km 21 – Km 23.

5.1.1 Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Menurut hasil survei lintas harian rata-rata (LHR) yang dilakukan pihak Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) dari Muntilan – Salam (Batas Provinsi Yogyakarta) atau pada ruas jalan Yogya-Magelang diperoleh nilai LHR pada tahun 2015 dan 2016 seperti pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Data Lintas Harian Rata-rata (LHR) Kendaraan dari Muntilan-Salam (Batas Provinsi Yogyakarta)

Klasifikasi Kendaraan	LHR (kendaraan)			
	Tahun 2015	Tahun 2016	Rata-Rata	Persentase (%)
Golongan 2	4893	13525	9209	33,99
Golongan 3	8694	4259	6477	23,90
Golongan 4	3697	5351	4524	16,70
Golongan 5a	665	909	787	2,90
Golongan 5b	639	1290	965	3,56
Golongan 6a	690	422	556	2,05
Golongan 6b	3736	3706	3721	13,73
Golongan 7a	596	541	569	2,10
Golongan 7b	142	103	123	0,45
Golongan 7c	214	120	167	0,62
Total	23966	30226	27096	100

Sumber : Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah (2015 dan 2016)

Dari masing-masing total kendaraan yang terdapat didalam Tabel 5.1 menunjukkan terjadinya peningkatan volume lalu lintas dari tahun 2015-2016. Kendaraan dengan golongan 2, 3, 4 dan 6b tercatat paling banyak melewati ruas jalan ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 dengan persentase 33,99 %, 23,90%, 16,70%, 13,73%. Berdasarkan survei LHR oleh pihak Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional, kendaraan golongan 2, 3, 4 dan 6b adalah kendaraan berjenis sedan/angkot, pick up/mobil angkutan barang, *micro truck*, dan truk 2 sumbu-berat.

5.1.2 Data Jembatan Timbang

Data kendaraan dengan muatan berlebih yang masuk di Jembatan Timbang Salam dari tahun 2015 – 2016 telah di golongkan menjadi 4 golongan, penggolongan jenis kendaraan berdasarkan JBI (Jumlah Berat yang Diizinkan) dari kendaraan sesuai dengan Perda Provinsi Jawa Tengah No.1 Tahun 2012 pasal 12 yaitu dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 di bawah ini.

Tabel 5.2 Data Kendaraan yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2015

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan (kendaraan)			
		I	II	III	IV
2015	< 5	14092	2415	694	677
	10	4815	489	96	80
	20	5898	596	194	104
	30	1844	729	386	229
	40	2347	1141	470	286
	50	2552	912	570	287
	60	2086	1066	466	321
	70	1994	1287	631	286
	80	2542	1404	695	216
	90	3158	1544	740	210
	100	3180	1506	761	266
	110	25857	14678	4767	995
JUMLAH		70365	27767	10470	3957
TOTAL		112559			

Sumber : Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang (2015)

Tabel 5.3 Data Kendaraan yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2016

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan (kendaraan)			
		I	II	III	IV
2016	< 5	16225	2302	830	539
	10	2347	220	53	28
	20	1985	306	81	37
	30	1450	569	479	145

Lanjutan Tabel 5.3 Data Kendaraan yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2016

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan (kendaraan)			
		I	II	III	IV
2016	40	2105	544	542	218
	50	1820	516	600	211
	60	1424	484	617	160
	70	1546	492	565	146
	80	1982	506	554	193
	90	2198	378	704	187
	100	2232	281	923	161
	110	8733	1990	1955	179
JUMLAH		44047	8588	7903	2204
TOTAL		62742			

Sumber : Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang (2016)

Dari Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 kemudian dipisahkan antara kendaraan yang melanggar dan kendaraan yang tidak melanggar. Kendaraan yang mempunyai muatan berlebih diatas 0% sampai dengan 5% dari JBI dan kendaraan yang melanggar yaitu kendaraan yang mempunyai muatan berlebih diatas 5% dari JBI berdasarkan Perda Provinsi Jawa Tengah No.1 Tahun 2012 pasal 13. Data kendaraan yang melanggar nantinya akan digunakan sebagai data kendaraan dalam keadaan *overload*. Berikut data kendaraan yang melanggar muatan berlebih dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5.

Tabel 5.4 Data Kendaraan Melanggar Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2015

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan (kendaraan)			
		I	II	III	IV
2015	< 5	-	-	-	-
	10	4815	489	96	80
	20	5898	596	194	104
	30	1844	729	386	229
	40	2347	1141	470	286

Lanjutan Tabel 5.4 Data Kendaraan Melanggar Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2015

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan (kendaraan)			
		I	II	III	IV
2015	50	2552	912	570	287
	60	2086	1066	466	321
	70	1994	1287	631	286
	80	2542	1404	695	216
	90	3158	1544	740	210
	100	3180	1506	761	266
	110	25857	14678	4767	995
JUMLAH		56273	25352	9776	3280
TOTAL		94681			

Sumber : Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang (2015)

Tabel 5.5 Data Kendaraan Melanggar Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2016

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan (kendaraan)			
		I	II	III	IV
2016	< 5	-	-	-	-
	10	2347	220	53	28
	20	1985	306	81	37
	30	1450	569	479	145
	40	2105	544	542	218
	50	1820	516	600	211
	60	1424	484	617	160
	70	1546	492	565	146
	80	1982	506	554	193
	90	2198	378	704	187
	100	2232	281	923	161
	110	8733	1990	1955	179
JUMLAH		27822	6286	7073	1665
TOTAL		42846			

Sumber : Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang (2016)

Pada Tabel 5.2 dapat dilihat pada tahun 2015 jumlah kendaraan yang masuk di Jembatan Timbang Salam berjumlah 112.559 kendaraan dan pada Tabel 5.4

dapat dilihat kendaraan yang melanggar pada tahun 2015 berjumlah 94.681 kendaraan serta dari Tabel 5.3 dapat dilihat pada tahun 2016 jumlah kendaraan yang masuk di Jembatan Timbang Salam berjumlah 62.742 kendaraan dan pada Tabel 5.5 dapat dilihat kendaraan yang melanggar pada tahun 2016 berjumlah 42.846 kendaraan.

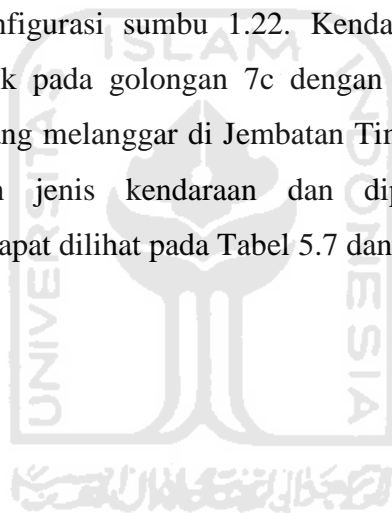
Dari data kendaraan yang melanggar muatan berlebih diperinci penggolongannya berdasarkan JBI kendaraan setiap golongan yang masuk di Jembatan Timbang Salam sesuai dengan keadaan di lapangan. Pada golongan I terdapat 3 jenis kendaraan dengan JBI 2 ton, 5 ton, dan 7.5 ton. Pada golongan II terdapat 3 jenis kendaraan dengan JBI 8.25 ton, 12.5 ton, dan 14 ton. Pada golongan III terdapat 3 jenis kendaraan dengan JBI 18 ton, 20.5 ton, dan 21 ton. Pada golongan IV terdapat 2 jenis kendaraan dengan JBI 23 ton, 25 ton.

Kemudian dari hasil penggolongan berdasarkan jenis kendaraan tiap golongan di persentasekan distribusi kendaraan tiap golongan berdasarkan hasil wawancara dengan petugas di Jembatan Timbang Salam sesuai dengan keadaan di lapangan. Berikut distribusi kendaraan tiap golongan dapat dilihat pada Tabel 5.6 di bawah.

Tabel 5.6 Distribusi Kendaraan tiap Golongan

Golongan	JBI (ton)	Persentase %
I	2	30%
	5	10%
	7,5	60%
II	8,25	60%
	12,25	20%
	14	20%
III	18	20%
	20,5	30%
	21	50%
IV	23	70%
	25	25%

Dari data penggolongan kendaraan di atas dilakukan penggolongan berdasarkan jenis kendaraan. Kendaraan pada golongan I dengan JBI 2 ton masuk pada golongan 3 dengan konfigurasi sumbu 1.1. Kendaraan pada golongan I dengan JBI 5 ton masuk pada golongan 4 dengan konfigurasi sumbu 1.1. Kendaraan pada golongan I dengan JBI 7.5 ton dan kendaraan pada golongan II dengan JBI 8.25 ton masuk pada golongan 6a dengan konfigurasi sumbu 1.2. Kendaraan pada golongan II dengan JBI 12.5 ton dan 14 ton masuk pada golongan 6b dengan konfigurasi sumbu 1.2. Kendaraan pada golongan III dengan JBI 18 ton, 20.5 ton dan 21 ton masuk pada golongan 7a dengan konfigurasi sumbu 1.22. Kendaraan pada golongan IV dengan JBI 23 ton masuk pada golongan 7b dengan konfigurasi sumbu 1.22. Kendaraan pada golongan IV dengan JBI 25 ton masuk pada golongan 7c dengan konfigurasi sumbu 1.22. Berikut data kendaraan yang melanggar di Jembatan Timbang Salam yang sudah digolongkan berdasarkan jenis kendaraan dan dipersentasekan distribusi kendaraan tiap golongan dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8.



Tabel 5.7 Data Kendaraan dengan Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Berdasarkan Jenis Kendaraan Tahun 2015

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan (kendaraan)										
		I			II			III			IV	
		JBI										
		2	5	7,5	8,25	12,5	14	18	20,5	21	23	25
		1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
2015	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	1445	482	2889	293	98	98	19	29	48	60	20
	20	1769	590	3539	358	119	119	39	58	97	78	26
	30	553	184	1106	437	146	146	77	116	193	172	57
	40	704	235	1408	685	228	228	94	141	235	215	72
	50	766	255	1531	547	182	182	114	171	285	215	72
	60	626	209	1252	640	213	213	93	140	233	241	80
	70	598	199	1196	772	257	257	126	189	316	215	72
	80	763	254	1525	842	281	281	139	209	348	162	54
	90	947	316	1895	926	309	309	148	222	370	158	53
	100	954	318	1908	904	301	301	152	228	381	200	67
110	7757	2586	15514	8807	2936	2936	953	1430	2384	746	249	
JUMLAH		16882	5627	33764	15211	5070	5070	1955	2933	4888	2460	820
TOTAL		16882	5627	48975		10141		9776			2460	820
94681												

Tabel 5.8 Data Kendaraan dengan Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Berdasarkan Jenis Kendaraan Tahun 2016

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan (kendaraan)										
		I			II			III			IV	
		JBI										
		2	5	7,5	8,25	12,5	14	18	20,5	21	23	25
		1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
2016	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	704	235	1408	132	44	44	11	16	27	21	7
	20	596	199	1191	184	61	61	16	24	41	28	9
	30	435	145	870	341	114	114	96	144	240	109	36
	40	632	211	1263	326	109	109	108	163	271	164	55
	50	546	182	1092	310	103	103	120	180	300	158	53
	60	427	142	854	290	97	97	123	185	309	120	40
	70	464	155	928	295	98	98	113	170	283	110	37
	80	595	198	1189	304	101	101	111	166	277	145	48
	90	659	220	1319	227	76	76	141	211	352	140	47
	100	670	223	1339	169	56	56	185	277	462	121	40
110	2620	873	5240	1194	398	398	391	587	978	134	45	
JUMLAH		8347	2782	16693	3772	1257	1257	1415	2122	3537	1249	416
TOTAL		8347	2782	20465		2514		7073			1249	416
		42846										

Berdasarkan Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 diperoleh data berat muatan berlebih setiap jenis kendaraan seperti pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.9 Data Berat Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2015

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan										
		I			II			III			IV	
		JBI (ton)										
		2	5	7,5	8,25	12,5	14	18	20,5	21	23	25
		1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
2015	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	288,9	240,8	2166,8	242,1	122,3	136,9	34,6	59,0	100,8	138,0	50,0
	20	707,8	589,8	5308,2	590,0	298,0	333,8	139,7	238,6	407,4	358,8	130,0
	30	331,9	276,6	2489,4	1082,6	546,8	612,4	416,9	712,2	1215,9	1185,1	429,4
	40	563,3	469,4	4224,6	2259,2	1141,0	1277,9	676,8	1156,2	1974,0	1973,4	715,0
	50	765,6	638,0	5742,0	2257,2	1140,0	1276,8	1026,0	1752,8	2992,5	2475,4	896,9
	60	751,0	625,8	5632,2	3166,0	1599,0	1790,9	1006,6	1719,5	2935,8	3322,4	1203,8
	70	837,5	697,9	6281,1	4459,5	2252,3	2522,5	1590,1	2716,5	4637,9	3453,5	1251,3
	80	1220,2	1016,8	9151,2	5559,8	2808,0	3145,0	2001,6	3419,4	5838,0	2980,8	1080,0
	90	1705,3	1421,1	12789,9	6878,5	3474,0	3890,9	2397,6	4095,9	6993,0	3260,3	1181,3
	100	1908,0	1590,0	14310,0	7454,7	3765,0	4216,8	2739,6	4680,2	7990,5	4588,5	1662,5
110	17065,6	14221,4	127992,2	79921,7	40364,5	45208,2	18877,3	32248,8	55058,9	18880,1	6840,6	
JUMLAH		26145,0	21787,5	196087,5	113871,3	57510,8	64412,0	30906,7	52799,0	90144,6	42616,1	15440,6
TOTAL		26145,0	21787,5	309958,8		121922,8		173850,3			42616,1	15440,6
711721,1												

Tabel 5.10 Data Berat Muatan Berlebih yang Masuk di Jembatan Timbang Salam Tahun 2016

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan										
		I			II			III			IV	
		JBI (ton)										
		2	5	7,5	8,25	12,5	14	18	20,5	21	23	25
		1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22
2015	< 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	140,8	117,4	1056,2	108,9	55,0	61,6	19,1	32,6	55,7	48,3	17,5
	20	238,2	198,5	1786,5	302,9	153,0	171,4	58,3	99,6	170,1	127,7	46,3
	30	261,0	217,5	1957,5	845,0	426,8	478,0	517,3	883,8	1508,9	750,4	271,9
	40	505,2	421,0	3789,0	1077,1	544,0	609,3	780,5	1333,3	2276,4	1504,2	545,0
	50	546,0	455,0	4095,0	1277,1	645,0	722,4	1080,0	1845,0	3150,0	1819,9	659,4
	60	512,6	427,2	3844,8	1437,5	726,0	813,1	1332,7	2276,7	3887,1	1656,0	600,0
	70	649,3	541,1	4869,9	1704,8	861,0	964,3	1423,8	2432,3	4152,8	1763,0	638,8
	80	951,4	792,8	7135,2	2003,8	1012,0	1133,4	1595,5	2725,7	4653,6	2663,4	965,0
	90	1186,9	989,1	8901,9	1684,0	850,5	952,6	2281,0	3896,6	6652,8	2903,2	1051,9
	100	1339,2	1116,0	10044,0	1391,0	702,5	786,8	3322,8	5676,5	9691,5	2777,3	1006,3
110	5763,8	4803,2	43228,4	10835,6	5472,5	6129,2	7741,8	13225,6	22580,3	3396,5	1230,6	
JUMLAH		12094,4	10078,7	90708,3	22667,5	11448,3	12822,0	20152,8	34427,7	58779,0	19409,7	7032,5
TOTAL		12094,4	10078,7	113375,8		24270,3		113359,5			19409,7	7032,5
		299621,0										

Dari Tabel 5.9 dapat dilihat pada tahun 2015 jumlah muatan berlebih yang masuk di Jembatan Timbang Salam berjumlah 711.721,1 ton yang terdiri dari golongan 3 sebesar 26.145,0 ton, golongan 4 sebesar 21.787,5 ton, golongan 6a sebesar 309.958,8 ton, golongan 6b sebesar 121.922,8 ton, golongan 7a sebesar 173.850,3 ton, golongan 7b sebesar 42.616,1 ton, golongan 7c sebesar 15.440,6 ton.

Dari Tabel 5.10 dapat dilihat pada tahun 2016 jumlah muatan berlebih yang masuk di Jembatan Timbang Salam berjumlah 299.621,0 ton yang terdiri dari golongan 3 sebesar 12.094,4 ton, golongan 4 sebesar 10.078,7 ton, golongan 6a sebesar 113.375,8 ton, golongan 6b sebesar 24.270,3 ton, golongan 7a sebesar 113.359,5 ton, golongan 7b sebesar 19.409,7 ton, golongan 7c sebesar 7.032,5 ton.

5.2 Pertumbuhan Volume Lalu lintas

Untuk memprediksi lintas harian rata-rata (LHR) pada tahun selanjutnya atau setelah tahun 2015 dan 2016, maka akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan faktor pertumbuhan lalu lintasnya.

5.2.1 Perhitungan Pertumbuhan Volume Lalu lintas

Besarnya tingkat pertumbuhan volume lalu lintas pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 dari tahun 2015–2016 akan dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.5. Berdasarkan data yang diperoleh digunakan LHR tahun 2015 sebagai LHR_0 atau jumlah LHR pada survei awal dan LHR_n yaitu jumlah LHR hasil survei terakhir dengan asumsi yaitu LHR tahun 2016, sedangkan n adalah selisih dari jumlah LHR pada survei awal sampai hasil survei LHR terakhir.

Maka pertumbuhan volume lalu lintas (i) aktual yang terjadi pada ruas jalan jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 yang dihitung berdasarkan Persamaan 3.5 adalah sebagai berikut.

$LHR_n = 30.226$ kendaraan

$LHR_0 = 23.966$ kendaraan

$n = 2016 - 2015 = 1$ tahun

$$i = \left(\sqrt[n]{\frac{LHR_n}{LHR_0}} \right) - 1$$

$$= \left(\sqrt[1]{\frac{30.226}{23.966}} \right) - 1 = 0.26 = 26 \%$$

Jadi, tingkat pertumbuhan lalu lintas (i) aktual yang terjadi dari tahun 2015 sampai 2016 sebesar 26 %.

5.3 Evaluasi Umur Jalan Berdasarkan Analisis CESA

Dalam evaluasi umur jalan nantinya akan menggunakan dua skenario dalam perhitungan penurunan terhadap umur rencana. Pertama, menghitung nilai *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* perencanaan pada kendaraan yang tercatat di lintas harian rata-rata (LHR) dengan anggapan kendaraan tidak mengalami muatan berlebih (*overloading*) atau dalam keadaan normal. Kedua, perhitungan *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA) overload* akan menggunakan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang telah diperoleh dengan menambahkan data kendaraan dengan muatan berlebih yang tercatat di Jembatan Timbang Salam. Nilai *CESA* perencanaan dan *CESA overload* akan dihitung selama 10 tahun sesuai dengan umur rencana jalan. Berdasarkan data yang diperoleh pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 terakhir dilakukan penanganan *overlay* pada tahun 2013 dan 2014 dan selesai pada tahun 2015, maka tahun 2016 diasumsikan sebagai awal tahun masa layan jalan sampai akhir masa layan jalan yaitu pada tahun 2025.

5.3.1 CESA Perencanaan

Dikarenakan tidak didapatkan data nilai *CESA* perencanaan pada jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km maka dilakukan analisis *CESA* perencanaan. Berdasarkan data dari Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan

Nasional Provinsi Jawa Tengah didapatkan data bahwa Jalan Yogya – Magelang telah dilakukan *overlay* dan selesai pada tahun 2015 dengan umur rencana 10 tahun, dengan demikian untuk menghitung *CESA* Perencanaan digunakan data LHR pada tahun 2013 yang didapat dari Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah sebagai LHR rencana dengan awal masa pelayanan pada tahun 2016. Berikut data LHR pada tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 5.11 di bawah.

Tabel 5.11 Data Lintas Harian Rata-rata (LHR) Kendaraan dari Muntilan-Salam (Batas Provinsi Yogyakarta) Tahun 2013

Klasifikasi Kendaraan	LHR Tahun 2013 (kendaraan)
Golongan 2	13222
Golongan 3	9953
Golongan 4	4123
Golongan 5a	642
Golongan 5b	765
Golongan 6a	1020
Golongan 6b	3099
Golongan 7a	557
Golongan 7b	156
Golongan 7c	408
Total	33945

Sumber : Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah (2013)

Dikarenakan tidak didapatkannya faktor pertumbuhan lalu lintas (i) rencana ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 pada analisis *CESA* perencanaan digunakan i minimum untuk desain sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013. Berikut faktor pertumbuhan lalu lintas (i) minimum untuk desain pada ruas jalan Yogya – Magelang sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 dapat dilihat pada Tabel 5.12 di bawah.

Tabel 5.12 Faktor Pertumbuhan Lalu lintas (i) Minimum untuk Desain pada Ruas Jalan Yoga Magelang

	2011 – 2020	>2021 – 2030
Arteri dan pekotaan (%)	5	4
Kolektor rural (%)	3,5	2,5
Jalan desa (%)	1	1

Sumber : Bina Marga (2013)

Berdasarkan Tabel 5.12 didapatkan faktor pertumbuhan lalu lintas sebesar 5% dikarenakan ruas jalan Yoga – Magelang merupakan jalan arteri dan dilakukan *overlay* pada tahun 2013 dan 2014 yang selesai pada tahun 2015. Setelah didapatkan faktor pertumbuhan lalu lintas (i) dilakukan perhitungan faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R) dengan umur rencana sesuai data yang diperoleh dari Kantor Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Jawa Tengah yaitu umur rencana (UR) sebesar 10 tahun. Berikut perhitungan faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R) untuk desain pada ruas jalan Yoga – Magelang sesuai dengan Persamaan 3.6.

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} = \frac{(1+0,01(5))^{10}-1}{0,01(5)} = 12,5779$$

Untuk faktor ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*) pada analisis CESA perencanaan disesuaikan berdasarkan keadaan di lapangan dengan anggapan kendaraan tidak mengalami muatan berlebih (*overloading*) atau dalam keadaan normal. Berikut nilai *Vehicle Damage Factor* dirangkum pada Tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13 Nilai Faktor Ekuivalen Beban (VDF) Kendaraan Keadaan Normal

Klasifikasi Kendaraan	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kelompok Sumbu	Kelas Jalan AE KSAL (ton)	Faktor Ekuivalen Beban VDF ₄ Pangkat ⁴
Golongan 2	Sedan/Angkot	1.1	2	8,16	0,0005
Golongan 3	Pick up / Mobil angkutan barang	1.1	2	8,16	0,0007

Lanjutan Tabel 5.13 Nilai Faktor Ekuivalen Beban (*VDF*) Kendaraan Keadaan Normal

Klasifikasi Kendaraan	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Kelompok Sumbu	Kelas Jalan AE KSAL (ton)	Faktor Ekuivalen Beban VDF_4 Pangkat ⁴
Golongan 4	<i>Micro Truck</i>	1.1	2	8,16	0,0286
Golongan 5a	Bus Kecil	1.2	2	8,16	0,0594
Golongan 5b	Bus Besar	1.2	2	8,16	0,9499
Golongan 6a	Truk 2 sumbu-Ringan	1.2	2	8,16	0,2122
Golongan 6b	Truk 2 sumbu-Berat	1.2	2	8,16	1,7599
Golongan 7a	Truk 3 sumbu-Ringan	1.22	3	8,16	1,3650
Golongan 7b	Truk 3 sumbu-Sedang	1.22	3	8,16	1,9640
Golongan 7c	Truk 3 sumbu-Berat	1.22	3	8,16	2,7416

Dalam perhitungan *CESA* perencanaan dengan umur rencana 10 tahun pada ruas jalan Yogya – Magelang dilakukan perhitungan nilai *ESA* tiap golongan kendaraan per hari pada tahun 2016 terlebih dahulu menggunakan Persamaan 3.7. Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 digunakan faktor distribusi lajur sebesar 80% dikarenakan jalan Yogya – Magelang mempunyai 2 lajur pada setiap arah.

$$\begin{aligned}
 ESA_{gol.2} &= (\Sigma \text{jenis kendaraan LHR} \times VDF \times DL) \\
 &= 13222 \times 0,0005 \times 0,8 = 4,772
 \end{aligned}$$

Perhitungan *ESA* per hari kendaraan golongan 3, 4, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, 7c pada tahun 2016 langkahnya sama dengan perhitungan *ESA* per hari kendaraan golongan 2, maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Nilai ESA 1 Hari Kendaraan Keadaan Normal Tahun 2016

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2016 (kendaraan)	VDF (AE)	ESA Tahun 2016 (ESA/hari)
Golongan 2	13222	0,0005	4,772
Golongan 3	9953	0,0007	5,836
Golongan 4	4123	0,0286	94,440
Golongan 5a	642	0,0594	30,493
Golongan 5b	765	0,9499	581,365
Golongan 6a	1020	0,2122	173,172
Golongan 6b	3099	1,7599	4363,108
Golongan 7a	557	1,3650	608,222
Golongan 7b	156	1,9640	245,113
Golongan 7c	408	2,7416	894,849
Total			7.001,365

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2016, selanjutnya dilakukan perhitungan *CESA* perencanaan sesuai dengan umur rencana jalan menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned}
 CESA &= ESA \times 365 \times R \\
 &= 7.001,365 \times 365 \times 12,5779 \\
 &= 32.142.800,41
 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *CESA* perencanaan selama umur rencana pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 32.142.800,41 *ESA*.

5.3.2 CESA Overload (Kendaraan Overload)

Dalam perhitungan *CESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) digunakan LHR tahun 2016 sebagai awal pelayanan jalan serta angka pertumbuhan lalu lintas (i) aktual yang terjadi dari tahun 2015 sampai 2016 sebesar 26 %.

Pada perhitungan *CESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) ditambahkan data muatan berlebih kendaraan yang diambil dari Jembatan Timbang Salam. Muatan berlebih dipastikan memberikan kerugian berupa kerusakan dan penurunan umur jalan yang dilewatinya.

Data kendaraan dengan muatan berlebih yang digunakan dalam evaluasi ini merupakan kendaraan angkutan barang yang termasuk dalam golongan 3 yaitu pick up / mobil angkutan barang, golongan 4 yaitu *micro truck*, golongan 6a yaitu truk 2 sumbu-ringan, 6b yaitu truk 2 sumbu-berat, golongan 7a yaitu truk 3 sumbu-ringan, golongan 7b yaitu truk 3 sumbu-sedang dan golongan 7c yaitu truk 3 sumbu-berat yang tercatat di Jembatan Timbang Salam.

Kemudian untuk mengetahui nilai faktor ekivalen beban (*VDF*) kendaraan-kendaraan golongan 3, 4, 6a, 6b, 7a, 7b dan 7c dalam keadaan *overloading*, seluruh data yang diperoleh dari Kantor Unit Pelayanan Perhubungan Wilayah Magelang diolah agar didapatkan rata – rata muatan berlebih setiap golongan kendaraan per harinya dan rata – rata kendaraan yang melanggar per harinya seperti pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.15 Jumlah Muatan Berlebih Per Hari

Muatan berlebih (ton)													
Tahun 2015							Tahun 2016						
Gol 3	Gol 4	Gol 6a	Gol 6b	Gol 7a	Gol 7b	Gol 7c	Gol 3	Gol 4	Gol 6a	Gol 6b	Gol 7a	Gol 7b	Gol 7c
26145,00	21787,50	309958,79	121922,79	173850,30	42616,13	15440,63	12094,44	10078,70	113375,84	24270,29	113359,50	19409,70	7032,50
Rata-Rata Per Tahun													
Gol 3		Gol 4		Gol 6a		Gol 6b		Gol 7a		Gol 7b		Gol 7c	
19119,72		15933,10		211667,31		73096,54		143604,90		31012,91		11236,56	
Rata-Rata Per Bulan													
Gol 3		Gol 4		Gol 6a		Gol 6b		Gol 7a		Gol 7b		Gol 7c	
1593,31		1327,76		17638,94		6091,38		11967,08		2584,41		936,38	
Rata-Rata Per Hari													
Gol 3		Gol 4		Gol 6a		Gol 6b		Gol 7a		Gol 7b		Gol 7c	
53,11		44,26		587,96		203,05		398,90		86,15		31,21	

Tabel 5.16 Jumlah Kendaraan yang Melanggar Per Hari

Muatan berlebih (ton)													
Tahun 2015							Tahun 2016						
Gol 3	Gol 4	Gol 6a	Gol 6b	Gol 7a	Gol 7b	Gol 7c	Gol 3	Gol 4	Gol 6a	Gol 6b	Gol 7a	Gol 7b	Gol 7c
16882	5627	48975	10141	9776	2460	820	8347	2782	20465	2514	7073	1249	416
Rata-Rata Per Tahun													
Gol 3		Gol 4		Gol 6a		Gol 6b		Gol 7a		Gol 7b		Gol 7c	
12614		4205		34720		6328		8425		1854		618	
Rata-Rata Per Bulan													
Gol 3		Gol 4		Gol 6a		Gol 6b		Gol 7a		Gol 7b		Gol 7c	
1051		350		2893		527		702		155		52	
Rata-Rata Per Hari													
Gol 3		Gol 4		Gol 6a		Gol 6b		Gol 7a		Gol 7b		Gol 7c	
35		12		96		18		23		5		2	

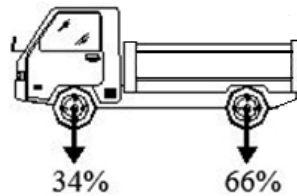
Dari data jumlah muatan berlebih per hari dan jumlah kendaraan yang melanggar per hari didapatkan data muatan berlebih yang dibawa tiap golongan kendaraan yang dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Muatan Berlebih yang Dibawa

Klasifikasi Kendaraan	Jenis Kendaraan	Muatan berlebih tiap Golongan per Hari (ton)	Jumlah Pelanggaran tiap Golongan per Hari (kendaraan)	Muatan Berlebih tiap Kendaraan (ton)
Golongan 3	Pick up / Mobil angkutan barang	53,11	35	1,52
Golongan 4	<i>Micro Truck</i>	44,26	12	3,79
Golongan 6a	Truk 2 sumbu-Ringan	587,96	96	6,10
Golongan 6b	Truk 2 sumbu-Berat	203,05	18	11,55
Golongan 7a	Truk 3 sumbu-Ringan	398,90	23	17,05
Golongan 7b	Truk 3 sumbu-Sedang	86,15	5	16,72
Golongan 7c	Truk 3 sumbu-Berat	31,21	2	18,18
Total		1405	191	

Berdasarkan data muatan berlebih yang dibawa tiap golongan kendaraan dapat dihitung nilai *Vehicle Damage Factor (VDF)* atau angka ekivalen (AE) pada perhitungan *CESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) dengan cara menjumlahkan angka berat masing – masing sumbu kendaraan ditambah jumlah muatan berlebih yang telah diketahui per kendaraannya sesuai keadaan di lapangan. Perhitungan *Vehicle Damage Factor (VDF) overload* hanya untuk golongan kendaraan yang masuk di Jembatan Timbang Salam yaitu kendaraan golongan 3, golongan 4, golongan 6a, golongan 6b, golongan 7a, golongan 7b, dan golongan 7c.

Kendaraan golongan 3 yaitu pick up / mobil angkutan barang, yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.

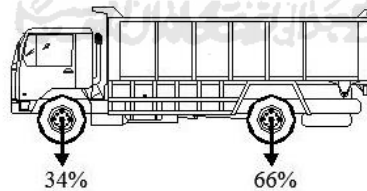


Gambar 5.1 Pick up / Mobil Angkutan Barang Golongan 3

Perhitungan *Vehicle Damage Factor overload* pada kendaraan golongan 3 dihitung menggunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$\begin{aligned}
 VDF/AE \text{ Gol. 3} &= \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 \\
 &= \left(\frac{1,20}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{2,32}{8,16}\right)^4 \\
 &= 0,0070
 \end{aligned}$$

Kendaraan golongan 4 yaitu *micro truck*, yang dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut.

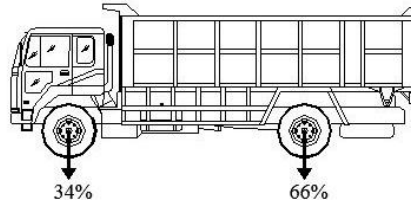


Gambar 5.2 Micro truck Golongan 4

Perhitungan *Vehicle Damage Factor overload* pada kendaraan golongan 4 dihitung menggunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$\begin{aligned}
 VDF/AE \text{ Gol. 4} &= \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 \\
 &= \left(\frac{2,99}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{5,80}{8,16}\right)^4 \\
 &= 0,2734
 \end{aligned}$$

Kendaraan golongan 6a yaitu truk 2 sumbu-ringan, yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.

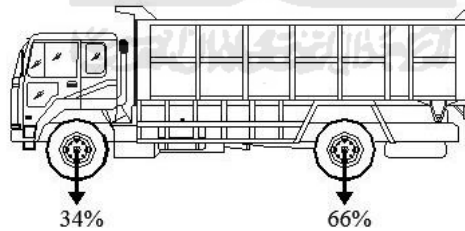


Gambar 5.3 Truk 2 Sumbu-Ringan Golongan 6a

Perhitungan *Vehicle Damage Factor overload* pada kendaraan golongan 6a dihitung menggunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$\begin{aligned}
 VDF/AE \text{ Gol. 6a} &= \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 \\
 &= \left(\frac{4,88}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{9,47}{8,16}\right)^4 \\
 &= 1,9406
 \end{aligned}$$

Kendaraan golongan 6b yaitu truk 2 sumbu-berat, yang dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.

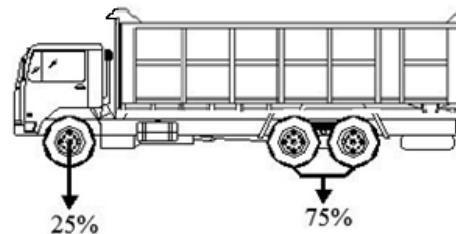


Gambar 5.4 Truk 2 Sumbu-Berat Golongan 6b

Perhitungan *Vehicle Damage Factor overload* pada kendaraan golongan 6b dihitung menggunakan Persamaan 3.2 berikut.

$$\begin{aligned}
 VDF/AE \text{ Gol. 6b} &= \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 \\
 &= \left(\frac{8,69}{8,16}\right)^4 + \left(\frac{16,86}{8,16}\right)^4 \\
 &= 19,5287
 \end{aligned}$$

Kendaraan golongan 7a yaitu truk 3 sumbu-ringan, yang dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.

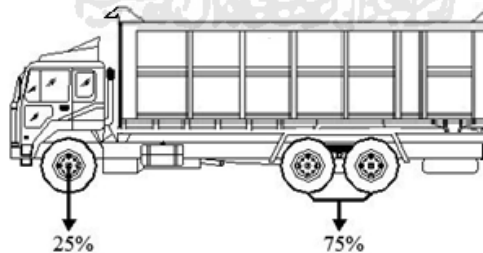


Gambar 5.5 Truk 3 Sumbu-Ringan Golongan 7a

Perhitungan *Vehicle Damage Factor overload* pada kendaraan golongan 7a dihitung menggunakan Persamaan 3.2 dan Persamaan 3.3 berikut.

$$\begin{aligned}
 VDF/AE \text{ Gol. 7a} &= \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16} \right)^4 + 0,086 \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{9,51}{8,16} \right)^4 + 0,086 \left(\frac{28,53}{8,16} \right)^4 \\
 &= 14,7055
 \end{aligned}$$

Kendaraan golongan 7b yaitu truk 3 sumbu-sedang, yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.

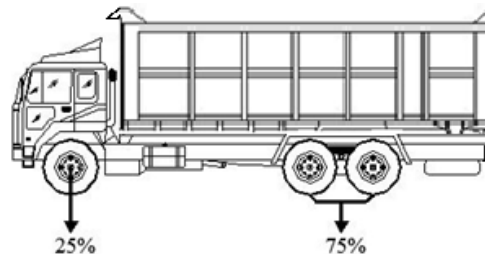


Gambar 5.6 Truk 3 Sumbu-Sedang Golongan 7b

Perhitungan *Vehicle Damage Factor overload* pada kendaraan golongan 7b dihitung menggunakan Persamaan 3.2 dan Persamaan 3.3 berikut.

$$\begin{aligned}
 VDF/AE \text{ Gol. 7b} &= \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16} \right)^4 + 0,086 \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16} \right)^4 \\
 &= \left(\frac{9,93}{8,16} \right)^4 + 0,086 \left(\frac{29,79}{8,16} \right)^4 \\
 &= 17,4767
 \end{aligned}$$

Kendaraan golongan 7c yaitu truk 3 sumbu-berat, yang dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Truk 3 Sumbu-Berat Golongan 7c

Perhitungan *Vehicle Damage Factor overload* pada kendaraan golongan 7c dihitung menggunakan Persamaan 3.2 dan Persamaan 3.3 berikut.

$$\begin{aligned}
 VDF/AE \text{ Gol. } 7c &= \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 + 0,086 \left(\frac{\text{beban sumbu (t)}}{8,16}\right)^4 \\
 &= \left(\frac{10,79}{8,16}\right)^4 + 0,086 \left(\frac{32,38}{8,16}\right)^4 \\
 &= 24,3954
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan *VDF* kendaraan dengan muatan berlebih yang masuk di Jembatan Timbang Salam didapat nilai *VDF overload* (kendaraan dalam keadaan *overloading*) dan dapat dibandingkan dengan nilai *VDF* perencanaan (kendaraan dalam keadaan normal). Berikut nilai *VDF* kendaraan dalam keadaan *overloading* dan perbandingan nilai *VDF* kendaraan yang dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan Tabel 5.19 berikut.

Tabel 5.18 Nilai *VDF* Kendaraan Dalam Keadaan *Overloading*

Gol Kendaraan	Konfigurasi sumbu	Berat Kendaraan Standar (ton)	Muatan berlebih (ton)	Berat Kendaraan Standar + Muatan Berlebih (ton)	<i>VDF</i>
3	1.1	2	1,52	3,52	0,0070
4	1.1	5	3,79	8,79	0,2734
6a	1.2	8,25	6,10	14,35	1,9406
6b	1.2	14	11,55	25,55	19,5287
7a	1.22	21	17,05	38,05	14,7055
7b	1.22	23	16,72	39,72	17,4767
7c	1.22	25	18,18	43,18	24,3954

Tabel 5.19 Perbandingan Nilai VDF Kendaraan

Golongan Kendaraan	Perbandingan Nilai VDF Kendaraan	
	Normal	Overload
3	0,0007	0,0070
4	0,0286	0,2734
6a	0,2122	1,9406
6b	1,7599	19,5287
7a	1,3650	14,7055
7b	1,9640	17,4767
7c	2,7416	24,3954

Dalam perhitungan *CESA overload* dengan umur rencana 10 tahun pada ruas jalan Yogya – Magelang dilakukan perhitungan nilai *ESA* tiap golongan kendaraan per hari kemudian dihitung nilai *ESA* per tahun menggunakan Persamaan 3.7 berikut.

1. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari dengan menambahkan beban berlebih kendaraan pada tahun ke-1 menggunakan Persamaan 3.7.

$$\begin{aligned}
 \text{ESA gol.2 overload} &= (\sum \text{jenis kendaraan LHR} \times \text{VDF overload} \times \text{DL}) \\
 &= 0 \times 0,0005 \times 0.8 = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA gol.2 tanpa overload} &= (\sum \text{jenis kendaraan LHR} \times \text{VDF normal} \times \text{DL}) \\
 &= 13525 \times 0,0005 \times 0.8 = 4,881
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ESA gol.2} &= (\text{ESA gol.2 overload} + \text{ESA gol.2 tanpa overload}) \\
 &= 0 + 4,881 = 4,881
 \end{aligned}$$

Perhitungan *ESA* per hari kendaraan golongan 3, 4, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, 7c langkahnya sama dengan perhitungan *ESA* per hari kendaraan golongan 2, maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.20 Nilai ESA 1 Hari Kendaraan Keadaan Overload Tahun 2016

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2016 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		ESA 2016 (ESA/hari)
				overload	standar	
Golongan 2	13525	0	13525	0,0005	0,0005	4,881
Golongan 3	4259	35	4224	0,0070	0,0007	2,673
Golongan 4	5351	12	5339	0,2734	0,0286	124,855
Golongan 5a	909	0	909	0,0594	0,0594	43,175
Golongan 5b	1290	0	1290	0,9499	0,9499	980,340
Golongan 6a	422	96	326	1,9406	0,2122	205,003
Golongan 6b	3706	18	3688	19,5287	1,7599	5467,561
Golongan 7a	541	23	518	14,7055	1,3650	840,501
Golongan 7b	103	5	98	17,4767	1,9640	225,762
Golongan 7c	120	2	118	24,3954	2,7416	292,935
Total						8.187,69

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2016, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2016 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned}
 \text{ESA tahun 2016} &= \text{ESA} \times 365 \\
 &= 8.187,69 \times 365 \\
 &= 2.988.505,523
 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2016 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 2.988.505,523 *ESA*.

- Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari dengan menambahkan beban berlebih kendaraan pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7. Angka pertumbuhan lalu lintas (i) aktual sebesar 26 % digunakan untuk memprediksi pertumbuhan lalu lintas dan pertumbuhan kendaraan dengan beban berlebih (*overload*), maka nilai LHR pada tahun 2017

dapat diketahui dengan cara menambahkan 26% jumlah kendaraan di masing – masing jenis golongan kendaraan pada LHR tahun 2016.

$$\begin{aligned} \text{LHR golongan 2 tahun 2017} &= (26\% \times 13525) + 13525 \\ &= 17058 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ESA gol.2 overload} &= (\Sigma \text{jenis kendaraan LHR} \times \text{VDF overload} \times \text{DL}) \\ &= 0 \times 0,0005 \times 0.8 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ESA gol.2 tanpa overload} &= (\Sigma \text{jenis kendaraan LHR} \times \text{VDF normal} \times \text{DL}) \\ &= 17058 \times 0,0005 \times 0.8 = 6,156 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ESA gol.2} &= (\text{ESA gol.2 overload} + \text{ESA gol.2 tanpa overload}) \\ &= 0 + 4,881 = 4,881 \end{aligned}$$

Perhitungan *ESA* per hari kendaraan golongan 3, 4, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, 7c langkahnya sama dengan perhitungan *ESA* per hari kendaraan golongan 2, maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.21 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2017

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2017 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		ESA 2017 (ESA/hari)
				overload	standar	
Golongan 2	17058	0	17058	0,0005	0,0005	6,156
Golongan 3	5371	44	5327	0,0070	0,0007	3,371
Golongan 4	6749	15	6734	0,2734	0,0286	157,468
Golongan 5a	1146	0	1146	0,0594	0,0594	54,452
Golongan 5b	1627	0	1627	0,9499	0,9499	1236,409
Golongan 6a	532	122	411	1,9406	0,2122	258,551
Golongan 6b	4674	22	4652	19,5287	1,7599	6895,706
Golongan 7a	682	30	653	14,7055	1,3650	1060,043
Golongan 7b	130	6	123	17,4767	1,9640	284,732
Golongan 7c	151	2	149	24,3954	2,7416	369,451
Total						10.326,34

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2017, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2017 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2017} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 10.326,34 \times 365 \\ &= 3.769.113,241 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2017 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 3.769.113,241 *ESA*.

3. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari pada tahun ke-3 langkahnya sama seperti perhitungan *ESA overload* per hari pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7 maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.22 berikut.

Tabel 5.22 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2018

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2018 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		<i>ESA</i> 2018 (<i>ESA</i> /hari)
				<i>overload</i>	standar	
Golongan 2	21513	0	21513	0,0005	0,0005	7,764
Golongan 3	6775	56	6719	0,0070	0,0007	4,252
Golongan 4	8511	19	8493	0,2734	0,0286	198,599
Golongan 5a	1446	0	1446	0,0594	0,0594	68,675
Golongan 5b	2052	0	2052	0,9499	0,9499	1559,363
Golongan 6a	671	153	518	1,9406	0,2122	326,085
Golongan 6b	5895	28	5867	19,5287	1,7599	8696,888
Golongan 7a	861	37	823	14,7055	1,3650	1336,929
Golongan 7b	164	8	156	17,4767	1,9640	359,105
Golongan 7c	191	3	188	24,3954	2,7416	465,952
Total						13.023,61

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2018, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2018 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2018} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 13.023,61 \times 365 \\ &= 4.753.618,327 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2018 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 4.753.618,327 *ESA*.

4. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari pada tahun ke-4 langkahnya sama seperti perhitungan *ESA overload* per hari pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7 maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.23 berikut.

Tabel 5.23 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2019

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2019 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		<i>ESA</i> 2019 (<i>ESA</i> /hari)
				<i>overload</i>	standar	
Golongan 2	27133	0	27133	0,0005	0,0005	9,792
Golongan 3	8544	70	8474	0,0070	0,0007	5,362
Golongan 4	10735	23	10711	0,2734	0,0286	250,473
Golongan 5a	1824	0	1824	0,0594	0,0594	86,614
Golongan 5b	2588	0	2588	0,9499	0,9499	1966,673
Golongan 6a	847	193	653	1,9406	0,2122	411,260
Golongan 6b	7435	35	7399	19,5287	1,7599	10968,544
Golongan 7a	1085	47	1038	14,7055	1,3650	1686,140
Golongan 7b	207	10	196	17,4767	1,9640	452,905
Golongan 7c	241	3	237	24,3954	2,7416	587,661
Total						16.425,42

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2019, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2019 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2019} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 16.425,42 \times 365 \\ &= 5.995.279,461 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2019 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 5.995.279,461 *ESA*.

5. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari pada tahun ke-5 langkahnya sama seperti perhitungan *ESA overload* per hari pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7 maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.24 berikut.

Tabel 5.24 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2020

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2020 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		<i>ESA</i> 2020 (<i>ESA</i> /hari)
				<i>overload</i>	standar	
Golongan 2	34220	0	34220	0,0005	0,0005	12,349
Golongan 3	10776	89	10687	0,0070	0,0007	6,763
Golongan 4	13539	30	13509	0,2734	0,0286	315,898
Golongan 5a	2300	0	2300	0,0594	0,0594	109,237
Golongan 5b	3264	0	3264	0,9499	0,9499	2480,375
Golongan 6a	1068	244	824	1,9406	0,2122	518,682
Golongan 6b	9377	44	9332	19,5287	1,7599	13833,565
Golongan 7a	1369	59	1310	14,7055	1,3650	2126,565
Golongan 7b	261	13	248	17,4767	1,9640	571,205
Golongan 7c	304	4	299	24,3954	2,7416	741,159
Total						20.715,80

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2020, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2020 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2020} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 20.715,80 \times 365 \\ &= 7.561.266,669 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2020 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 7.561.266,669 *ESA*.

6. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari pada tahun ke-6 langkahnya sama seperti perhitungan *ESA overload* per hari pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7 maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.25 berikut.

Tabel 5.25 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2021

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2021 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		<i>ESA</i> 2021 (<i>ESA</i> /hari)
				<i>overload</i>	standar	
Golongan 2	43158	0	43158	0,0005	0,0005	15,575
Golongan 3	13590	112	13479	0,0070	0,0007	8,530
Golongan 4	17075	37	17038	0,2734	0,0286	398,411
Golongan 5a	2901	0	2901	0,0594	0,0594	137,771
Golongan 5b	4116	0	4116	0,9499	0,9499	3128,258
Golongan 6a	1347	308	1039	1,9406	0,2122	654,164
Golongan 6b	11826	56	11770	19,5287	1,7599	17446,939
Golongan 7a	1726	75	1652	14,7055	1,3650	2682,031
Golongan 7b	329	16	312	17,4767	1,9640	720,405
Golongan 7c	383	5	377	24,3954	2,7416	934,753
Total						26.126,84

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2021, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2021 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2021} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 26.126,84 \times 365 \\ &= 9.536.295,016 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2021 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 9.536.295,016 *ESA*.

7. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari pada tahun ke-7 langkahnya sama seperti perhitungan *ESA overload* per hari pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7 maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.26 berikut.

Tabel 5.26 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2022

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2022 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		<i>ESA</i> 2022 (<i>ESA</i> /hari)
				<i>overload</i>	standar	
Golongan 2	54431	0	54431	0,0005	0,0005	19,643
Golongan 3	17140	141	16999	0,0070	0,0007	10,758
Golongan 4	21535	47	21488	0,2734	0,0286	502,478
Golongan 5a	3658	0	3658	0,0594	0,0594	173,757
Golongan 5b	5192	0	5192	0,9499	0,9499	3945,369
Golongan 6a	1698	388	1310	1,9406	0,2122	825,033
Golongan 6b	14915	71	14844	19,5287	1,7599	22004,138
Golongan 7a	2177	94	2083	14,7055	1,3650	3382,586
Golongan 7b	415	21	394	17,4767	1,9640	908,578
Golongan 7c	483	7	476	24,3954	2,7416	1178,913
Total						32.951,25

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2022, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2022 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2022} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 32.951,25 \times 365 \\ &= 12.027.207,42 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2022 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 12.027.207,42 *ESA*.

8. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari pada tahun ke-8 langkahnya sama seperti perhitungan *ESA overload* per hari pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7 maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.27 berikut.

Tabel 5.27 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2023

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2023 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		<i>ESA</i> 2023 (<i>ESA</i> /hari)
				<i>overload</i>	standar	
Golongan 2	68649	0	68649	0,0005	0,0005	24,774
Golongan 3	21617	178	21440	0,0070	0,0007	13,568
Golongan 4	27160	59	27101	0,2734	0,0286	633,727
Golongan 5a	4614	0	4614	0,0594	0,0594	219,143
Golongan 5b	6548	0	6548	0,9499	0,9499	4975,913
Golongan 6a	2142	490	1652	1,9406	0,2122	1040,535
Golongan 6b	18811	89	18721	19,5287	1,7599	27751,693
Golongan 7a	2746	119	2627	14,7055	1,3650	4266,129
Golongan 7b	523	26	497	17,4767	1,9640	1145,901
Golongan 7c	609	9	600	24,3954	2,7416	1486,850
Total						41.558,23

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2023, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2023 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2023} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 41.558,23 \times 365 \\ &= 15.168.754,55 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2023 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 15.168.754,55 *ESA*.

9. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari pada tahun ke-9 langkahnya sama seperti perhitungan *ESA overload* per hari pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7 maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.28 berikut.

Tabel 5.28 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2024

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2024 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		<i>ESA</i> 2024 (<i>ESA</i> /hari)
				<i>overload</i>	standar	
Golongan 2	86580	0	86580	0,0005	0,0005	31,245
Golongan 3	27264	224	27040	0,0070	0,0007	17,112
Golongan 4	34254	75	34180	0,2734	0,0286	799,258
Golongan 5a	5819	0	5819	0,0594	0,0594	276,383
Golongan 5b	8258	0	8258	0,9499	0,9499	6275,638
Golongan 6a	2701	617	2084	1,9406	0,2122	1312,326
Golongan 6b	23724	113	23611	19,5287	1,7599	35000,529
Golongan 7a	3463	150	3313	14,7055	1,3650	5380,457
Golongan 7b	659	33	626	17,4767	1,9640	1445,215
Golongan 7c	768	11	757	24,3954	2,7416	1875,220
Total						52.413,38

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2024, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2024 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2024} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 52.413,38 \times 365 \\ &= 19.130.884,38 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2024 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 19.130.884,38 *ESA*.

10. Perhitungan nilai *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) per hari pada tahun ke-10 langkahnya sama seperti perhitungan *ESA overload* per hari pada tahun ke-2 menggunakan Persamaan 3.7 maka dilakukan rekapitulasi perhitungan seperti pada Tabel 5.29 berikut.

Tabel 5.29 Nilai *ESA* 1 Hari Kendaraan Keadaan *Overload* Tahun 2025

Klasifikasi Kendaraan	Data LHR 2025 (kendaraan)	Kendaraan Melanggar (kendaraan)	Kendaraan Tidak Melanggar (kendaraan)	VDF (AE)		ESA 2025 (ESA/hari)
				<i>overload</i>	standar	
Golongan 2	109195	0	109195	0,0005	0,0005	39,406
Golongan 3	34385	283	34102	0,0070	0,0007	21,581
Golongan 4	43202	94	43107	0,2734	0,0286	1008,027
Golongan 5a	7339	0	7339	0,0594	0,0594	348,576
Golongan 5b	10415	0	10415	0,9499	0,9499	7914,856
Golongan 6a	3407	779	2628	1,9406	0,2122	1655,110
Golongan 6b	29921	142	29779	19,5287	1,7599	44142,785
Golongan 7a	4368	189	4179	14,7055	1,3650	6785,850
Golongan 7b	832	42	790	17,4767	1,9640	1822,710
Golongan 7c	969	14	955	24,3954	2,7416	2365,033
Total						66.103,93

Setelah didapat total nilai *ESA* per hari tahun 2025, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *ESA* tahun 2017 menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{ESA tahun 2025} &= \text{ESA} \times 365 \\ &= 66.103,93 \times 365 \\ &= 24.127.935,88 \end{aligned}$$

Jadi, nilai *ESA* tahun 2025 pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 adalah 24.127.935,88 *ESA*.

5.4 Analisis Pengurangan Umur Rencana Jalan

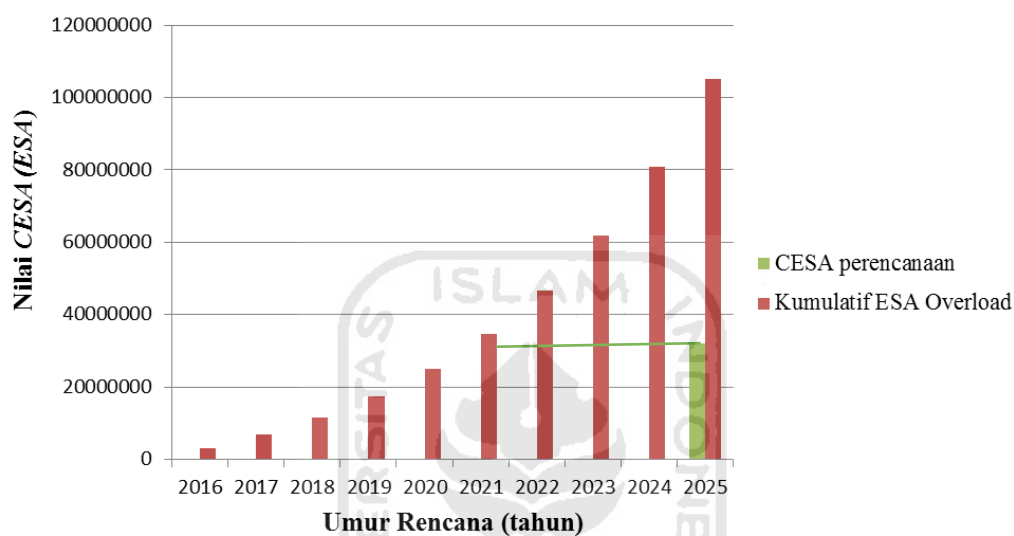
Pada analisis pengurangan umur rencana jalan akan dibandingkan hasil dari *CESA* perencanaan selama umur rencana dengan nilai kumulatif *ESA overload* (kendaraan keadaan *overload*) selama umur rencana yaitu 10 tahun untuk mengetahui pengurangan umur rencana jalan pada ruas jalan Yogya – Magelang. Berikut nilai kumulatif *ESA overload* selama umur rencana pada Tabel 5.30.

Tabel 5.30 Nilai Kumulatif *ESA Overload* Selama Umur Rencana

Tahun ke	Tahun	<i>ESA</i> 1 Tahun (<i>ESA</i> /tahun)	Kumulatif <i>ESA</i> tiap Tahun
1	2016	2988505,523	2988505,523
2	2017	3769113,241	6757618,765
3	2018	4753618,327	11511237,09
4	2019	5995279,461	17506516,55
5	2020	7561266,669	25067783,22
6	2021	9536295,016	34604078,24
7	2022	12027207,42	46631285,66
8	2023	15168754,55	61800040,22
9	2024	19130884,38	80930924,6
10	2025	24127935,88	105058860,5

Dari Tabel 5.30 dapat dilihat dengan kumulatif *ESA overload* tahun ke-10 sebesar 105.058.860,5 *ESA*, berarti nilai *CESA overload* pada jalan Yogya – Magelang sebesar 105.058.860,5 *ESA*. Berdasarkan Tabel 3.30 dapat diperoleh

diagram perbandingan nilai *CESA* perencanaan dengan kumulatif *ESA overload* tiap tahun, dimana nantinya akan dilihat kumulatif *ESA overload* tiap tahun pada tahun ke-*n* akan menyamai nilai *CESA* perencanaan jalan. Berikut diagram perbandingan nilai *CESA* perencanaan dengan kumulatif *ESA overload* tiap tahun yang dapat dilihat pada Gambar 5.8 di bawah ini.



Gambar 5.8 Diagram Perbandingan Nilai *CESA* Perencanaan dengan Kumulatif *ESA Overload* tiap Tahun

Bedasarkan Tabel 5.30 dengan nilai *CESA* perencanaan sebesar 32.142.800,41 *ESA* sudah tercapai tahun ke 6 dengan nilai kumulatif *ESA overload* sebesar 34.604.078,24. Jika diasumsikan nilai *CESA* perencanaan sebagai batasan akhir masa layan jalan, maka pada kondisi kendaraan *overload* dengan cara interpolasi didapatkan adanya pengurangan umur rencana jalan sebesar 4,25 tahun dari umur rencana 10 tahun, artinya umur perkerasan akan berakhir pada tahun ke-5 bulan ke-9 sejak jalan dibuka atau pada tahun 2016.

5.5 Analisis Sensitivitas

Dikarenakan pertumbuhan lalu lintas (i) aktual pada kondisi kendaraan kondisi kendaraan *overload* sebesar 26% dinilai terlalu besar, maka dilakukan analisis sensitivitas dengan mencoba memvariasikan faktor – faktor yang

berpengaruh terhadap nilai *CESA* untuk mengetahui pengaruh pada pengurangan umur rencana.

Faktor – faktor yang berpengaruh diantaranya yaitu :

1. nilai VDF kendaraan,
2. jumlah kendaraan/golongan, dan
3. pertumbuhan lalu lintas (i).

Dalam analisis sensitivitas ini faktor yang divariasikan hanya pertumbuhan lalu lintas (i) aktual, faktor – faktor yang lain tidak diubah. Pertumbuhan lalu lintas (i) aktual akan dicoba divariasikan dengan beberapa nilai. Berikut hasil analisis sensitivitas dapat dilihat pada Tabel 5.34.

Tabel 5.31 Tabel Analisis Sensitivitas

Pertumbuhan Lalu lintas (i) Aktual (%)	Pengurangan Umur Rencana Kendaraan <i>Overload</i> (tahun)
5	1,18
10	2,31
15	2,97
20	3,33
25	3,52
26	4,25

Dari analisis sensitivitas pada penelitian ini didapatkan bahwa semakin pertumbuhan lalu lintas (i) aktual kecil, penurunan umur rencana jalan akan semakin kecil sehingga dapat dilihat bahwa tingginya penurunan umur rencana pada penelitian ini dikarenakan angka pertumbuhan lalu lintas (i) aktual sebesar 26% yang dianggap terlalu besar.

5.6 Analisis *Structural Number Future* (SN_f)

Pada perhitungan analisis indeks tebal perkerasan digunakan metode *AASHTO* 1993. Perhitungan indeks tebal perkerasan nantinya akan menggunakan Persamaan 3.11 seperti di bawah ini.

$$\text{Log (Wt18)} = Z_R \times S_o + 9,36 \times \text{Log (SN + 1)} - 0,20 + \frac{\text{Log} \left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2,32$$

$$\times \text{Log (M}_R) - 8,07$$

Structural Number Future (SN_f) adalah kapasitas struktur perkerasan berdasarkan volume lalu lintas rencana dimasa mendatang atau pada tahun 2025 sesuai dengan umur rencana 10 tahun.

5.6.1 Reliabilitas dan Gabungan Kesalahan Baku

Dalam perhitungan analisis indeks tebal perkerasan perkiraan nilai *reliabilitas* pada jalan Yogya – Magelang sebesar 95% dikarena jalan Yogya – Magelang merupakan jalan nasional atau arteri dengan tingkat lalu lintas yang padat.fungsional jalan yang direncanakan sesuai Tabel 5.32 dibawah ini.

Tabel 5.32 Perkiraan Tingkat Keandalan (R) pada Jalan Yogya – Magelang

Klasifikasi Fungsional	Reliabilitas yang Direkomendasikan	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas hambatan	85-99,9	80-99,9
Jalan arteri	80-99	75-95
Jalan kolektor	80-95	75-95
Jalan lokal	50-80	50-80

Sumber : *AASHTO* (1993)

Faktor keandalan merupakan fungsi dari gabungan kesalahan baku (S_o) yang memiliki rentang nilai antara 0,4 - 0,5 menurut *AASHTO* 1993, sedangkan nilai simpangan baku normal (Z_R) ditentukan berdasarkan tingkat keandalan (R) pada jalan Yogya – Magelang sebesar 95%. Berdasarkan *AASHTO* 1993 dengan

tingkat keandalan (R) sebesar 95% diperoleh nilai simpangan baku normal (Z_R) sebesar -1,645 sesuai dengan Tabel 5.33 berikut ini.

Tabel 5.33 Harga Simpangan Baku Normal (Z_R) pada Jalan Yogya – Magelang

Tingkat Keandalan (R)	Simpangan Baku Normal (Z_R)
50	-0,00
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Sumber : AASHTO (1993)

5.6.2 Servisibilitas

Jalan Yogya – Magelang termasuk dalam klasifikasi jalan arteri dengan lintas ekivalen > 1000 dan jenis lapis perkerasan yang digunakan adalah LASTON maka berdasarkan AASHTO 1993 $IP_o \geq 4$ dan $IP_t = 2,5$, sehingga ΔPSI pada jalan Yogya – Magelang dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.9 berikut.

$$\begin{aligned} \Delta PSI &= p_o - p_t \\ &= 4,2 - 2,5 \\ &= 1,7 \end{aligned}$$

5.6.3 Modulus Resilient Efektif Tanah Dasar (M_r)

Modulus resilient tanah dasar diperkenalkan untuk mengganti daya dukung tanah. Pada jalan Yogya – Magelang telah diketahui bahwa nilai *CBR* adalah 20%. Hubungan antara *modulus resilient* tanah dasar dan *CBR* lapangan menurut *AASHTO* 1993 dapat dihitung berdasarkan Persamaan 3.10 berikut.

$$\begin{aligned} M_r &= 1500 \times CBR \text{ (psi)} \\ &= 1500 \times 20 \\ &= 30000 \text{ psi} \end{aligned}$$

5.7 Perhitungan Nilai *Structural Number Future* (SN_f)

Dengan parameter di atas, maka nilai indeks tebal perkerasan rencana yang dibutuhkan agar mampu bertahan melayani lalu lintas hingga masa mendatang atau *Structural Number Future* (SN_f) di ruas jalan Yogya – Magelang sesuai asumsi umur rencana 10 tahun dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.11.

5.7.1 Perhitungan *Structural Number* (SN_f) dengan Nilai *CESA* Perencanaan

$$\begin{aligned} \text{Log } 321 \times 10^4 &= -1,647 \times 0,4 + 9,36 \times \text{Log } (SN + 1) - 0,20 + \frac{\text{Log } \left(\frac{4,2-2,5}{4,2-1,5} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + \\ & 2,32 \times \text{Log } (30000) - 8,07 \end{aligned}$$

Maka, $SN = 3,73$

Jadi, untuk nilai *CESA* perencanaan sebesar 32.142.800,41 *ESA* dengan umur rencana selama 10 tahun dan pertumbuhan lalu lintas (i) rencana sebesar 5% dibutuhkan nilai *Structural Number Future* (SN_f) = 3,73.

5.7.2 Perhitungan *Structural Number* (SN_f) dengan Nilai *CESA Overload*

$$\begin{aligned} \text{Log } 105 \times 10^6 &= -1,647 \times 0,4 + 9,36 \times \text{Log } (SN + 1) - 0,20 + \frac{\text{Log } \left(\frac{4,2-2,5}{4,2-1,5} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + \\ & 2,32 \times \text{Log } (30000) - 8,07 \end{aligned}$$

Maka, $SN = 4,49$

Jadi, untuk nilai *CESA overload* sebesar 105.058.860,5 *ESA* dengan umur rencana selama 10 tahun dan pertumbuhan lalu lintas (i) aktual sebesar 26% dibutuhkan nilai *Structural Number Future* (SN_f) = 4,49.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan serta pembahasan terhadap hasil-hasil penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Berdasarkan evaluasi pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur rencana perkerasan jalan pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 menggunakan metode Bina Marga 2013 dengan cara melakukan analisis *CESA* didapat nilai *CESA* perencanaan sesuai dengan umur rencana 10 tahun sebesar 32.142.800,41 *ESA*, dan nilai *CESA overload* sebesar 105.058.860,5 *ESA*. Hasil perhitungan penurunan umur rencana jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 didapatkan adanya pengurangan umur rencana jalan sebesar 4,25 tahun dari umur rencana 10 tahun. Tingginya penurunan umur rencana jalan pada ruas jalan Yogya – Magelang Km 21 – Km 23 dikarenakan angka pertumbuhan lalu lintas (i) aktual yang dianggap terlalu besar. Hal tersebut dibuktikan bahwa setelah mencoba melakukan analisis sensitivitas dengan memvariasikan pertumbuhan lalu lintas (i) aktual sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25% didapatkan pengurangan umur rencana jalan yang lebih kecil sesuai hasil analisis sensitivitas yang dapat dilihat pada Tabel 5.27.
2. Dengan umur rencana 10 tahun dan pertumbuhan lalu lintas (i) aktual 26%, nilai *CESA overload* sebesar 105.058.860,5 *ESA*, sehingga nilai *Structural Number (SN)* yang dibutuhkan agar jalan tetap dapat mempertahankan umur rencana selama 10 tahun dalam kondisi kendaraan *overload* nilai *SN* meningkat menjadi 4,49.

6.2 Saran

1. Untuk penelitian Tugas Akhir selanjutnya agar mendapat hasil yang lebih baik dan objektif, disarankan untuk melihat langsung kendaraan yang membawa muatan berlebih secara langsung di lokasi Jembatan Timbang agar dapat mengkonversikan golongan kendaraan secara lebih detail.
2. Dibutuhkan pengendalian kendaraan dengan muatan berlebih (*overload*) baik pengguna jalan ataupun pihak – pihak terkait dikarenakan pengendalian muatan berlebih kendaraan sangat penting untuk mengantisipasi efek kerusakan dini pada jalan mengingat jalan Yogya – Magelang merupakan jalan nasional yang menghubungkan 2 provinsi yaitu Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Provinsi Jawa Tengah.



DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1972. *AASHTO Pavement Design guide – 1972*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington DC.
- AASHTO. 1993. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures – 1993*. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DC.
- Anonim. 2017. Google maps. [Online]. Tersedia : (<https://www.google.co.id/maps/>.[20 April 2017]).
- Chairunnisa. 2016. Evaluasi Kondisi Perkerasan Berdasarkan Metode *PSI* dan Perencanaan Tebal Perkerasan tambahan (*overlay*) di Jalan Pakem – Kalasan KM 34+00 s/d 35+800. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005. *Perencanaan Tebal lapis Tambahan Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan*. Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-05-2005-B. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1983. *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Perguruan Tinggi Swasta. 1997. *Sistem Transportation*. Penerbit Universitas Gunadarma. Jakarta.
- Geleteng. 2012. Analisis Kelebihan Muatan Pada Kendaraan Angkutan Barang di UPPKB Kalitirto. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02*.

- Palmaputri. 2016. Analisis Dampak Muatan Lebih (*overloading*) Kendaraan Angkutan Barang Terhadap Perkerasan dan Masa Pelayanan Jalan (Studi Kasus Jembatan Timbang Kulwaru). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No.1. 2012. Pengendalian Muatan Angkutan Barang Di Jalan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.43. 1993. Prasarana dan Lalu lintas Jalan.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi. 2005. *Standar Pembebanan Jalan*.
- Putri. 2014, BAB II TINJAUAN PUSTAKA, (Online) : [\(http://www.revanaputri.com/rigid-pavement-planning-using-actual-load-of-vehicles/tinjauan-pustaka/](http://www.revanaputri.com/rigid-pavement-planning-using-actual-load-of-vehicles/tinjauan-pustaka/). [Diakses 21 April 2017]).
- Rahim. 2000. Perhitungan Nilai Kerusakan Jalan Akibat Kendaraan Berat *Overloading* (Studi Kasus di Propinsi Riau). *Tesis*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Santoso. 2012. Pengaruh Kendaraan Angkutan Barang Muatan Lebih (*overload*) Pada Perkerasan dan Umur Jalan (Studi Kasus di Jembatan Timbang Salam. Magelang). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Sukirman. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.
- Suwardo. dan Sugiharto. 2004. Tingkat Kerataan Jalan Berdasarkan Alat *Rolling Straight EDGE* Untuk Mengestimasi Kondisi Pelayanan Jalan (*PCI* dan *RCI*). Yogyakarta.
- Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Republik Indonesia No.22. 2009.
- Undang-Undang Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia No 38 Tentang Jalan*. Pemerintah Republik Indonesia.

Undang-Undang Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia No.22 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Pemerintah Republik Indonesia.

Zainal. Mudianto. dan Rahmah. 2016. Analisa Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan. *Jurnal*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Pakuan Bogor. Bogor.



Lampiran 1 Gambar Lokasi Penelitian



Gambar L-1.1 Jembatan Timbang Salam



Gambar L-1.2 Kondisi Perkerasan di Jalan Yogya – Magelang Km 23 Tahun

2017

Lampiran 2 Hasil Timbang Jembatan Timbang Salam Tahun 2015

**LAPORAN TAHUNAN HASIL TIMBANG
UNIT PELAYANAN PERHUBUNGAN WILAYAH MAGELANG
JEMBATAN TIMBANG SALAM**

TAHUN : 2015

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan			
		I	II	III	IV
2015	< 5	14092	2415	694	677
	5 – 15	4815	489	96	80
	15 – 25	5898	596	194	104
	25 – 35	1844	729	386	229
	35 – 45	2347	1141	470	286
	45 – 55	2552	912	570	287
	55 – 65	2086	1066	466	321
	65 – 75	1994	1287	631	286
	75 – 85	2542	1404	695	216
	85 – 95	3158	1544	740	210
	95 – 105	3180	1506	761	266
	> 105	25857	14678	4767	995
JUMLAH		70365	27767	10470	3957
TOTAL		112559			



Lampiran 3 Hasil Timbang Jembatan Timbang Salam Tahun 2016

**LAPORAN TAHUNAN HASIL TIMBANG
UNIT PELAYANAN PERHUBUNGAN WILAYAH MAGELANG
JEMBATAN TIMBANG SALAM**

TAHUN : 2016

Tahun	Range Hasil Timbang (Selisih dari JBI) %	Golongan Kendaraan			
		I	II	III	IV
2016	< 5	16225	2302	830	539
	5 - 15	2347	220	53	28
	15 - 25	1985	306	81	37
	25 - 35	1450	569	479	145
	35 - 45	2105	544	542	218
	45 - 55	1820	516	600	211
	55 - 65	1424	484	617	160
	65 - 75	1546	492	565	146
	75 - 85	1982	506	554	193
	85 - 95	2198	378	704	187
	95 - 105	2232	281	923	161
	> 105	8733	1990	1955	179
JUMLAH		44047	8588	7903	2204
TOTAL				62742	



Lampiran 4 Data LHR Tahun 2013

BINA MARGA INTERURBAN ROAD MANAGEMENT SYSTEM CENTRAL DATABASE		TRAFFIC SUMMARY REPORT																	
		2012							Jawa Tengah [24]							22-Aug-2013			
Link Traffic Post	AADT		Car %	Bus %	LTr %	HTr %	Motor Cycle	Car	Util 1	Util 2	Small Bus	Large Bus	Truck 2x a)	Truck 2x b)	Truck 3x a)	Truck 3x b)	Truck 3x c)	No Mot Traf	Survey Year
	MBT	Total																	
09212 K - JLN. ELO SURABAYAN (URIP SUMOHARJO) (MA)																			
A09212	24,318	35,558	52.86	5.81	34.26	7.07	11,163	4,381	3,323	5,150	879	533	1,575	6,757	1,028	142	550	77	2013
09213 K - JLN. SOEKARNO-HATTA (MAGELANG)																			
A09213	20,489	34,442	45.04	7.36	39.42	8.18	13,673	4,712	2,637	1,879	886	623	1,042	7,035	1,371	67	237	280	2013
093 - BTS. KOTA MAGELANG - KEPREKAN																			
A093	24,432	42,916	63.94	5.64	27.84	2.57	18,186	8,459	3,417	3,747	818	559	648	6,155	457	56	116	298	2013
09311 K - JLN. PEMUDA (MAGELANG)																			
B09311	25,500	51,497	95.15	2.02	2.67	0.16	25,535	13,851	6,737	3,676	396	118	458	222	42	0	0	462	2013
09312 K - JLN. SUDIRMAN (MAGELANG)																			
A09312	21,544	49,017	96.63	0.30	2.94	0.13	26,199	13,486	4,683	2,650	42	22	383	250	27	0	1	1,274	2013
094 - KEPREKAN - BTS. KOTA MUNTILAN																			
A094	29,115	56,256	63.58	7.87	25.71	2.84	26,793	7,273	7,319	3,919	1,121	1,170	931	6,555	602	27	198	348	2013
09411 K - JLN. PEMUDA (MUNTILAN)																			
A09411	23,956	64,700	72.47	5.65	19.51	2.36	40,159	10,059	3,862	3,441	755	598	513	4,162	388	24	154	585	2013
095 - MUNTILAN - SALAM (BTS. PROV. D.I. YOGYAK)																			
A095	33,945	62,057	80.42	4.14	12.13	3.30	27,543	13,222	9,953	4,123	642	765	1,020	3,099	557	156	408	569	2013
096 - KARTOSURO - BTS. KOTA KLATEN																			
A096	34,429	64,437	62.49	5.17	24.26	8.08	28,577	14,585	2,967	3,984	479	1,302	1,406	6,945	2,189	293	299	1,431	2013
09611 K - JLN. PERINTIS KEMERDEKAAN (KLATEN)																			
A09611	45,411	63,064	47.51	7.87	24.67	19.94	15,123	9,627	6,831	5,115	1,440	2,136	3,409	7,796	2,666	2,637	3,754	2,530	2013
09612 K - JLN. DIPONEGORO (KLATEN)																			
A09612	14,800	26,095	32.72	8.64	52.23	6.40	10,703	2,520	1,301	956	233	1,029	1,246	6,380	580	165	190	792	2013
09613 K - JLN. KARTINI (KLATEN)																			
A09613	16,165	30,868	65.81	7.82	17.85	8.52	14,673	5,378	3,535	1,725	405	859	545	2,341	577	320	480	30	2013
097 - BTS. KOTA KLATEN - PRAMBANAN (BTS. PROV.)																			
A097	39,483	65,024	64.42	6.02	22.12	7.44	24,010	13,351	7,305	4,779	793	1,585	2,980	5,752	2,236	636	66	1,531	2013
09711 K - JLN. SURAJI TIRTONEGORO (KLATEN)																			
A09711	38,074	59,957	56.81	8.75	29.48	4.97	19,057	10,865	5,694	5,070	872	2,459	1,964	9,259	1,040	450	401	2,826	2013

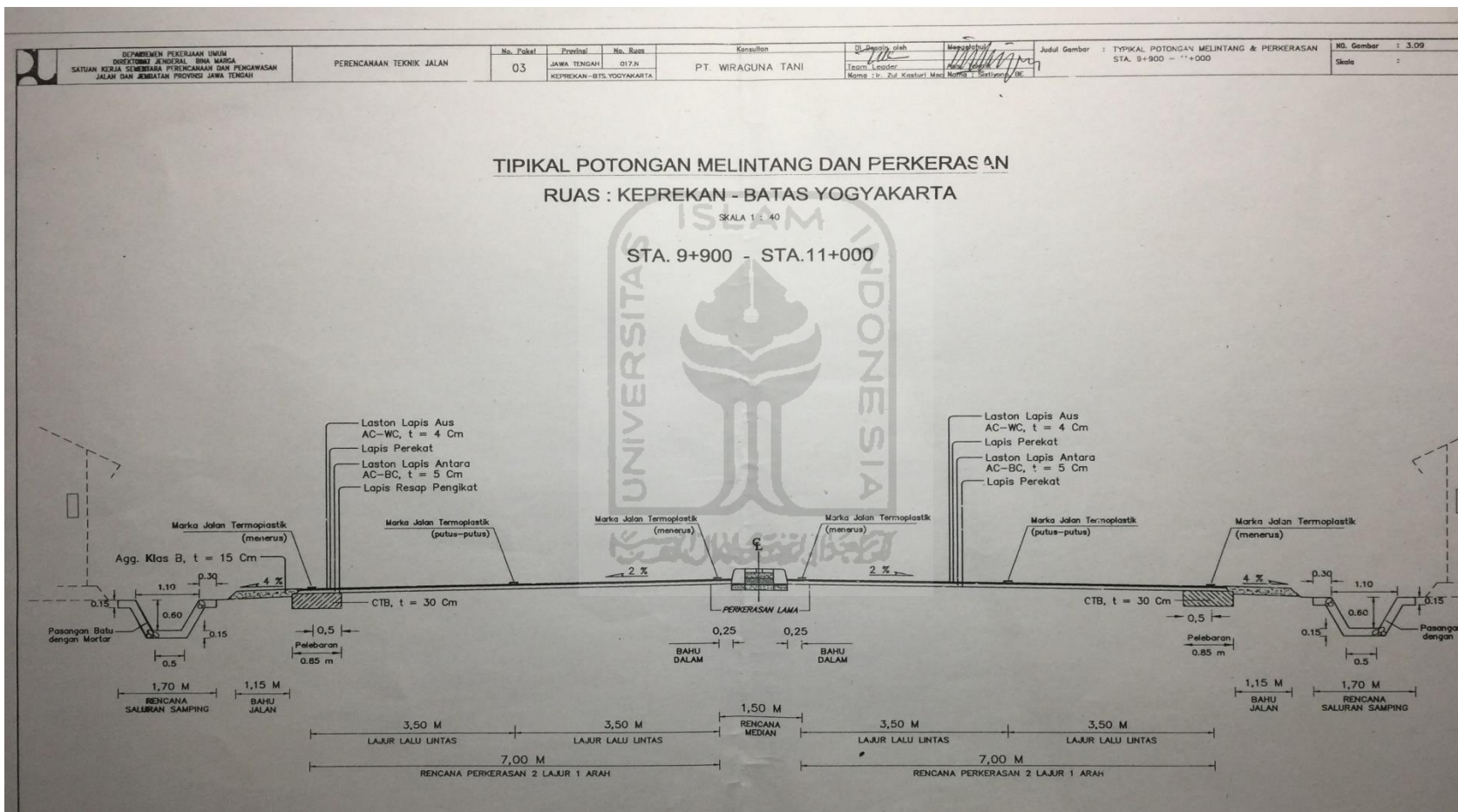
Lampiran 5 Data LHR Tahun 2015

BINA MARGA INTERURBAN ROAD MANAGEMENT SYSTEM CENTRAL DATABASE		TRAFFIC SUMMARY REPORT																Page 10 of 11		
		2015						Jawa Tengah [24]										13-Nov-2015		
Link Traffic Post	AADT		Car %	Bus %	LTr %	HTr %	Motor Cycle Veh 1	Car	Util 1	Util 2	Small Bus	Large Bus	Truck 2x a)	Truck 2x b)	Truck 3x a)	Truck 3x b)	Truck 3x c)	No Mot Traf	Survey Year	
	MBT	Total						Veh 2	Veh 3	Veh 4	Veh5a	Veh5b	Veh6a	Veh6b	Veh7a	Veh7b	Veh7c	Veh 8		
09117 K - JLN. TEUKU UMAR (SEMARANG)																				
A09117	37,251	79,043	94.81	4.96	0.23	0.00	41,588	24,180	5,243	5,894	1,626	222	53	33	0	0	0	204	2015	
09118 K - JLN. SETIA BUDHI (SEMARANG)																				
A09118	22,693	88,485	97.50	2.33	0.18	0.00	65,713	15,297	3,688	3,140	485	43	34	6	0	0	0	79	2015	
09119 K - JLN. ANTON SUJARWO (SEMARANG)																				
A09119	45,963	107,640	59.43	11.04	23.75	5.78	61,654	14,560	5,741	7,025	3,003	2,071	3,856	7,060	1,333	162	1,162	23	2015	
0911A K - JLN. GATOT SUBROTO (UNGERAN)																				
A0911A	31,656	93,918	66.29	5.16	21.87	6.88	62,150	11,992	4,832	4,160	559	1,076	2,126	4,733	1,070	49	1,059	112	2015	
0911B K - JLN. DIPONEGORO (UNGERAN)																				
A0911B	30,549	92,525	67.59	4.52	21.60	6.28	61,934	11,862	4,757	4,030	436	946	1,997	4,503	940	48	930	42	2015	
092 - SECANG - BTS. KOTA MAGELANG																				
A092	23,865	46,512	61.64	4.71	26.84	6.81	22,641	9,889	1,852	2,969	642	482	926	5,480	1,218	138	269	6	2015	
09211 K - JLN. AHMAD YANI (MAGELANG)																				
A09211	39,345	102,328	73.61	4.02	18.97	3.41	62,402	10,798	13,456	4,707	855	725	948	6,514	979	55	308	581	2015	
09212 K - JLN. URIP SUMOHARJO (MAGELANG)																				
A09212	14,249	25,496	54.02	6.44	32.83	6.71	11,145	2,883	3,389	1,425	517	401	306	4,372	675	25	256	102	2015	
09213 K - JLN. SOEKARNO-HATTA (MAGELANG)																				
A09213	17,906	33,224	58.44	8.24	28.74	4.59	15,177	6,405	2,001	2,058	846	629	621	4,525	583	10	228	141	2015	
093 - BTS. KOTA MAGELANG - KEPREKAN																				
A093	26,382	68,154	76.49	3.63	17.18	2.70	41,423	14,778	2,427	2,975	365	593	558	3,975	533	46	132	349	2015	
094 - KEPREKAN - BTS. KOTA MUNTILAN																				
A094	27,165	74,013	76.14	3.69	17.39	2.78	46,499	15,022	2,557	3,105	365	637	601	4,124	576	46	132	349	2015	
09411 K - JLN. PEMUDA (MUNTILAN)																				
A09411	34,139	85,793	68.58	6.57	20.94	3.91	51,106	16,715	1,711	4,987	1,250	993	2,858	4,289	521	282	533	548	2015	
095 - MUNTILAN - SALAM (BTS. PROV. D.I. YOGYAKARTA)																				
A095	23,966	64,274	72.12	5.44	18.47	3.97	39,731	4,893	8,694	3,697	665	639	690	3,736	596	142	214	577	2015	
096 - KARTOSURO - BTS. KOTA KLATEN																				
A096	24,819	57,521	67.43	4.06	24.61	3.90	32,466	11,570	2,437	2,729	130	878	642	5,465	692	103	173	236	2015	
09611 K - JLN. PERINTIS KEMERDEKAAN (KLATEN)																				
A09611	26,291	63,228	67.76	3.93	22.22	6.08	36,547	6,909	7,048	3,859	120	914	907	4,935	860	470	269	390	2015	
09612 K - JLN. DIPONEGORO (KLATEN)																				
A09612	11,461	20,040	30.85	9.07	51.29	8.79	8,439	1,708	1,029	799	126	914	390	5,488	637	205	165	140	2015	
09613 K - JLN. KARTINI (KLATEN)																				
A09613	12,114	20,085	33.14	8.93	48.65	9.28	7,831	1,852	1,208	955	140	942	438	5,455	698	249	177	140	2015	
097 - BTS. KOTA KLATEN - PRAMBANAN (BTS. PROV. D.I. YOGYAKARTA)																				
A097	28,921	59,608	74.64	4.20	17.81	3.35	29,492	11,963	4,275	5,349	189	1,026	2,093	3,057	623	264	82	1,195	2015	
09711 K - JLN. SURAJI TIRTONEGORO (KLATEN)																				
A09711	29,989	60,245	74.41	4.31	17.75	3.52	29,708	12,093	4,420	5,803	224	1,070	2,179	3,144	710	264	82	548	2015	
098 - PEJAGAN - SP. TIGA TOL PEJAGAN KANCI																				
A098	18,180	32,758	67.45	3.56	20.07	8.92	13,763	5,914	2,601	3,748	368	279	1,457	2,192	1,424	130	67	815	2015	
099 - SP. 3 TOL PEJAGAN KANCI - KETANGGUNGAN - BTS. KAB. TEGAL/KA																				
A099	9,644	31,919	51.41	3.17	28.49	16.92	18,772	1,310	1,957	1,691	37	269	1,112	1,636	1,356	195	81	3,503	2015	
100 - BTS. KAB. TEGAL/KAB. BREBES - PRUPUK																				
A100	15,200	21,818	43.20	9.06	33.87	13.88	6,497	2,885	1,564	2,117	554	823	628	4,520	1,250	415	444	121	2015	

Lampiran 6 Data LHR Tahun 2016

BINA MARGA INTERURBAN ROAD MANAGEMENT SYSTEM CENTRAL DATABASE								TRAFFIC SUMMARY REPORT												
2015								Jawa Tengah [24]												
Link Traffic Post	AADT		Car %	Bus %	LTf %	HTf %	Motor Cycle Veh 1	Car Veh 2	Util 1 Veh 3	Util 2 Veh 4	Small Bus Veh5a	Large Bus Veh5b	Truck 2x a) Veh6a	Truck 2x b) Veh6b	Truck 3x a) Veh7a	Truck 3x b) Veh7b	Truck 3x c) Veh7c	No Mot Traf Veh 8	Survey Year	
	MBT	Total																		
A092	25.249	39.938	64,47	10,80	17,82	6,91	14.463	8.438	4.108	3.732	1.918	809	1.325	3.175	1.071	221	452	226	2016	
09211 K - JLN. AHMAD YANI (MAGELANG)																				
A09211	19.110	32.949	76,90	8,61	9,71	4,78	13.588	7.604	3.696	3.395	954	691	868	988	755	46	113	271	2016	
09212 K - JLN. URIP SUMOHARJO (MAGELANG)																				
A09212	20.044	57.418	74,55	6,26	16,65	2,54	36.914	8.838	1.532	4.572	676	678	295	3.043	337	33	140	458	2016	
09213 K - JLN. SOEKARNO-HATTA (MAGELANG)																				
A09213	24.048	40.017	64,01	8,85	22,17	4,97	15.824	8.442	3.655	3.295	1.135	994	1.014	4.317	813	65	318	145	2016	
093 - BTS. KOTA MAGELANG - KEPREKAN																				
A093	27.039	78.732	77,88	3,71	16,03	2,39	51.488	16.201	2.090	2.766	404	598	820	3.514	448	84	114	205	2016	
094 - KEPREKAN - BTS. KOTA MUNTILAN																				
A094	22.587	48.170	72,80	4,85	19,67	2,69	25.402	10.956	1.718	3.755	387	707	609	3.829	376	64	166	201	2016	
09411 K - JLN. PEMUDA (MUNTILAN)																				
A09411	25.848	55.884	73,03	5,89	18,02	3,25	29.909	11.712	3.088	4.079	700	772	638	4.020	511	115	215	127	2016	
095 - MUNTILAN - SALAM (BTS. PROV. D.I. YOGYAKARTA)																				
A095	30.226	63.559	76,54	7,28	13,66	2,53	33.196	13.525	4.259	5.351	909	1.290	422	3.706	541	103	120	137	2016	
096 - KARTOSURO - BTS. KOTA KLATEN																				
A096	22.380	50.672	70,46	4,50	19,21	5,82	27.897	12.454	1.102	2.214	150	858	499	3.800	960	173	170	395	2016	
09611 K - JLN. PERINTIS KEMERDEKAAN (KLATEN)																				
A09611	30.774	51.110	69,69	7,10	18,42	4,79	19.450	11.462	5.866	4.119	1.314	871	3.787	1.882	800	236	437	886	2016	
09612 K - JLN. DIPONEGORO (KLATEN)																				
A09612	13.689	22.930	43,62	8,72	39,76	7,90	8.986	3.551	1.445	975	52	1.142	1.029	4.414	674	178	229	275	2016	
09613 K - JLN. KARTINI (KLATEN)																				
A09613	9.600	19.051	60,13	11,06	14,59	14,22	9.356	3.605	1.755	412	367	705	1.132	269	455	734	176	95	2016	
097 - BTS. KOTA KLATEN - PRAMBANAN (BTS. PROV. D.I. YOGYAKARTA)																				
A097	9.095	21.725	63,89	11,64	15,78	8,69	11.420	3.737	1.882	192	222	837	1.257	178	365	297	128	1.210	2016	
09711 K - JLN. SURAJI TIRTONEGORO (KLATEN)																				
A09711	11.632	21.905	55,30	11,37	15,88	17,45	10.181	3.825	1.975	632	398	925	1.345	502	675	954	401	92	2016	
098 - PEJAGAN - SP. TIGA TOL PEJAGAN KANCI																				
A098	9.620	18.173	54,03	11,65	19,40	14,92	7.846	2.521	1.409	1.268	413	708	1.085	781	893	334	208	707	2016	
099 - SP. 3 TOL PEJAGAN KANCI - KETANGGUNGAN - BTS. KAB. TEGAL/KA																				
A099	8.941	26.581	63,73	7,52	22,32	6,43	16.419	2.706	1.475	1.517	40	632	294	1.702	381	102	92	1.221	2016	
100 - BTS. KAB. TEGAL/KAB. BREBES - PRUPUK																				
A100	8.774	19.495	59,48	9,19	23,00	8,33	10.389	2.642	1.154	1.423	33	773	117	1.901	501	144	86	332	2016	
101 - TRENGGULI - BTS. KAB. DEMAK/BTS. KAB. JEPARA																				
A101	7.266	18.074	71,28	3,33	20,95	4,45	10.705	3.675	474	1.030	215	27	313	1.209	189	19	115	103	2016	
102 - BTS. KAB. DEMAK/BTS. KAB. JEPARA - MARGOYOSO																				
A102	10.633	21.167	71,53	4,35	17,70	6,41	10.312	3.538	1.586	2.482	387	76	738	1.144	343	35	304	222	2016	

Lampiran 7 Data Perkerasan Jalan Yogya – Magelang



Gambar L-7.1 Potongan Melintang dan Perkerasan

NO. RUAS	STAT US	A/K/S	RUAS JALAN	PANJANG JALAN (KM)	LEBAR JALAN (M)	KELAS JALAN	JALUR/ LAJUR	PENANGANAN TERAKHIR (TAHUN)	JENIS PENANGANAN	UMUR RENCANA
093	N	A	BTS.KOTA MAGELANG-KEPREKAN	8.5	14	I	2 J / 4 L	2010	OVERLAY	10 TAHUN
094	N	A	KEPREKAN - BTS KOTA MUNTILAN	1.18	14	I	2 J / 4 L	2010	OVERLAY	10 TAHUN
095	N	A	JL.PEMUDA MUNTILAN	3.62	14	I	1 J / 4 L	2014	OVERLAY	10 TAHUN
096	N	A	MUNTILAN - SALAM (BTS. PROV.D.I. YOGYAKARTA)	7.42	14	I	2 J / 4 L	2013 DAN 2014	OVERLAY	10 TAHUN

Gambar L-7.2 Data Umur Rencana Jalan

**PROYEK PEMBANGUNAN JALAN & JEMBATAN PROVINSI JAWA TENGAH
PARET - MASILANG - KEPREKAN
(LOAN NO. 4834 - IND)**

A. KONTROL KETEBALAN LAPIS OVERLAY

DATA UNTUK KONTROL PERENCANAAN AWAL :

UR (Umur Rencana)	10 Tahun
Tahap Pelaksanaan	2 Tahun (2010 - 2011)
CBR Tanah Dasar rata-rata	6
CBR - Eks Lapis Pondasi :	
a). CBR - Eks LPA (Agregat Kelas B)	60
b). CBR - Sub-Base Course (Urpil)	20
CBR - LPA (Perkerasan Eksisting)	120 % (CBR Lap.)
Lintas Ekuivalen Pertama (LEP)	Th. 2012
Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)	Th. 2021
Indeks Permukaan Awal UR (IPo)	≥ 4
Indeks Permukaan Akhir (IPT)	2.5
Faktor Regional (FR)	2.0

DATA OVERLAY :

AC - WC = 4 cm	4 cm	
AC - BC = 6 cm	6 cm	
AC - Base = 6 cm	6 cm	
Perkerasan Lama (PL)	18 cm ; (CBR ≥120%)	<i>Sisi Kanan&Kiri</i>
Lapis Agregat Kelas B	15 cm ; (CBR 60%)	<i>Sisi Kanan&Kiri</i>
Urugan Pilihan (Urpil)	35 cm ; (CBR 20%)	
CBR Tanah Dasar rata-rata	6	

DATA PELEBARAN :

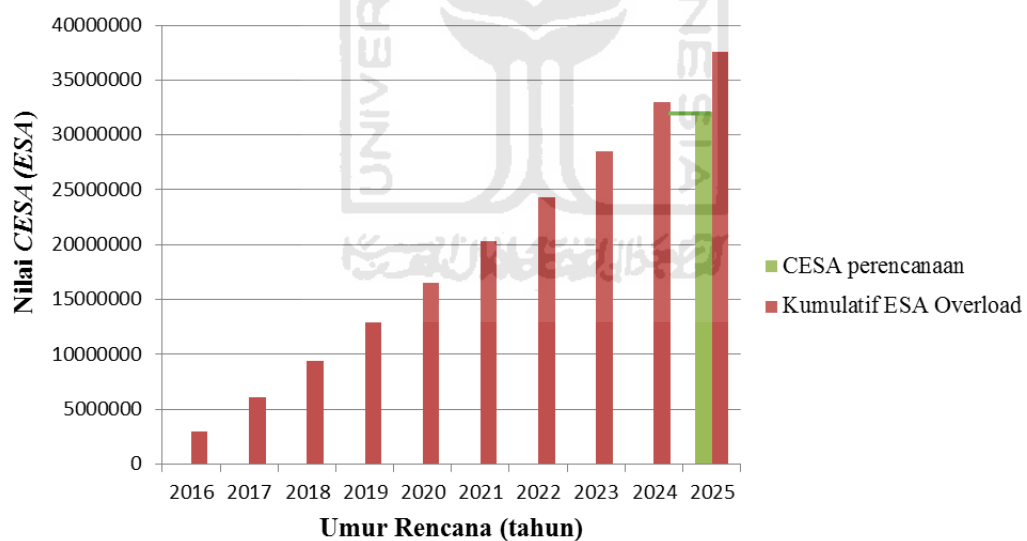
AC - WC	4 cm
AC - BC	6 cm
AC - Base	18 cm
Agregat Kelas A	20 cm ; (CBR 80%)
Agregat Kelas B	30 cm ; (CBR 60%)
CBR Tanah Dasar rata-rata	6

Gambar L-7.3 Data Perencanaan Perkerasan

Lampiran 8 Hasil Analisis Sensitivitas

Tabel L-8.1 Tabel Nilai Kumulatif *ESA* Overload Selama Umur Rencana dengan i aktual = 5 %

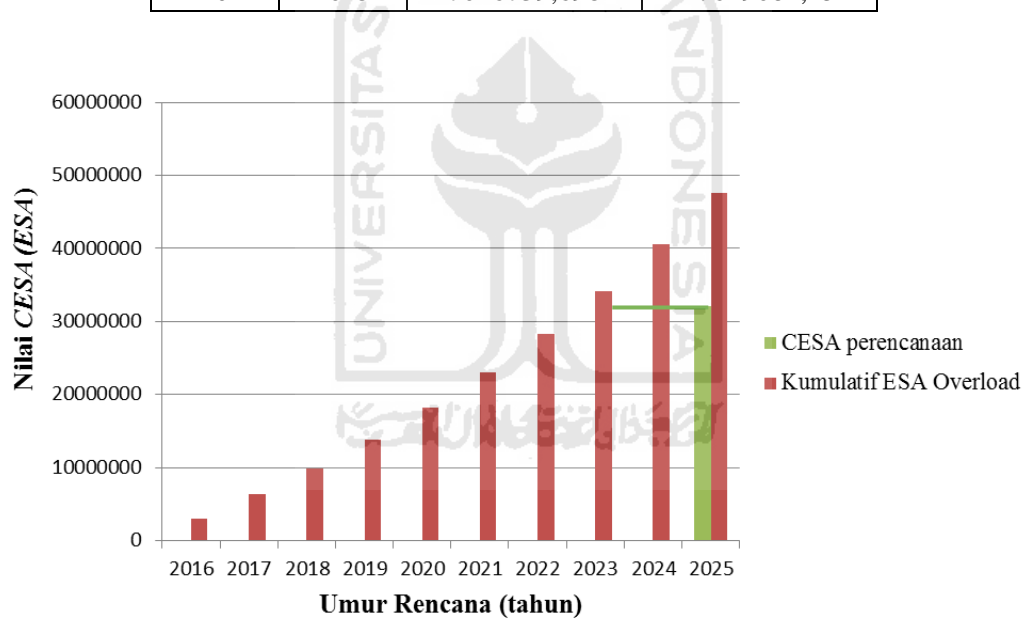
Tahun ke -	Tahun	<i>ESA</i> 1 Tahun (<i>ESA</i> /tahun)	Kumulatif <i>ESA</i> tiap Tahun
1	2016	2988505,523	2988505,523
2	2017	3137930,799	6126436,323
3	2018	3294827,339	9421263,662
4	2019	3459568,706	12880832,37
5	2020	3632547,142	16513379,51
6	2021	3814174,499	20327554,01
7	2022	4004883,224	24332437,23
8	2023	4205127,385	28537564,62
9	2024	4415383,754	32952948,37
10	2025	4636152,942	37589101,31



Gambar L-8.1 Diagram Perbandingan Nilai *CESA* Perencanaan dengan Kumulatif *ESA* Overload tiap Tahun

Tabel L-8.2 Tabel Nilai Kumulatif *ESA* Overload Selama Umur Rencana dengan i aktual = 10 %

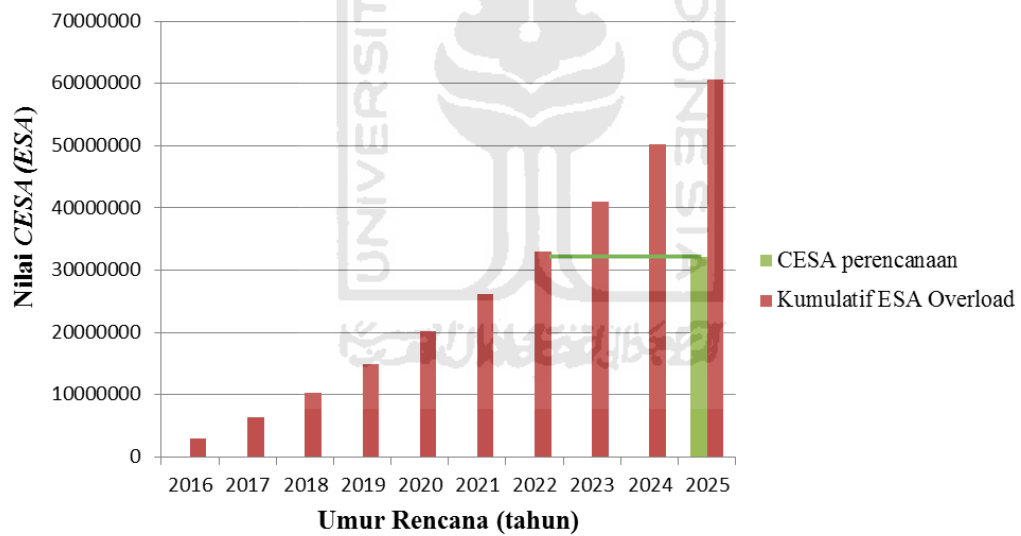
Tahun ke -	Tahun	<i>ESA</i> 1 Tahun (<i>ESA</i> /tahun)	Kumulatif <i>ESA</i> tiap Tahun
1	2016	2988505,523	2988505,523
2	2017	3287356,076	6275861,599
3	2018	3616091,683	9891953,282
4	2019	3977700,851	13869654,13
5	2020	4375470,937	18245125,07
6	2021	4813018,03	23058143,1
7	2022	5294319,833	28352462,93
8	2023	5823751,817	34176214,75
9	2024	6406126,998	40582341,75
10	2025	7046739,698	47629081,45



Gambar L-8.3 Diagram Perbandingan Nilai *CESA* Perencanaan dengan Kumulatif *ESA* Overload tiap Tahun

Tabel L-8.3 Tabel Nilai Kumulatif *ESA* Overload Selama Umur Rencana dengan i aktual = 15 %

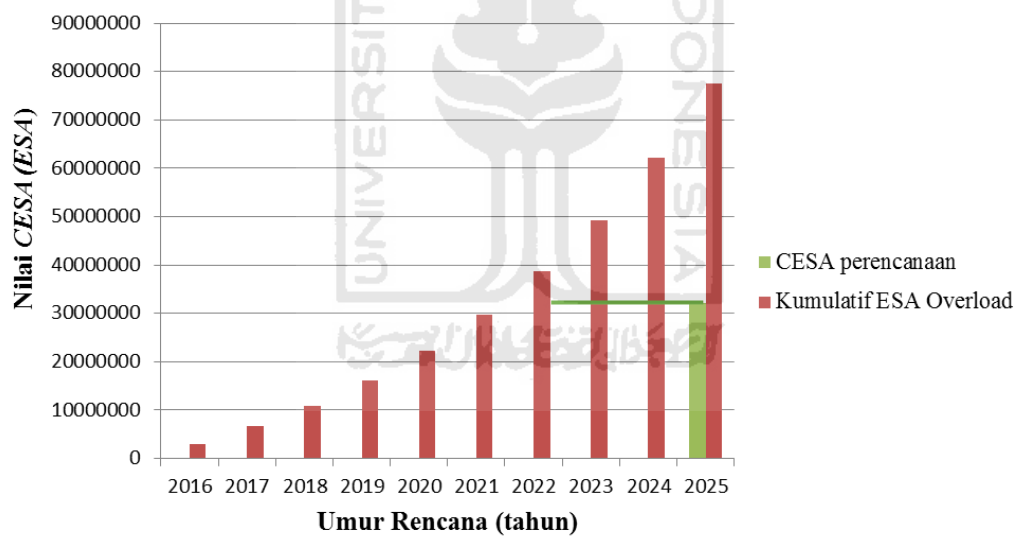
Tahun ke -	Tahun	<i>ESA</i> 1 Tahun (<i>ESA</i> /tahun)	Kumulatif <i>ESA</i> tiap Tahun
1	2016	2988505,523	2988505,523
2	2017	3436781,352	6425286,875
3	2018	3952298,554	10377585,43
4	2019	4545143,338	14922728,77
5	2020	5226914,838	20149643,61
6	2021	6010952,064	26160595,67
7	2022	6912594,874	33073190,54
8	2023	7949484,105	41022674,65
9	2024	9141906,72	50164581,37
10	2025	10513192,73	60677774,1



Gambar L-8.5 Diagram Perbandingan Nilai *CESA* Perencanaan dengan Kumulatif *ESA* Overload tiap Tahun

Tabel L-8.4 Tabel Nilai Kumulatif *ESA* Overload Selama Umur Rencana dengan i aktual = 20 %

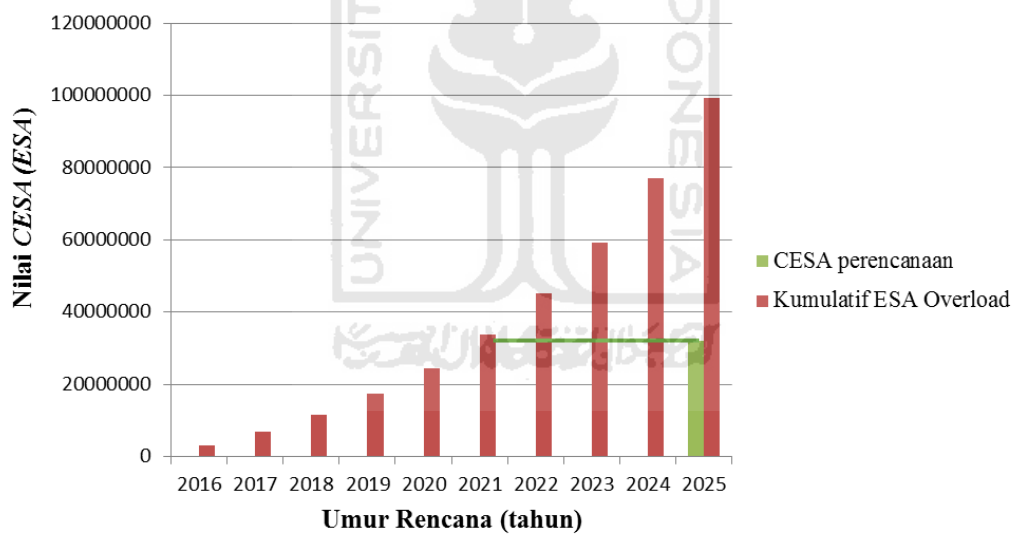
Tahun ke -	Tahun	<i>ESA</i> 1 Tahun (<i>ESA</i> /tahun)	Kumulatif <i>ESA</i> tiap Tahun
1	2016	2988505,523	2988505,523
2	2017	3586206,628	6574712,151
3	2018	4303447,953	10878160,1
4	2019	5164137,544	16042297,65
5	2020	6196965,053	22239262,7
6	2021	7436358,064	29675620,77
7	2022	8923629,676	38599250,44
8	2023	10708355,61	49307606,05
9	2024	12850026,73	62157632,79
10	2025	15420032,08	77577664,87



Gambar L-8.7 Diagram Perbandingan Nilai *CESA* Perencanaan dengan Kumulatif *ESA* Overload tiap Tahun

Tabel L-8.5 Tabel Nilai Kumulatif *ESA* Overload Selama Umur Rencana dengan i aktual = 25 %

Tahun ke -	Tahun	<i>ESA</i> 1 Tahun (<i>ESA</i> /tahun)	Kumulatif <i>ESA</i> tiap Tahun
1	2016	2988505,523	2988505,523
2	2017	3735631,904	6724137,427
3	2018	4669539,88	11393677,31
4	2019	5836924,85	17230602,16
5	2020	7296156,063	24526758,22
6	2021	9120195,078	33646953,3
7	2022	11400243,85	45047197,15
8	2023	14250304,81	59297501,96
9	2024	17812881,01	77110382,97
10	2025	22266101,27	99376484,23



Gambar L-8.9 Diagram Perbandingan Nilai *CESA* Perencanaan dengan Kumulatif *ESA* Overload tiap Tahun