

**TUGAS AKHIR**  
**DAMPAK LALU LINTAS MUATAN BERLEBIH TERHADAP UMUR**  
**RENCANA JALAN**

**(Studi Kasus Pada Segmen Ruas Jalan Kaliwungu kendal)**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan  
Pendidikan Program Sarjana (S1) Fakultas Teknik Jurusan Teknik  
Sipil Universitas Islam Sultan Agung



**Disusun oleh :**

**RAGIL BAKTI NUGROHO**  
**30.2017.00147**

**WAHYU FAJAR KURNIAWAN**  
**30.2017.00181**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**  
**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**DAMPAK LALU LINTAS MUATAN BERLEBIH TERHADAP  
UMUR RENCANA JALAN  
(STUDI KASUS PADA SEGMENT RUAS JALAN KALIWUNGU)**

Oleh:



**Ragil Bakti Nugroho**  
NIM: 30.2017.00147



**Wahyu Fajar Kurniawan**  
NIM: 30.2017.00181

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 25 November 2021

Tim Penguji

1. Ir.H. Rachmat Mudiyo, M.T.,Ph.D
2. Lisa Fitriyana, ST.,M.Eng

Tanda Tangan

Universitas Islam Sultan Agung  
Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Ketua,

M Rusli Ahyar, S.T.,M.Eng

**BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR**  
No: 05 / A.2 / SA – T / XII / 2021

Pada hari ini tanggal 25/11/2021 berdasarkan surat keputusan rektor Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang perihal penunjukan dosen pembimbing dan asisten dosen pembimbing:

1. Nama : Ir.H. Rachmat Mudiyo, M.T.,Ph.D.  
Jabatan Akademik : Lektor Kepala  
Jabatan : Dosen Pembimbing I
2. Nama : Lisa Fitriyana , ST.,M.Eng  
Jabatan Akademik : Lektor  
Jabatan : Dosen Pembimbing II

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir / Skripsi.

Ragil Bakti Nugroho  
NIM: 30.2017.00147

Wahyu Fajar Kurniawan  
NIM: 30.2017.00181

Judul: Dampak lalu lintas muatan berlebih terhadap umur rencana jalan (Studi kasus pada segmen ruas jalan kaliwungu)

Dengan tahapan sebagai berikut:

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	29 Maret 2021	
2	Proposal	3 April 2021	
3	Pengumpulan data	11 Mei 2021	ACC
4	Analisis data	5 Juni 2021	
5	Penyusunan laporan	9 November 2021	
6	Selesai laporan	25 November 2021	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Pembimbing I



Ir.H. Rachmat Mudiyo, M.T.,Ph.D.

Pembimbing II



Lisa Fitriyana , ST.,M.Eng

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



M Rusli Ahyar , ST.,M.Eng



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Nama : Ragil Bakti Nugroho  
NIM : 30.2017.0017
2. Nama : Wahyu Fajar Kurniawan  
NIM : 30.2017.00181

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Dampak lalu lintas muatan berlebih terhadap umur rencana jalan (Studi kasus pada segmen ruas jalan kaliwungu)”, benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 25/11/2021

Yang membuat pernyataan,



Wahyu Fajar Kurniawan.





## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ragil Bakti Nugroho

NIM : 30.2017.00147

JUDUL SKRIPSI : DAMPAK LALU LINTAS MUATAN BERLEBIH  
TERHADAP UMUR RENCANA JALAN (STUDI KASUS  
PADA SEGMENT RUAS JALAN KALIWUNGU)

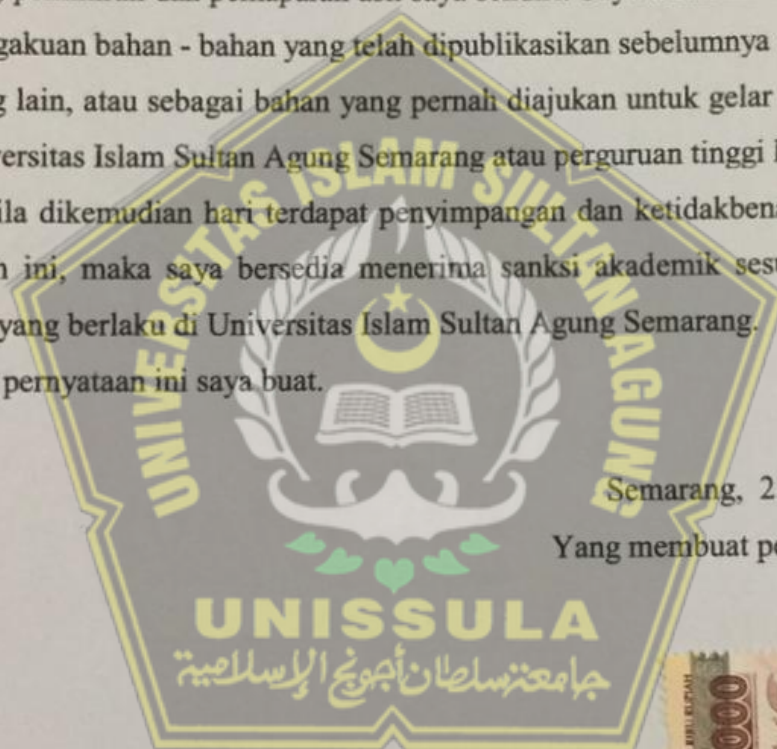
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 25/11/2021

Yang membuat pernyataan,



Ragil Bakti Nugroho

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Fajar Kurniawan

NIM : 30.2017.00181

JUDUL SKRIPSI : DAMPAK LALU LINTAS MUATAN BERLEBIH UMUR  
RENCANA JALAN (STUDI KASUS PADA SEGMENT  
RUAS JALAN KALIWUNGU)

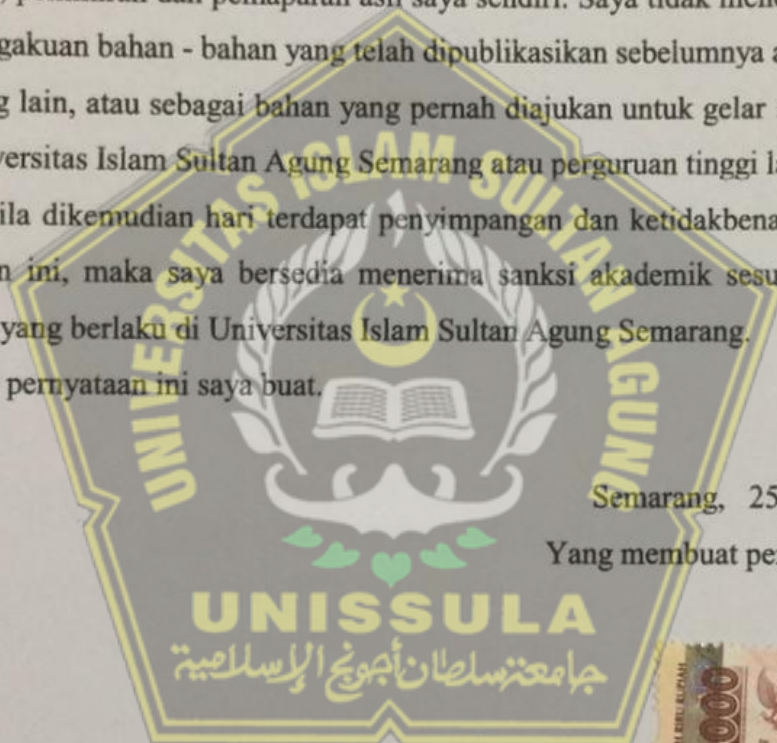
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 25/11/2021

Yang membuat pernyataan,

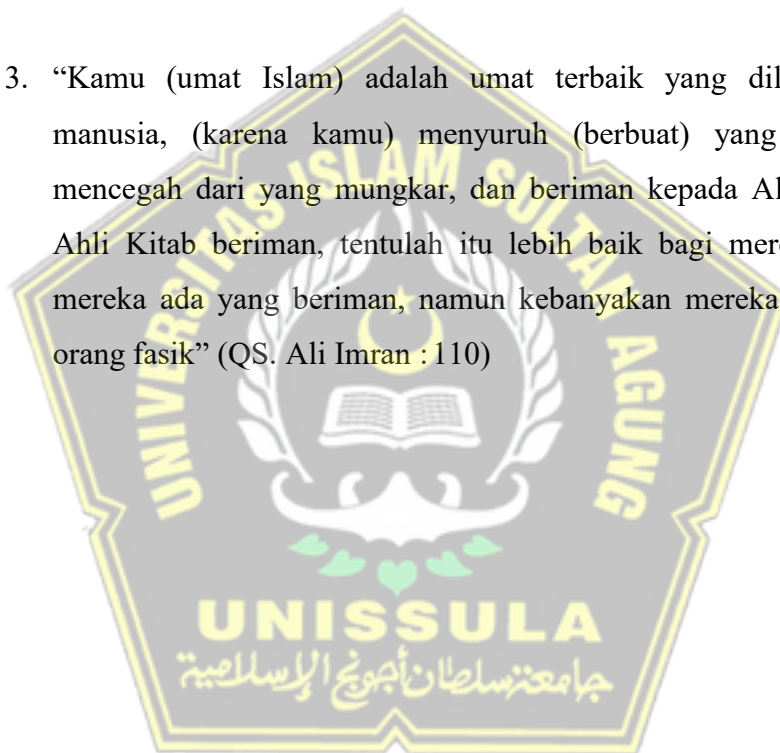


Wahyu Fajar Kurniawan.



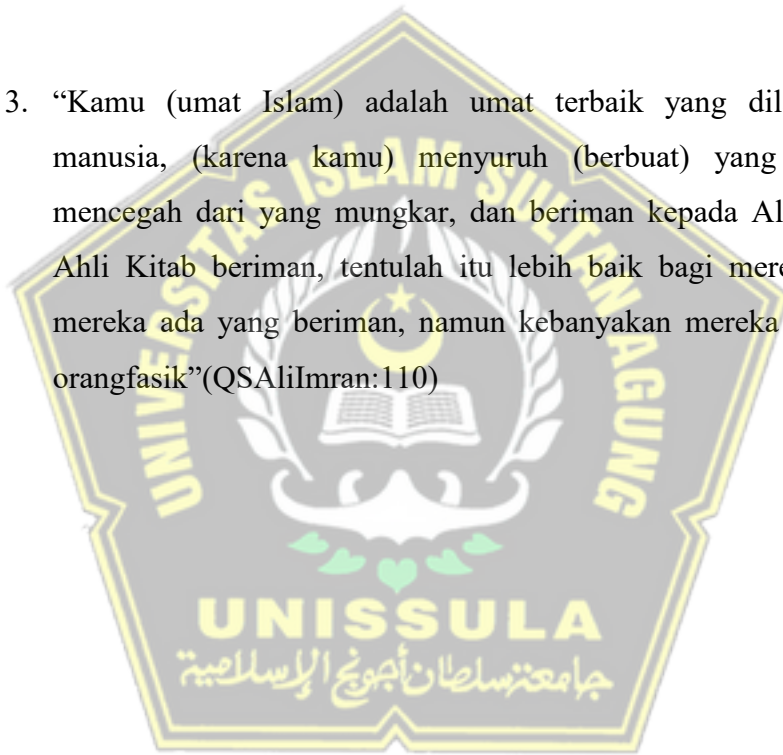
## MOTTO

1. “ Dan sungguh, Kami telah memberikan ilmu kepada Daud dan Sulaiman : dan keduanya berkata, “Segala puji bagi Allah yang melebihkan kami dari banyak hamba – hamba – Nya yang beriman.” (QS. Al Naml : 93)
2. “Allah Ta’ala berfirman : Aku sesuai persangkaan hamba – Ku. Aku bersamanya ketika ia mengingat – Ku.” (HR. Bukhari, No. 6970 dan Muslim,no.2675)
3. “Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik” (QS. Ali Imran : 110)



## MOTTO

1. “ Dan sungguh, Kami telah memberikan ilmu kepada Daud dan Sulaiman : dan keduanya berkata, “Segala puji bagi Allah yang melebihkan kami dari banyak hamba – hamba – Nya yang beriman.” (QS. Al Naml : 93)
2. “Allah Ta’ala berfirman : Aku sesuai persangkaan hamba – Ku. Aku bersamanya ketika ia mengingat – Ku.” (HR. Bukhari, No. 6970 dan Muslim,no.2675)
3. “Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orangfasik”(QSAliImran:110)



## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Ibu Tafrikhah, Bapak Sunarto dan Keluarga  
Terima kasih telah memberikan waktu, tenaga dan materi untuk selama ini, yang senantiasa sabar memberikan masukan serta menanti hingga akhirnya tercapai untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1.
2. Bapak Ir.H. Rachmat Mudiyono , M.T.,Ph.D dan Ibu Lisa Fitriyana , ST.,M.Eng  
Sebagai Dosen Pembimbing terima kasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini dengan sabar dan ikhlas.
3. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA  
Terima kasih telah memberikan pengalaman yang banyak, sebagai dosen/karyawan, sebagai teman untuk berdiskusi, bertukar pengalaman serta pikiran, dan terima kasih karna sudah terlalu banyak merepotkan.
4. Teman – Teman  
Terimakasih kepada Yusia nanda S.T dan seluruh teman-teman retro wahyu fajar kurniawan, oky akbar, dicky khoerul nul , bogi nuhgraha, rizaldhy Habibie f, yang telah memberikan support dalam mengerjakan TUGAS AKHIR ini, dan terimakasih kepada seluruh sahabat member jakwir
5. Kos retro dan Livro  
Terima kasih telah memberikan ruang untuk berdiskusi, ruang lembur, serta memberikan asupan gizi untuk lancarnya pikiran selama mengerjakan dan berdiskusi perihal tugas akhir.
6. Terima kasih untuk semua teman, saudara, serta orang yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga terselenggara dan tercapainya penelitian sampai laporan selesai.

**Ragil Bakti Nugroho.**

**NIM: 30.2017.00147**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Ibu Jurahti dan Bapak Sabari Keluarga

Terima kasih telah memberikan waktu, tenaga dan materi untuk selama ini, yang senantiasa sabar memberikan masukan serta menanti hingga akhirnya tercapai untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1.

2. Bapak Ir.H. Rachmat Mudyono dan Ibu Lisa Fitriyana , ST.,M.Eng

Sebagai Dosen Pembimbing terima kasih atas waktu serta masukan selama berdiskusi hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini dengan sabar dan ikhlas.

3. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA

Terima kasih telah memberikan pengalaman yang banyak, sebagai dosen/karyawan, sebagai teman untuk berdiskusi, bertukar pengalaman serta pikiran, dan terima kasih karna sudah terlalu banyak merepotkan.

4. Teman – Teman

Terima kasih kepada, Yusia nanda S.T, Ragil Bakti Nugroho, Dicky Khoirul nul Faqih , Okky Nurrohim Akbar,Bogi Nugraha,Ahmad Addin Tangguh Surya Putra sebagai teman, adik tingkat, partner tugas akhir yang telah membantu dan bersedia direpotkan.

5. Kos retro dan Livro

Terima kasih telah memberikan ruang untuk berdiskusi, ruang lembur, serta memberikan asupan gizi untuk lancarnya pikiran selama mengerjakan dan berdiskusi perihal tugas akhir.

**Wahyu Fajar Kurniawan.**

**NIM: 30.2017.00181**



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Dampak lalu lintas muatan berlebih terhadap umur rencana jalan (Studi kasus pada segmen ruas jalan kaliwungu)” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak M. Rusli Ahyar , S.T., M.Eng selaku ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
2. Bapak Ir.H. Rachmt Mudiyono , M.T.,Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Lisa Fitriyana , ST.,M.Eng selaku dosen Pembimbing II yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Seluruh Karyawan Fakultas Teknik UNISSULA yang telah banyak membantu selama menempuh pendidikan strata – 1.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, November 2021

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Konsep Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan.....	5
2.2 Bagian Lapisan Perkerasan Jalan.....	6
2.2.1 Lapisan Dasar ( <i>subgrade</i> ).....	6
2.2.2 Lapisan Pondasi Bawah ( <i>Subbase Course</i> ).....	7
2.2.3 Lapisan Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> ).....	7
2.2.4 Lapisan Permukaan ( <i>surface Course</i> ).....	8
2.3 Kondisi Perkerasan.....	8
2.3.1 Macam – macam Kerusakan Perkerasan Fleksibel.....	9
2.3.1.1 Retak ( <i>cracking</i> ).....	9
2.3.1.2 Distorsi ( <i>Distortion</i> ).....	11
2.3.1.3 Pengausan ( <i>polished Aggregate</i> ).....	12
2.3.1.4 Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas ( <i>utility cut depression</i> ).....	12
2.3.2 Umur Rencana.....	13
2.3.3 Sisa Umur ( <i>Remaining Life</i> ).....	13
2.4 Lalu Lintas.....	14
2.4.1 Volume Lalu Lintas.....	14
2.4.2 Pertumbuhan Lalu Lintas.....	15
2.4.3 Beban Berlebih.....	15
2.5 Metode AASTHO.....	16
BAB III METODOLOGI.....	17

3.1 Bagan Alir Metodologi.....	17
3.2 Tahap dan Prosedur Penelitian.....	18
3.2.1 Perumusan Masalah.....	18
3.2.2 Pengumpulan Data.....	18
3.2.3 Perhitungan dan Analisis.....	18
3.2.4 Metode Analisa Data.....	18
3.3.4.1 Langkah – langkah mencari nilai sisa umur perkerasan.....	19
3.3.5. kesimpulan.....	19
BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN.....	20
4.1 Data Kondisi Perkerasan Jalan.....	20
4.1.1 Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ).....	20
4.1.2 Lapisan Pondasi Bawah ( <i>Subbase Course</i> ).....	20
4.1.3 Lapisan Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> ).....	20
4.1.4 Lapisan Permukaan ( <i>Surface Course</i> ).....	20
4.2 Data Lalu Lintas.....	21
4.2.1 Data volume lalu lintas.....	21
4.2.2 Data pertumbuhan lalu lintas.....	21
4.3 Menghitung Angka Ekuivalen Kendaraan atau Vehicle Damage Faktor (VDF).....	22
4.3.1 Menghitung Pertumbuhan Kendaraan setiap Golongan 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b,7c.....	22
4.3.2 Menghitung Angka Ekuivalen (E).....	26
4.3.3 Menghitung Nilai $W_{18}$ .....	28
4.4 Pembahasan Presentase Peningkatan VDF Kumulatif Akibat Muatan Berlebih dan Umur Rencana Jalan Berdasarkan Analisa Kumulatif ESAL.....	52
4.4.1 Menghitung Sisa Umur Perkerasan ( <i>Remaining Life</i> ).....	52
4.4.2 Menghitung Nilai Truk Faktor.....	53
4.4.3 Menghitung perbandingan perkerasan Sisa Umur Perkerasan.....	55
BAB V PENUTUP.....	58
5.1 KESIMPULAN.....	58
5.2 SARAN.....	58



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Golongan dan Kelompok Jenis Kendaraan.....	17
Tabel 4.1 LHR (Lalulintas Harian Rata-rata) 2019-2020.....	25
Tabel 4.2 LHR 2019-2020.....	26
Tabel 4.3 Rekapitulasi Pertumbuhan Kendaraan Tahun 2019-2029.....	28
Tabel 4.4 Sumbu Muatan Berlebih.....	29
Table 4.6 Faktor Ekuivalen beban gandar (Nilai equivalency didapatkan dari AASTHO 1993 ).....	32
Table 4.5 Konfigurasi Beban untuk 8.16 Ton ESAL.....	33
Tabel 4.6 Nilai $W_{18}$ .....	33
Tabel 4.7 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2019.....	34
Tabel 4.8 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2020.....	35
Tabel 4.9 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2021.....	36
Tabel 4.10 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2022.....	37
Tabel 4.11 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2023.....	38
Tabel 4.12 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2024.....	39
Tabel 4.13 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2024.....	40



Tabel 4.14 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2025.....	41
Tabel 4.15 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2026.....	42
Tabel 4.16 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2027.....	43
Tabel 4.17 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2028.....	44
Tabel 4.18 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2029.....	45
Tabel 4.19 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2019.....	46
Tabel 4.20 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2020.....	47
Tabel 4.21 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2021.....	48
Tabel 4.22 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2022.....	49
Tabel 4.23 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2023.....	50
Tabel 4.24 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2024.....	51
Tabel 4.25 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2025.....	52
Tabel 4.26 Tabel untuk menghitung aplikasi 8,16 ton (ESAL) overload tahun 2026.....	53
Tabel 4.27 overload tahun 2027.....	54

Tabel 4.28 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2028.....	55
Tabel 4.29 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2029.....	56
Tabel 4.30 Nilai ESAL Kumulatif Rencana.....	57
Tabel 4.31 Nilai ESAL Kumulatif Overload.....	58
Tabel 4.32 Nilai Vehicle Damage Factor (VDF) Overload.....	58
Tabel 4.33 Nilai Truk Faktor Keadaan Normal.....	59
Tabel 4.34 Nilai Truck Faktor Keadaan Overload.....	60
Tabel 4.35 Perbandingan Nilai Remaining Life Rencana dengan Nilai Remaining Life Overload.....	61



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penyebaran Beban Roda.....	8
Gambar 2. 2 Struktur Jalan.....	9
Gambar 4.1 lapisan beton kurus eksisting.....	24
Gambar 4.1 Grafik Data Volume LHR tahun 2019 dan 2020.....	27
Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas.....	29
Gambar 5a (bus kecil) (6 ton).....	31
Gambar 4.7 Konfigurasi Beban untuk 8.16 Ton ESAL.....	33



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$P_0$	Beban terbagi rata
$P_1$	Lapisan permukaan
$W_{18}$	Akhir umur rencana
$D_D$	Faktor distribusi arah
$D_L$	Faktor distribusi lajur
$LHR_p$	LHR tahun p ( pada tahun yang direncanakan )
$LHR_0$	LHR o ( pada tahun yang diketahui )
KN	kilo newton
$f_c'$	Perhitungan kuat tekan beton
n	Tahun
LHR	lalu lintas harian
Gol. 5a	Bus Kecil
Gol 5b	Bus besar
Gol 6a	Truck 2 sumbu ringan
Gol 6b	Truck 2 sumbu berat
Gol 7a	Truck 3 sumbu
Gol 7b	Truck gandeng
Gol 7c	Truck semi trailer
$D_D$	Faktor distribusi arah
$D_L$	Faktor distribusi lajur



TF	Truck factor
E	Ekivalen
RL	Remaining life
<i>i</i>	Faktor pertumbuhan
MST	Muatan sumbu terberat
NP	Nilai komulatif overload 2026
$N_{1,5}$	Kumulatif nilai rencana tahun akhir



**Singkatan :**

Overloading = beban berlebih

ESAL = Equivalent Single Axle Load

AASHTO 1993 = American Association of State Highway and Transport Officials.

CBR = California Bearing Ratio

ACBC = Asphalt Concrete Based Course

ACWC = Asphalt Concrete Wearing Course

UR = Umur Rencana

LHR = Lalulintas Harian Rata-rata

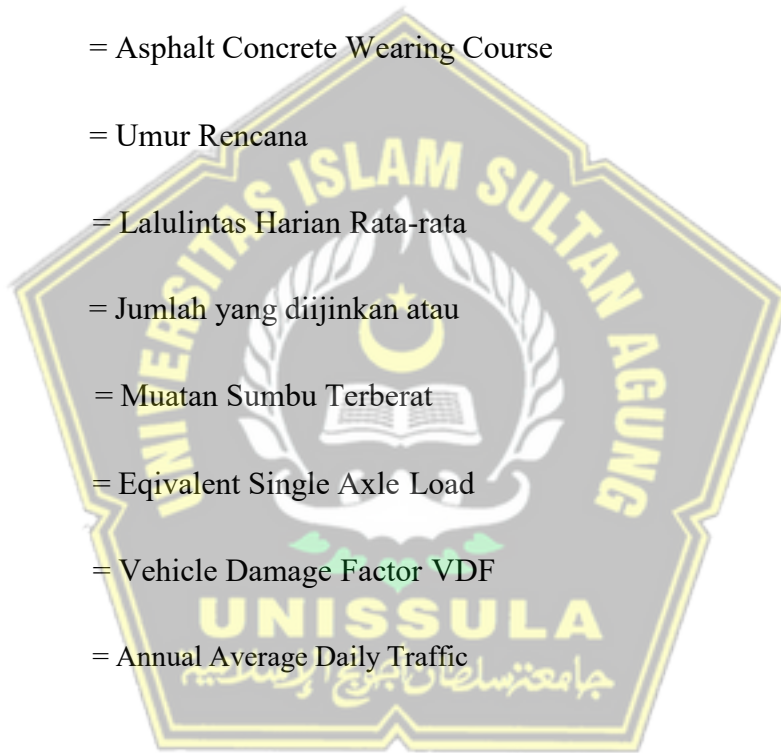
JBI = Jumlah yang diijinkan atau

MST = Muatan Sumbu Terberat

ESAL = Equivalent Single Axle Load

VDF = Vehicle Damage Factor VDF

AADT = Annual Average Daily Traffic



**DAMPAK LALU LINTAS MUATAN BERLEBIH TERHADAP UMUR  
RENCANA JALAN  
(Studi Kasus Pada Segmen Ruas Jalan Kaliwungu Kendal)**

Oleh :

Ragil Bakti Nugroho<sup>3)</sup>, Wahyu Fajar Kurniawan<sup>4)</sup>, Ir.H. Rachmat Mudiyo, MT.,Ph.D<sup>1)</sup> Lisa Fitriyana, ST.,M.Eng<sup>2)</sup>

**ABSTRAK**

*Jalan Kaliwungu Kendal adalah jalan kelas II merupakan jalan alteri, kolektor, local, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor, mobil pribadi dan kendaraan truck besar dengan muatan sumbu terberat 8 ton. Pada jalan ini hampir menggunakan tanah timbunan, dengan material batu pecah sebagai base course dan aspal beton sebagai lapisan permukaannya, yang didesain dengan umur rencana 10 tahunan. Jalan kaliwungu kendal sering mengalami kerusakan karna jalan tersebut di lewati oleh kendaraan bermuatan berlebih dan pada penelitian ini untuk mengetahui dampak beban kendaraan berlebih (overload) terhadap umur rencana perkerasan jalan, sehingga dampak kelebihan muatan terhadap umur rencana jalan dapat di ketahui.*

*Terlepas dari mutu bahan dan pelaksanaan pekerjaan yang belum memenuhi syarat, dalam tugas akhir ini menganalisa besarnya Equivalent Damage Factor (EDF) actual dengan menggunakan data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), data perkerasan dan data CBR, pada Akses Jalan Kaliwungu Kendal. Dari analisa perhitungan dengan metode AASTHO 1993 dan Binamarga tersebut didapat tebal perkerasan tambahan (overlay) yang harus ditambahkan pada umur jalan 10 tahunan.*

*Berdasarkan analisis perhitungan pada tugas akhir ini diketahui bahwa pengaruh paling besar atas kerusakan disebabkan oleh jenis kendaraan truck besar 1,2H, sehingga harus dilakukanya penambahan perkerasan jalan (overlay), dimana overlay yang diperlukan sebesar 22,88 % agar mencapai umur rencana 10 tahun. Dan dapat disimpulkan jalan akses ini tidak dapat memenuhi umur rencana sebesar 10 tahunan.*

**Kata Kunci :** *perkerasan Kaku, Umur Rencana , Equivalent Damage Factor (EDF)*

- 1 Dosen pembimbing Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil*
- 2 Dosen pembimbing Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil*
- 3 Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNISSULA*
- 4 Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNISSULA*

# IMPACT OF OVERLOAD TRAFFIC ON THE LIFE OF THE ROAD PLAN (Case Study on the Kaliwungu Kendal Road Segment)

By :

Ragil Bakti Nugroho<sup>3)</sup>, Wahyu Fajar Kurniawan<sup>4)</sup>, Ir.H. Rachmat Mudiyono, MT.,Ph.D<sup>1)</sup>, Lisa Fitriyana, ST.,M.Eng<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

*Kaliwungu Kendal road access is a class II road, which is an alternative, collector, local and environmental road that can be passed by motorized vehicles with a width exceeding 2,500 mm, a length not exceeding 12,000 mm, a maximum size of 4200 mm and a heaviest axis of 8 tons. In this road, the entire road is located on embankment, with stone material as the base and asphalt as the surface, which is designed with a design life plan of 10 years.*

*Sheetal of the quality of the materials and the implementation of the work that does not meet the requirements, in this final project analyzes the actual Equivalent Damage Factor (EDF) using Average Daily Traffic (LHR) data on the Kaliwungu Kendal Access Road. From the calculation analysis using this method, it is found that additional pavement thickness (overlay) must be added to the 10-year road age.*

*Based on the analysis in this final project, it is known that the biggest influence on the damage caused by the type of large truck is 1.2H, so it must be done with additional road pavement (overlay). And it can be said that this access road cannot meet the 22,88 % plan life. And if you want to be able to meet the planned life.*

**Keywords:** Rigid Pavement, Design Life, EDF

1. *Supervisor of the Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, UNISSULA.*
2. *Supervisor of the Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, UNISSULA.*
3. *Students of the Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, UNISSULA.*
4. *Students of the Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, UNISSULA.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kecamatan kota Kendal merupakan salah satu dari 20 kecamatan yang ada kabupaten Kendal provinsi Jawa Tengah, dengan Wilayah sebelah utara berbatasan dengan laut jawa, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Brangsong dan Kaliwungu Kota Kendal terletak pada 109°54-7'41 lintang selatan dan 109°59-110°18 bujur timur dengan ketinggian tanah 0 sampai 4 m atas permukaan laut.

Kota Kendal adalah sebuah Kabupaten di Provinsi Jawa Tengah. Ibu kotanya adalah Kota Kendal dan masuk di wilayah Metropolitan. Dulu Kota Kendal dilintasi oleh rel kereta api dan di tutup pada tahun 1970 karena krisis transportasi, Kota tersebut dilewati pantura dan tidak memiliki terminal, fasilitas di kota tersebut memiliki rumah sakit , pasar,swalayan dll. Kota ini sebagai pusat adminitrasi Kabupaten Kendal.

Jalan Kaliwungu Kendal merupakan jalan kelas II merupakan jalan alteri,kolektor,lokal, dan lingkungan yang digunakan oleh kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tinggi melebihi 2.500 mm ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm atau ukuran paling tinggi 4200 mm dan muatan sumbu terberat 8 ton.

Volume kendaran bermotor yang melintasi wilayah Kabupaten Kendal pada hari minggu cukup baik melintasi pantura Kendal, mengalami penurunan di bandingkan hari-hari lain,penurunan volume kendaraan yang melintas tersebut membuat sejumlah ruas jalan pantura dan exit tol weleri tampak lancar, bahkan tak tampak antrian kendaraan di sekitar exit tol weleri. Penurunan volume kendraan yang melintasi Kabupaten Kendal yang di rasakan oleh lembaga milik pemerintahan.

Masalah transportasi yang di alami oleh Kota Kendal ini memberikan cerminan bahwa kota tersebut memiliki tingkat mobilitas pergerakan yang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Oleh karena itu di perlukan perencanaan kontruksi jalan yang optimal dan memenuhi syarat – syarat teknis menurut fungsi, volume



maupun sifat lalu lintas sehingga pembangunan tersebut dapat di gunakan maksimal bagi perkembangan daerah sekitar. Pada umumnya jalan akan mengalami penurunan kualitas strukturnya sesuai bertambahnya usia jalan, apalagi jika dilalui kendaraan yang bermuatan berat dan cenderung melebihi kapasitas. Jalan raya pada saat ini lebih sering mengalami kerusakan dalam waktu relatif pendek (kerusakan dini) baik jalan yang baru maupun jalan yang baru diperbaiki (*overlay*). Dari beberapa hasil penelitian yang telah dilaksanakan, penyebab utama pada kerusakan jalan yaitu kualitas pelaksanaan, drainase, dan dari beban kendaraan yang melebihi kapasitas (*overloading*). Hal tersebut terlihat pada ruas – ruas jalan Kota Kendal, salah satunya adalah ruas Jalan Timur Kaliwungu.

Secara definisi beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar kendaraan melebihi beban standar yang di gunakan asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai, atau sering di sebut dengan kerusakan dini. Sedangkan umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan *Equivalent Axle Load (ESAL)* yang dapat dilayani jalan sebelum terjadi kerusakan structural pada lapisan pekerasan yang diakibatkan oleh beban berlebih, maka di gunakan metode *AASHTO 1993*.

Pada ruas jalan timur kaliwungu segmen jalan depan pasar pagi kaliwungu sering terjadi kerusakan pada badan jalan di sebabkan oleh pelaksanaan jalan yang didesain dengan kualitas dibawah standar dan di sebabkan juga oleh kendaraan dengan muatan berlebihan (*overloading*). Dampak nyata dari dua penyebab tersebut adalah kerusakan badan jalan sebelum umur teknis perencanaan terpenuhi. Dampak buruk lain yang di sebabkan oleh kendaraan bermuatan berlebih (*overloading*) adalah berkurangnya tingkat keselamatan berkendara, kemacetan dan kerusakan suku cadang kendaraan yang lebih cepat. Kerusakan perkerasan jalan yang terjadi merupakan gabungan dari beberapa factor yang saling berkaitan. Oleh karena itu penulis ingin melakukan analisa tentang pengaruh beban berlebih terhadap umur rencana jalan (studi kasus Ruas Jalan Timur Kaliwungu ).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat di ambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh beban (*overloading*) terhadap umur rencana jalan.
2. Berapa persentase muatan normal dan muatan berlebih terhadap Umur Rencana sumbu kendaraan yang melewati ruas jalan Timur kaliwungu.

## 1.3 Batasan Masalah

Agar peneltiian dapat terarah dan tidak meluas, maka pada penelitian ini di batasi dengan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penelitian hanya di lakukan pada ruas jalan timur kaliwungu (segmen jalan depan pasar pagi kaliwungu sampai dengan penyebrangan Rel KA).
2. Tidak membahas tentang pengaruh lain terhadap kerusakan jalan dan hubungan dengan umur rencana jalan, seperti pengaruh temperature, kecepatan angin, korosi, dan pelaksanaan yang mungkin kurang baik.
3. Tidak membahas tentang jembatan timbang kendaraan untuk truk bermuatan, dikarenakan data yang terbatas.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis dampak beban kendaraan berlebih (*overloading*) terhadap umur rencana perkerasan jalan, sehingga dampak kelebihan muatan terhadap umur rencana jalan dapat di ketahui.
2. Mengetahui perlakuan khusus agar Jalan kaliwungu sesuai dengan umur rencana.

### 1.4.2 Manfaat

Manfaat yang dapat di peroleh dari penelitian jalan timur kaliwungu yaitu segmen jalan depan pasar pagi kaliwungu sampai penyebrangan Rel KA, antara lain :

1. Menambah pengetahuan dan pemahaman di bidang Teknik Sipil, khususnya tentang pengaruh kelebihan beban terhadap umur rencana jalan.

2. Dapat mengetahui solusi penyelesaian masalah umur rencana akses jalan.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini di sajikan dengan rincian sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang masalah batasan masalah, tujuan dan manfaat sistematika penelitian dan penulisan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi landasan teori dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terkait dengan topik penelitian dan latar belakang teori pendukung untuk penelitian yang dilakukan.

### **BAB III : METOLOGI PENELITIAN**

Deskripsi metode penelitian, prosedur penelitian, alat penelitian dan bagan alur penelitian.

### **BAB IV : PENGOLAHAN DAN PENYAJIAN DATA**

Menampilkan data survey yang berbeda dan menjelaskan pengolahan data survey sebelum memasuki tahap analisis data.

### **BAB V : PENUTUP**

Memberikan kesimpulan dan rekomendasi berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Konsep Dasar Perencanaan Perkerasan Jalan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan – lapisan yang di letakan di atas tanah dasar yang telah didapatkan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya. Beban kendaraan dilimpahkan ke pekerasan jalan melalui bidang kotak roda berupa beban terbagi rata  $P_0$ . Beban tersebut di terima oleh lapisan permukaan dan disebar luaskan ke tanah dasar menjadi  $P_1$  yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar. Seperti yang terlihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Penyebaran Beban Roda

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, Dept. Pekerjaan Umum, 1987)

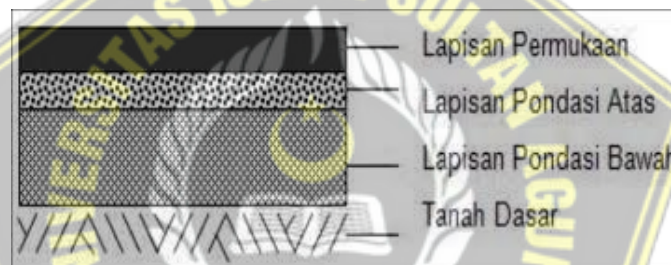
Prinsip perencanaan perkerasan jalan adalah menggunakan prinsip beban berulang (repetisi beban), yaitu beban rencana yang digunakan untuk menentukan tebal pekerasan jalan tidak berdasarkan pada beban terbesar yang lewat (*ultimate load*) akan tetapi berdasarkan pada akumulasi beban-beban yang direncanakan akan melewati ruas jalan tersebut.

Prinsip kelelahan bahan (*fatigue*), yang merupakan campuran aspal dan agregat rusak secara permanen akibat beban desain telah melampaui batas kelelahan bahan

campuran tersebut, sehingga pada tahap ini umur perkerasan sudah terlampaui. Pencapaian batas strain retak (lemah/putus) umumnya tergantung pada dua factor, yaitu jumlah pengulangan beban dan besarnya beban yang bertulang. Artinya semakin banyak beban yang lewat, maka kelelahan akan semakin cepat terjadi. Apalagi jika beban berulang yang beratnya lebih besar, maka akan semakin dipercepat proses kelelahanya bahan tersebut.

## 2.2 Bagian Lapisan Perkerasan Jalan

Konstruksi jalan terdiri dari tanah dan perkerasan jalan. Penetapan besaran-besaran tanah dasar dan material yang akan menjadi bagian konstruksi perkerasan harus didasarkan pada evaluasi hasil survey dan penyelidikan laboratorium. Bagian perkerasan jalan umum meliputi lapisan pondasi bawah (*subbase course*)



Gambar 2. 2 Struktur Jalan

(Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya

Dengan Metode Analisa Komponen, Dept. Pekerjaan Umum, 1987)

### 2.2.1 Lapisan Dasar (*subgrade*)

*Subgrade* merupakan lapisan tanah dasar dari suatu perkerasan jalan, dapat berupa tanah asli (*Original Soil*) atau tanah timbunan yang dipilih. Peranan *subgrade* pada konstruksi jalan sangat penting karena merupakan dasar yang menentukan kualitas dan kemampuan daya dukung dari jalan tersebut, bilamana kualitas atau kondisi subgrade yang memiliki daya dukung yang rendah misalnya jenis tanah gambut yang umumnya dapat mengakibatkan penurunan pada badan jalan. Oleh karena itu, ketika merencanakan pembangunan jalan, disarankan melakukan survey tanah



(*investigation soil*) terlebih dahulu, hal ini memungkinkan untuk mengetahui kapasitas daya dukung dari tanah dasarnya berdasarkan hasil CBR (*California Bearing Ratio*)

### **2.2.2 Lapisan Pondasi Bawah ( *Subbase Course* )**

Lapisan Pondasi Bawah ( *Subbase Course* ), merupakan lapisan kedua setelah tanah dasar, yang merupakan lapisan kedua antara lapisan subgrade dan lapisan pondasi atas ( *Base Course* ) yang berfungsi sebagai penerus beban dari lapisan atasnya. Lapisan *subbase* terdiri atas agregat halus, bahan pengisi dan agregat kasar sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan oleh Standar perencanaan lapisan subbase berdasarkan nilai CBR nya. Pemasangan pada lapisan *subbase* harus baik karena jika tidak maka pori-pori antara agregat yang tidak maksimal memungkinkan gerusan air yang besar masuk ke dalam lapisan *subgrade* yang menyebabkan kerusakan tanah dasar. Ketebalan lapisan *subbase* berkisar antara 10 cm sesuai perencanaan desain.

### **2.2.3 Lapisan Pondasi Atas ( *Base Course* )**

Lapisan Pondasi Atas ( *Base Course* ), adalah lapisan ketiga dari subgrade yang berada di antara lapisan *subbase course* dan *surface course*, Lapisan pondasi atas berfungsi sebagai penerus beban kendaraan dari lapisan permukaan, material yang digunakan pada lapisan pondasi atas harus dengan standar dan spesifikasi yang ditentukan karena pada lapisan ini konsentrasi beban dari permukaan sangat besar sesuai dengan table yang direncanakan biasanya memiliki ketebalan berkisar antara 10 cm, sehingga jika kualitas dan proses pemasangan dari lapisan pondasi atas tidak maksimal maka akan terjadi lendutan (*bending*) yang merusak lapisan di bawahnya. Pada lapisan pondasi atas biasanya diberi campuran perekat sebelum lapisan permukaan yang biasanya disebut *Primer Coat* dengan menggunakan alat *Asphalt Sprayer*.

#### 2.2.4 Lapisan Permukaan ( *surface Course* )

Lapisan Permukaan ( *Surface Course* ), adalah lapisan atas konstruksi jalan yang berhubungan langsung dengan beban kendaraan yang melewati permukaan dan bersifat kedap air atau porous. Lapisan permukaan pada jenis perkerasan lentur terdiri atas *Asphalt Concrete Based Course (ACBC)* dan *Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC)* dengan ketebalan tertentu, pada lapisan ACWC merupakan lapisan aus dan lebih halus permukaannya. Ketebalan ACBC biasanya kisaran kurang lebih 10 cm dan ACWC kisaran 5 cm, sedangkan perekat antar lapisan ACBC dan ACWC disebut *Track Coat*.

### 2.3 Kondisi Perkerasan

Pada dasarnya, setiap struktur perkerasan akan mengalami proses kerusakan secara bertahap sejak jalan pertama kali dibuka untuk lalu lintas umum. Perlu diperhatikan bahwa beban yang ditimbulkan oleh kendaraan ringan (kendaraan pribadi) tidak berkontribusi pada proses penghancuran tersebut (Pengantar Rekayasa Jalan, ITB,3001).

Secara umum jenis kerusakan perkerasan jalan dibagi menjadi (Youder dan Witczak, 1975) :

1. Kerusakan struktur meliputi runtuhnya seluruh struktur perkerasan atau rusaknya salah satu atau beberapa komponen lapisan perkerasan, sehingga menerima beban dari kendaraan di atasnya.
2. Kerusakan fungsi, yaitu kerusakan pada perkerasan jalan yang mengakibatkan berkurangnya kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Tingkat kerusakan ini sangat bergantung pada kekasaran permukaan tersebut.

Kegagalan fungsional bisa di perbaiki dengan metode pemeliharaan sebaliknya kegagalan struktur butuh diperbaiki dengan membangun ulang perkerasan tersebut.

### 2.3.1 Macam – macam Kerusakan Perkerasan Fleksibel

Dari berbagai jenis-jenis kerusakan jalan yang di sebabkan oleh kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*) yang menyebabkan berturunnya umur rencana perkerasan jalan, diantaranya kerusakan tersebut adalah (Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomor 03/MN/B/1983,Bina Marga):

1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distortion*)
3. Cacat permukaan (*disintegration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)
5. Kegemukan (*bleeding atau flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas

#### 2.3.1.1 Retak (*cracking*)

- a. Retak halus atau retak garis (*hair cracking*), penggunaan bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar dan bagian perkerasan dibawah ini lapisan permukaan yang kurang stabil dapat menyebabkan retak halus atau garis (*hair cracking*) dengan lebar 3 mm. Retak halus jika tidak ditangani sebagai mestinya dapat menjadi retak kulit buaya.
- b. Retak kulit buaya (*alligator crack*), penggunaan bahan perkerasan yang kurang baik, bagian perkerasan dibawah lapis permukaan yang kurang stabil, pelapukan pada permukaan tanah dasar,dan bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air ( air tanah naik) merupakan penyebab terjadinya retak kulit buaya sehingga membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3mm. Penyebab terjadinya lubang karena letak kulit buaya yang

tidak diperbaiki sehingga diserap oleh air dan seiring berjalannya waktu akan terlepas butir-butirannya.

- c. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*) yaitu drainase yang kurang baik dari dasar bahu jalan menyebabkan terjadinya settlemen dibawah wilayah tersebut, selain itu akar tumbuhan yang hidup di tepi perkerasan dapat juga menjadi penyebab retak pinggir. Pada retakan air akan menyerap yang bias mengganggu susunan lapisan permukaan. Retak sambungan bahu perkerasan merupakan retakan panjang yang biasa ada pada sambungan bahu jalur dengan perkerasan. .
- d. Retak sambungan jalan (*lane joint crack*), Ikatan sambungan pada kedua jalur yang kurang baik menjadi penyebab terjadinya retak panjang pada sambungan dua lajur lalu lintas.
- e. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening crack*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan jalan lama dengan perkerasan pelebaran. Penyebabnya ialah perbedaan daya dukung di bawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama atau dapat juga disebabkan oleh ikatan sambungan tidak baik.
- f. Retak refleksi (*reflection crack*) yaitu retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak di perbaiki secara baik sebelum perkerasan *overlay* dilakukan.

- g. Retak susut (*shrinkage cracks*) yaitu retak yang saling bersambungan membentuk kotak kotak besar dengan sudut tajam. Penyebabnya ialah perubahan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.
- h. Retak selip (*slippage crack*) yaitu retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Penyebabnya adalah kurang baiknya ikatan antara lapisan permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air, atau benda nonadhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya tack coat sebagai bahan pengikat di antara kedua lapisan.

#### 2.3.1.2 Distorsi (*Distortion*)

Distorsi adalah merupakan tanah dasar yang lemah dan pemadatan pada lapis pondasi yang kurang optimal dapat menyebabkan perubahan bentuk pada perkerasan jalan aspal sehingga terjadi tambahan pemadatan karena beban dalam lalu lintas. Macam-macam distorsi sebagai berikut:

- a. Alur (*rust*), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Penyebabnya adalah lapis perkerasan yang kurang, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapis permukaan yang sesuai.
- b. Keriting (*corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Penyebabnya adalah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyaknya mempergunakan agregat halus, agregatnya berbentuk bulat dan berpermukaan licin, atau aspal yang



digunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas di buka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair.

- c. Sungkur (*shoving*), deformasi plastis yang terjadi setempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam.
- d. Amblas (*grade depressions*), terjadi setempat dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air tergenang. Air terdepat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlement.
- e. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya, atau terlalu tipisnya permukaan perbaikan dilakukan dengan cara diratakan kemudian dipadatkan dengan lapisan baru.

#### **2.3.1.3 Pengausan (polished Aggregate)**

Pengausan menyebabkan permukaan jalan licin yang membahayakan kendaraan. Penyebabnya adalah karena aggregate berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau aggregate yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical.

#### **2.3.1.4 Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas (*utility cut depression*)**

Penurunan lapisan perkerasan ini terjadi akibat pemadatan yang tidak memenuhi syarat akibat pemadatan

yang tidak memenuhi syarat telah dilakukannya penanaman utilitas. Perbaikan dilakukan dengan membongkar kembali dan mengganti dengan lapisan yang sesuai.

### 2.3.2 Umur Rencana

Umur Rencana (UR) adalah waktu yang ditentukan dari jalan mulai dibuka atau mulai digunakan sampai jalan perlu dilakukan perbaikan (*overlay*). Dalam perencanaan jalan, umumnya UR yang digunakan adalah 10 tahun. Umur Rencana (UR) yang akan digunakan dalam traffic design disesuaikan dengan jenis atau fungsi jalan. Untuk menghitung kumulatif lalu lintas selama umur rencana dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$W_{18} = \sum V \times D \times W_{18} \times 365 \dots\dots\dots \text{Pers 2.1}$$

Dimana :

$V$  = Lalu Lintas Harian Rata-Rata

$D$  = Vehicle Damage Factor

$W_{18}$  = Pengulangan beban lalu lintas hingga umur rencana (UR)

$F_{18}$  = Faktor distribusi arah

$F_{L}$  = Faktor distribusi lajur

### 2.3.3 Sisa Umur (*Remaining Life*)

Sisa umur perkerasan jalan (*remaining life*) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar sisa umur rencana jalan yang di akibatkan oleh beban berlebih dengan membandingkan dengan umur rencana jalan dalam keadaan normal. *Remaining life* dihitung menggunakan metode AASHTO dengan persamaan :

$$RL = 100 \left[ 1 - \left( \frac{ESAL_{2026}}{ESAL_{2029}} \right)^{1.5} \right] \dots\dots\dots \text{Pers 2.2}$$

Dimana :

RL = Remaining Life (Sisa Umur)

$ESAL_{2026}$  = Nilai kumulatif ESAL overload thn. 2026

$ESAL_{2029}$  = Nilai kumulatif ESAL rencana thn. 2029 (tahun terakhir rencana)























Persamaan 2.2 diatas digunakan untuk menghitung nilai sisa umur atau Remaining Life (RL).

## 2.4 Lalu Lintas

### 2.4.1 Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu tahunan waktu. Jenis kendaraan yang digunakan pada perhitungan volume lalu lintas meliputi beberapa jenis kendaraan, yaitu kendaraan golongan 5A, 5B, 6A, 6B, 7A, 7B, 7C dimana penjelasan dari masing-masing kendaraan dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Golongan dan Kelompok Jenis Kendaraan

Golongan	Kelompok jenis kendaraan	Jenis kendaraan	Konfigurasi sumbu	Kode
1	Sepeda motor, kendaraan roda-3			
2	Sedan, jeep, station wagon			1.1
3	Angkutan penumpang sedang			1.1
4	Pick up, micro truk dan mobil hantaran			1.1
5a	Bus kecil			1.1
5b	Bus besar			1.2
6a	Truk ringan 2 sumbu			1.1
6b	Truk sedang 2 sumbu			1.2
7a	Truk 3 sumbu			1.2.2
7b	Truk gandengan			1.2.2 - 2.2
7c	Truk semitrailer			1.2.2.2.2
8	Kendaraan tidak bermotor			

(Sumber: Pd. T-19-2004-B)

#### 2.4.2 Pertumbuhan Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan, dan lain-lain. Pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen. Pertumbuhan lalu lintas dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$i = \left[ \frac{LHR_p}{LHR_o} \right] 100\% \dots \dots \dots \text{Pers 2.2}$$

Dimana :

$LHR_p$  = LHR tahun p ( pada tahun yang direncanakan )

$LHR_o$  = LHR o ( pada tahun yang diketahui )

n = tahun p – tahun o ( tahun p > tahun o )

i = Angka pertumbuhan kendaraan

#### 2.4.3 Beban Berlebih

Beban berlebih ( *overloading* ) adalah jumlah muatan kendaraan angkutan, penumpang, mobil barang, kendaraan khusus, kereta gandengan, dan kereta tempelan yang dia angkut melebihi dari jumlah yang diijinkan (JBI) atau Muatan Sumbu Terberat (MST) melebihi kemampuan kelas jalan yang ditetapkan. Untuk roda tunggal penentuan angka ekivalen rumus yang di gunakan adalahh sebagai berikut :

- Angka ekivalen roda tunggal = ( beban gandar satu sumbu tunggal, kN / 53 kN )<sup>4</sup>
- Semua beban kendaraan dengan gandar yang berbeda diekivalenkan ke dalam beban stsandar gandar dengan menggunakan angka diekivalen ke dalam beban standar gandar dengan menggunakan angka ekivalen beban sumbu tersebut

sehingga diperoleh beban kendaraan yang ada dalam sumbu standar ( *Equivalent Single Axle Load* ) 18 kip *ESAL*. Penambahan beban melebihi beban sumbu standar pada sumbu kendaraan akan mengakibatkan penambahan daya rusak yang cukup signifikan. Kerusakan terjadi lebih cepat karena konsentrasi beban pada setiap roda kendaraan sangat tinggi akibat jumlah *axle* yang terbatas apalagi dengan adanya beban berlebih, karena pada perencanaan perkerasan jalan masih mengacu kepada desain kendaraan untuk muatan normal.

## 2.5 Metode AASTHO

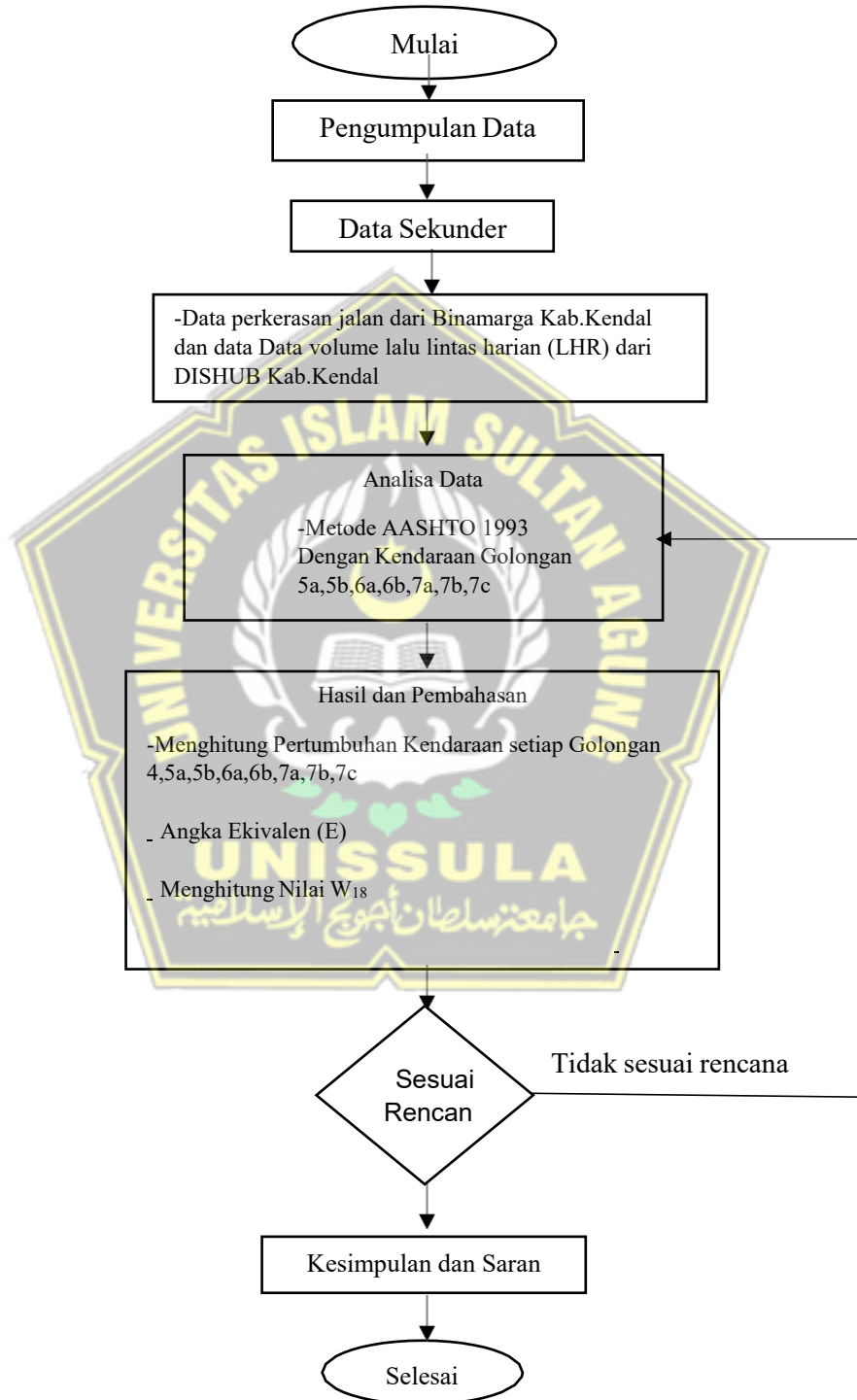
Metode AASHTO 1993 yaitu metode perencanaan yang sering digunakan pada perkerasan jalan. Pada metode ini digunakan diberbagai negara sebagai perencanaan dan diadopsi untuk standar perencanaan. Pada dasarnya metode AASHTO 1993 yaitu metode perencanaan yang didasarkan pada metode empiris [9].





## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Bagan Alir Metodologi



## **3.2 Tahap dan Prosedur Penelitian**

### **3.2.1 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah merupakan awal yang penting untuk dilakukan dalam melakukan penelitian. Masalah – masalah yang akan dibahas dalam penelitian terlebih dahulu dirumuskan sehingga tujuan serta manfaat penelitian dapat ditentukan. Dengan perumusan masalah tersebut, dapat ditentukan pula studi kasusnya yang sesuai serta dapat digunakan dalam penelitian. Merupakan landasan dalam menentukan literatur yang dibutuhkan serta analisa dan pembahasan yang akan digunakan.

### **3.2.2 Pengumpulan Data**

Untuk menghitung umur rencana, diperlukan data-data yang dapat mendukung. Data tersebut didapat dari Kementerian Pekerja Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksana Jalan Nasional VIII tentang jumlah lalu lintas harian di jalan kaliwungu Kendal. Kemudian untuk meengkapi data tersebut, diperlukan data yang berasal dari berbagai literature yang ada.

### **3.2.3 Perhitungan dan Analisis**

Untuk analisis dan perhitungns bertujuan untuk menghitung berat muatan berlebih (*overload*) dengan menggunakan data LHR tahunan dari Binamarga kabupaten Kendal.

### **3.3.4 Metode Analisa Data**

Pada penelitian ini menggunakan metode AASHTO 1993, dengan langkah – langkah perhitungan sebagai berikut :

- a. Survey kelapangan melihat kondisi jalan pada ruas jalan kaliwungu Kendal
- b. Survey data berat kendaraan dan volume lalu lintas (LHR) yang ada pada Binamarga Kabupaten Kendal dan Dishub Kabupaten Kendal.

- c. Survey data kerusakan jalan dari Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Provinsi Jawa Tengah.
- d. Nilai factor pertumbuhan volume lalu lintasa.
- e. Nilai perhitungan pertumbuhan kendaraan golongan 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, dan 7c.
- f. Nilai Muatan Sumbu Terberat (MST) dari penimbangan muatan kendaraan.
- g. Mencari angka ekivalen masing – masing jenis kendaraan.
- h. Menari deraajat kerusakan jalan (*Vehicle Damage Factor*).
- i. Menghitung nilai ESAL 10 tahun rencana ( sesuai traffic design perkerasan lentur )
- j. Menghitung Nilai W18.
- k. Nilai Derajat Kerusakan jalan / Truk Faktor
- l. Menghitung Sisa Umur Perkerasan ( *Remaining Life* ).
- m. Kesimpulan.
- n. Saran

**3341 Langkah – langkah mencari nailai sisa umur perkerasan** adalah sebagai berikut :

- a. Menghitung nilai  $\Sigma$ kumulatif W18 per tahun.
- b. Menghitung kumulatif W18 tahun terakhir umur rencana.
- c. Kemudian persen umur sisa perkerasan didapatkan dari selisih umur sisa perkerasan rencana dan umur sisa perkerasan overload.
- d. Kemudian dari hasil perhitungan diambil kesimpulan.

### 3.3.5. esimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil proses analisis dan perhitungsn ysng kemudian dibukukan dalam laporan hasil tugas akhir dan diujikan dalam bentuk presentasi.

## BAB IV

### ANALISA DAN PERHITUNGAN

Ruas Jalan Kaliwungu Kendal merupakan jalan alternatif Kaliwungu Kendal – Semarang yang di lintasi oleh kendaraan *truck* pabrik yang bermuatan berlebih dan kendaraan ringan dengan panjang jalan yaitu 13,5 km. Lebar Jalan Kaliwungu Kendal yaitu 8 m. Akses jalan ini mempunyai umur rencana 10 tahun (Binamarga kabupaten Kendal, 2019). Periode analisa yang dipilih untuk desain perkerasan kaku, menurut manual Desain Jalan 2019 dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga untuk jalan kolektor dipilih 10 tahun, Data perkerasan jalan berikut mengambil data dari Binamarga Kab. Kendal LHR tahunan pada tahun 2019.

#### 4.1 Data Kondisi Perkerasan Jalan

##### 4.1.1 Tanah Dasar ( *Subgrade* )

Ruas jalan kaliwungu Kendal terdiri dari persawahan dan pabrik-pabrik yang dalam pelaksanaannya memerlukan timbunan atau galian antara 1 m - 1,5 m. Tanah dasar ini memiliki CBR 2,71 %.

##### 4.1.2 Lapisan Pondasi Bawah ( *Subbase Course* )

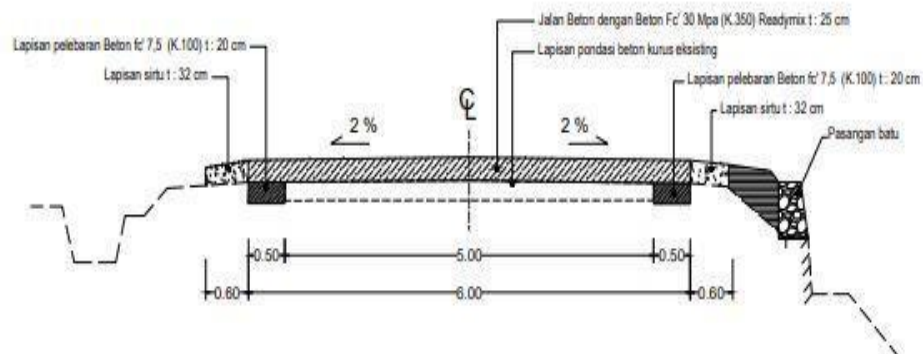
Pada ruas jalan kaliwungu Kendal terdapat *subbase course* yang berupa sirtu kelas A yang mempunyai CBR rata-rata sebesar 65%. Nilai CBR yang tinggi disebabkan karena adanya perbaikan tanah di subgrade.

##### 4.1.3 Lapisan Pondasi Atas ( *Base Course* )

Lapisan pondasi atas mempunyai ketebalan 25 cm, material yang digunakan adalah Beton  $f_c' 30$  Mpa ( K 350 ) Dengan lapisan pondasi beton kurus minimal ketebalan (t) : 10 cm.

##### 4.1.4 Lapisan Permukaan ( *Surface Course* )

Lapisan permukaan terdiri dari lapisan pelebar beton  $f_c' 7,5$  Mpa (K 100). Lapisan sirtu mempunyai tebal 32 cm. lapisan beton kurus eksisting terlampir pada gambar 4.1.4.



Gambar 4.1 lapisan beton kurus eksisting

## 4.2 Data Lalu Lintas

Data – data lalu lintas terdiri dari ;

- Data volume lalu lintas harian rata-rata tahunan
- Data pertumbuhan lalu lintas rencana

### 4.2.1 Data volume lalu lintas

Data volume lalu lintas ruas jalan kaliwungu Kendal di peroleh dari DPUPR Binamarga Kabupaten Kendal dengan hitungan (smp / jam ) kendaraan yang melewati ruas jalan kaliwungu Kendal. Tinjauan volume lalu lintas hanya di lakukan untuk tahun 2019 sampai dengan 2020. volume lalu lintas dari tahun ke tahun terus menunjukan peningkatan. Hal ini ditunjukan dalam tabel 4.3.1 jumlah LHR dari tahun 2019 sampai tahun 2020. Dari tabel tersebut tampak jelas bahwa jumlah kendaraan yang lewat mayoritas merupakan kendaraan pribadi. Jika dibandingkan dengan kendaraan berat jauh lebih kecil dibanding kendaraan pribadi. Untuk volume lebih jelas dapat dilihat tabel 4.3.2

### 4.2.2 Data pertumbuhan lalu lintas

Dari data volume lalu lintas yang di dapat dari DPUPR Binamarga Kabupaten Kendal dapat dihitung pertumbuhan lalu lintas yang aktual. Pertumbuhan ini dapat dihitung dari pembahasan rumus di Bab II.



Pertumbuhan lalu lintas yang sangat fluktuatif ini karena kondisi ekonomi masyarakat yang semakin meningkat dan banyaknya pembangunan pabrik di ruas jalan kaliwungu Kendal sehingga banyaknya kendaraan yang keluar masuk melintasi area jalan tersebut.

Data LHR tahunan didapat dari DPUPR BINAMARGA Kab Kendal sesuai dengan tanggal 21 september 2020 pada jam 08.00 – 10.00 yang terlampir pada tabel 4.3.1 ringkasannya adalah sebagai berikut :

1. Small bus	= 11 kendaraan/ hari
2. Bus	= 491 kendaraan /hari
3. Light truck	= 121 kendaraan/ hari
4. Medium truck	=121 kendaraan/ hari
5. Thee axle truck	= 0 kendaraan/ hari
6. Semi trailer	= 0 kendaraan/ hari
7. Trailer	= 29 kendaraan /hari
Total LHR ( <i>Lalu Lintas Harian Rata-Rata</i> )	= 704 kendaraan/ hari.

Total lalu lintas harian rata-rata adalah 704 kendaraan per hari, dengan faktor distribusi arah dan faktor distribusi lajur masing-masing diambil sebesar 50% dan 100%.

#### 4.3 Menghitung Angka Ekuivalen Kendaraan atau Vehicle Damage Faktor (VDF)

##### 4.3.1 Menghitung Pertumbuhan Kendaraan setiap Golongan 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b,7c

Data Volume lalu lintas tahun 2019 dan 2020 yang diperoleh dari Binamarga Kabupaten Kendal dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 LHR (Lalu lintas Harian Rata –Rata) 2019-2020

Klasifikasi Kendaraan	LHR (Kendaraan/hari)	
	2019	2020
5a	11	98
5b	491	1100
6a	121	165

6b	52	115
7a	0	0
7b	0	0
7c	29	35
<b>Total</b>	<b>704</b>	<b>1513</b>

Berdasarkan data LHR pada table diatas, dapat diprediksi pertumbuhan lalu lintas yang terjadi pada masing-masing golongan kendaraan, perhitungan pertumbuhan lalu lintas dihitung menggunakan rumus 2.4.2 dibawah ini:

$$LHR_1 = 11 \text{ kend/hari (Tahun 2019)}$$

$$LHR_n = 98 \text{ kend/hari (Tahun 2020)}$$

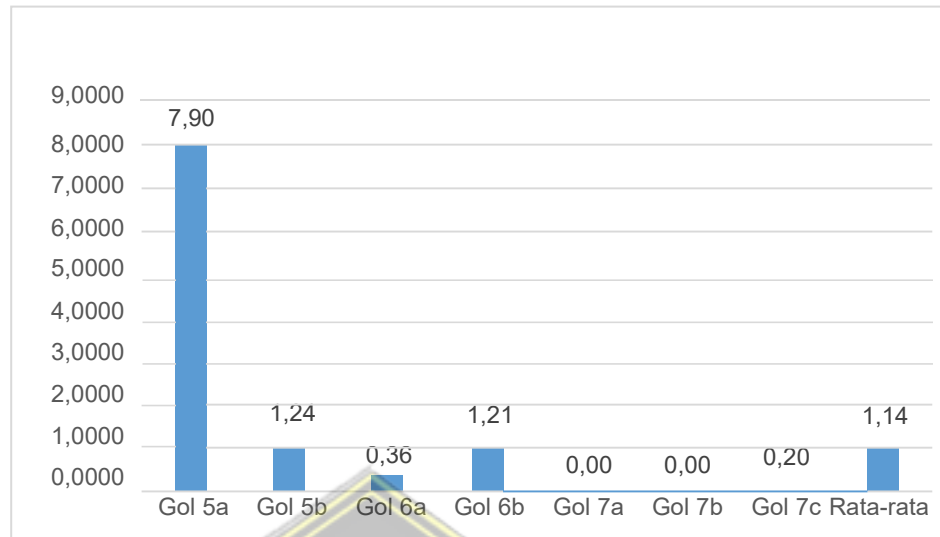
$$N = 2020 - 2019 = 1$$

$$\begin{aligned} \square &= \left[ \frac{98}{11} \right]^{\frac{1}{1}} - 1 \\ &= \left[ \frac{98}{11} \right]^1 - 1 = 7,90 \% \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Data Volume lalu lintas tahun 2019 dan 2020 yang diperoleh dari Binamarga Kab.Kendal, Berikut ini adalah tabel 4.2 merupakan tabel angka pertumbuhan kendaraan pada masing-masing golongan.

Tabel 4.2 Angka Pertumbuhan Masing-Masing Kendaraan

Klasifikasi Kendaraan	LHR (Kendaraan/hari)		Angka Pertumbuhan
	2019	2020	
Gol 5a	11	98	7,90
Gol 5b	491	1100	1,24
Gol 6a	121	165	0,36
Gol 6b	52	115	1,21
Gol 7a	0	0	0,00
Gol 7b	0	0	0,00
Gol 7c	29	35	0,20
<b>Rata-rata</b>	<b>704</b>	<b>1513</b>	<b>1,14</b>



Gambar 4.2 Data Volume LHR tahun 2019 dan 2020

Setelah dihitung analisis nilai pertumbuhan volume lalu lintas pada gambar diatas, maka dapat diketahui peningkatan volume lalu lintas pada tiap tahun yang dimulai pada tahun 2019 hingga 2029 selama 10 tahun sesuai dengan traffic design perkerasan lentur dimana merupakan umur rencana dari overlay ruas jalan tersebut dengan nilai  $i = 2,4077\%$

Rekapitulasi angka pertumbuhan kendaraan di ruas jalan Kaliwungu dapat diketahui dari Tabel 4.2 serta Gambar tabel Grafik 4.1. Perhitungan rekapitulasi pertumbuhan kendaraan dari 2019 sampai dengan 2029 dihitung menggunakan rumus 2.4.2:

$$LHR_{1-rata-rata} = 704 \text{ kend/hari (Tahun 2019)}$$

$$LHR_{n-rata-rata} = 1513 \text{ kend/hari (Tahun 2020)}$$

$$N = 2020 - 2019 = 1$$

$$\square = \left[ \frac{1}{1} \right] - 1$$

$$= \left[ \frac{1513}{704} \right]^{\frac{1}{1}} - 1 = 1,14\%$$

Contoh perhitungan rekapitulasi pertumbuhan kendaraan dengan nilai

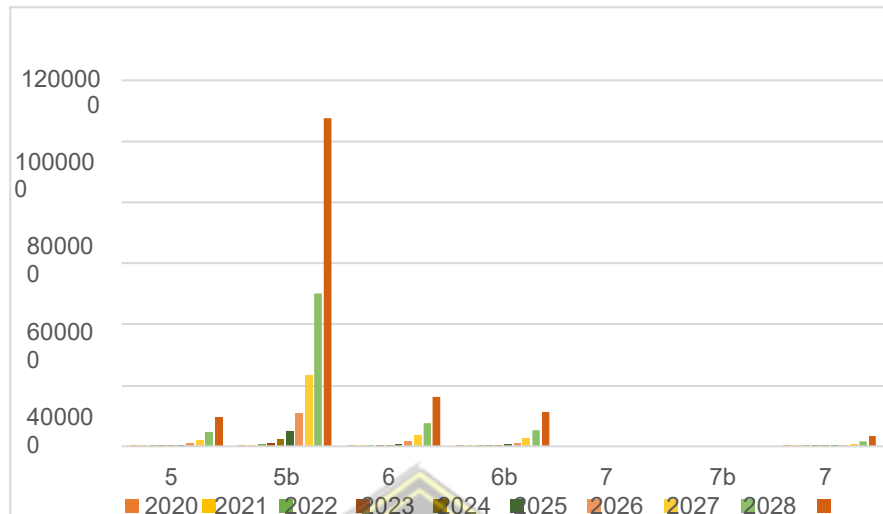
$$i = 1,14\%$$

$$\begin{aligned} \text{Gol. 5a} &= [1 + i]^1 \times 2020 \\ &= [1 + 1,1491\%]^1 \times 98 \\ &= 211 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan jenis kendaraan lain serta tahun-tahun berikutnya dihitung menggunakan bantuan ms. Excel. Berikut merupakan hasil rekapitulasi pertumbuhan kendaraan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Rekapitulasi Pertumbuhan Kendaraan Tahun 2019-2029

<b>REKAPITULASI PERTUMBUHAN KENDARAAN 2019-2029</b>										
<b>Lalu Lintas Harian rata-rata dengan nilai <math>i=1,14</math></b>										
Gol	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
5a	98	211	453	973	2091	4493	9657	20753,43	44602	95857
5b	1100	2364	5081	10919	23467	50434	108390	232946,7	500637	1075943
6a	165	355	762	1638	3520	7565	16259	34942,01	75096	161391
6b	115	247	531	1142	2453	5273	11332	24353,52	52339	112485
7a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7c	35	75	162	347	747	1605	3449	7411,941	15929	34235
<b>Total</b>	<b>1513</b>	<b>3252</b>	<b>6988</b>	<b>15019</b>	<b>32278</b>	<b>69370</b>	<b>149086</b>	<b>320407,6</b>	<b>688603</b>	<b>1479910</b>



Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas

Setelah dihitung analisis nilai pertumbuhan volume lalu lintas pada gambar 4.2 diatas, maka dapat diketahui peningkatan volume lalu lintas pada tiap tahun yang dimulai pada tahun 2019 hingga 2029 selama 10 tahun sesuai dengan Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas.

#### 4.3.2 Menghitung Angka Ekuivalen (E)

Menghitung Angka Ekuivalen (E) Masing-masing Kendaraan Menghitung Angka Ekuivalen Kendaraan menggunakan acuan AASTHO 1993. Data Lalu lintas Harian Rata – rata (LHR) ruas Kaliwungu – Kendal tahun 2019 di lampirkan pada lampiran A dan ringkasannya adalah sebagai berikut:

1. Bus Kecil (Gol.5a)	= 11 kendaraan/hari
2. Bus Besar (Gol 5b)	= 491 kendaraan/hari
3. Truck 2 sumbu ringan(Gol6a)	= 121 kendaraan/hari
4. Truck 2 sumbu berat(Gol6b)	= 52 kendaraan/hari
5. Truck 3 sumbu (Gol 7a)	= 0 kendaraan/hari
6. Truck Gandeng (Gol 7b)	= 0 kendaraan/hari
7. Truck Semi Trailer (Gol 7c)	= 29 kendaraan/hari
<b>Total LHR</b>	<b>= 704 kendaraan/hari</b>








Table 4.4 Faktor Ekivalen beban gandar (Nilai equivalency didapatkan dari AASTHO 1993 )

Gol	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat kend (ton)	Nilai VDF
5a	Bus kecil	1,2	6	0,0594
5b	Bus Besar	1,2	9	0,3006
6a	Truck 2 sumbu ringan	1,2	8,3	0,2174
6b	Truck 2 sumbu berat	1,2	18	3,0023
7a	Truck 3 sumbu	1,2,2	25	2,7416
7b	Truck Gandeng	1,2,2	36	6,7528
7c	Truck Semi Trailer	1,2,2	40	10,2923

Dibawah ini merupakan tabel 4.7 ini menunjukan Konfigurasi Beban yang di anggap mempunyai daya rusak sama dengan satuan ton.

Tabel 4.5 Konfigurasi Beban untuk 8.16 Ton ESAL

CATEGORY	LOAD CONFIGURATION	VDF
<b>6B</b> (trailer 2 sumbu) <b>1.2H</b>		<b>1.716</b>
<b>7A</b> (trailer 3 sumbu) <b>1.2.2</b>		<b>1.774</b>
<b>7C1</b> (trailer 4 sumbu) <b>1.2+2.2</b>		<b>2.316</b>
<b>7C2</b> (trailer 5 sumbu) <b>1.2+2.2.2</b>		<b>3.246</b>
<b>7C3</b> (trailer 6 sumbu) <b>1.2.2+2.2.2</b>		<b>3.687</b>

### 4.3.3 Menghitung Nilai $W_{18}$

Dalam menghitung nilai  $W_{18}$  harus terlebih dahulu menentukan nilai Distribusi kendaraan, besarnya nilai distribusi kendaraan mengikuti acuan AASTHO 1993, dimana nilai Distribusi arah (DD) umumnya diambil 0,50. Sedangkan ruas jalan Kaliwungu-Mangkang merupakan jalan 1 lajur maka diambil Distribusi Lajur (DL) sebesar 100%.

Tabel 4.6 Nilai  $W_{18}$

Jumlah Lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber: AASTHO 1993)

Untuk nilai ESAL Kumulatif umur rencana  $W_{18}$  dihitung pada table 4.9- tabel 4.20, Tabel 4.9 dibawah ini menunjukkan lembar kerja untuk menghitung aplikasi ESAL 8,16 ton untuk periode analisis 10 tahun, dari tahun 2019-2029 dengan aplikasi excel.

Tabel 4.7 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2019

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Design Traffic (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	11	1,1491	46,2	0,0594	2,7
Bus Besar	491	1,1491	2059,4	0,3006	619,0
Truk 2 sumbu ringan	121	1,1491	507,5	0,2174	110,3
Truk 2 sumbu berat	52	1,1491	218,1	3,0023	654,8
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	2,4077	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	29	2,4077	121,6	10,2923	1251,9
<b>Total Kendaraan</b>	<b>704</b>		<b>2952,7</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>2638,8</b>
					<b>2639</b>

Persamaan untuk menghitung lalu lintas selama tahun pertama adalah:

$$W_{8,16} = D_D \times D_L \times \text{Desain ESAL} \times 365$$

dimana:

$$D_D = \text{faktor distribusi arah} = 50\%$$

$$D_L = \text{faktor distribusi lajur} = 100\%$$

$\hat{W}_{8,16}$  = kumulatif dua arah 8.16 - ESAL diprediksi untuk bagian tertentu dari jalan raya selama periode

Menggunakan Persamaan 2.4 lalu lintas selama tahun pertama adalah:

$$W_{8,16} = 0.5 \times 1 \times 2639 \times 10^6 \times 365 = 481.579 \times 10^6 - 8,16 \text{ ton aplikasi ESAL.}$$

Seperti yang disebutkan di atas, laju pertumbuhan lalu lintas ruas jalan Kaliwungu-Kendal yang difungsikan sebagai jalan kolektor sebesar 1,1491 % per tahun.

Tabel 4.8 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2020

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	98	1,1491	411,0	0,0594	24,4
Bus Besar	1100	1,1491	4613,6	0,3006	1386,9
Truk 2 sumbu ringan	165	1,1491	692,0	0,2174	150,5
Truk 2 sumbu berat	115	1,1491	482,3	3,0023	1448,1
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	35	1,1491	146,8	10,2923	1510,9
<b>Total Kendaraan</b>	<b>1513</b>		<b>6345,8</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>4520,7</b>
					<b>4521</b>

$$W_{18\ 2020} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2020} = 4521 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 825.031,93$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 825.031,93

Tabel 4.9 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2021

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	211	1,1491	885,0	0,0594	52,6
Bus Besar	2364	1,1491	9915,1	0,3006	2980,5
Truk 2 sumbu ringan	355	1,1491	1488,9	0,2174	323,7
Truk 2 sumbu berat	247	1,1491	1036,0	3,0023	3110,3
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	75	1,1491	314,6	10,2923	3237,6
<b>Total Kendaraan</b>	<b>3252</b>		<b>13639,6</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>9704,7</b>
					<b>9705</b>

$$W_{18\ 2021} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2021} = 9705 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 1771099,726$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 1771099,726



Tabel 4.10 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2022

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	453	1,1491	1900,0	0,0594	112,9
Bus Besar	5081	1,1491	21310,8	0,3006	6406,0
Truk 2 sumbu ringan	762	1,1491	3196,0	0,2174	694,8
Truk 2 sumbu berat	531	1,1491	2227,1	3,0023	6686,5
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	162	1,1491	679,5	10,2923	6993,2
<b>Total Kendaraan</b>	<b>6989</b>		<b>29313,4</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>20893,4</b>
					<b>20893</b>

$$W_{18\ 2022} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2022} = 20893 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 3813052,432$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 3813052,432

Tabel 4.11 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2023

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	973	1,1491	4081,0	0,0594	242,4
Bus Besar	10919	1,1491	45796,6	0,3006	13766,5
Truk 2 sumbu ringan	1638	1,1491	6870,1	0,2174	1493,6
Truk 2 sumbu berat	1142	1,1491	4789,8	3,0023	14380,4
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	347	1,1491	1455,4	10,2923	14979,3
<b>Total Kendaraan</b>	<b>15019</b>		<b>62992,9</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>44862,2</b>
					<b>44862</b>

$$W_{18\ 2023} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2023} = 44862,2 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 8187347,332$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 8187347,332

Tabel 4.12 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2024

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	973	1,1491	4081,0	0,0594	242,4
Bus Besar	10919	1,1491	45796,6	0,3006	13766,5
Truk 2 sumbu ringan	1638	1,1491	6870,1	0,2174	1493,6
Truk 2 sumbu berat	1142	1,1491	4789,8	3,0023	14380,4
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	347	1,1491	1455,4	10,2923	14979,3
<b>Total Kendaraan</b>	<b>15019</b>		<b>62992,9</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>44862,2</b>
					<b>44862</b>

$$W_{18\ 2024} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2024} = 44862,2 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 8187347,332$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 8187347,332

Tabel 4.13 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2024

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	2091	1,1491	8770,1	0,0594	520,9
Bus Besar	23467	1,1491	98425,6	0,3006	29586,7
Truk 2 sumbu ringan	3520	1,1491	14763,6	0,2174	3209,6
Truk 2 sumbu berat	2453	1,1491	10288,4	3,0023	30888,9
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	747	1,1491	3133,1	10,2923	32246,6
<b>Total Kendaraan</b>	<b>32278</b>		<b>135380,9</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>96452,8</b>
					<b>96453</b>

$$W_{18\ 2025} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2025} = 96452,8 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 17602633,03$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 17602633,03

Tabel 4.14 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2025

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	4493	1,1491	18844,6	0,0594	1119,4
Bus Besar	50434	1,1491	211531,0	0,3006	63586,2
Truk 2 sumbu ringan	7565	1,1491	31729,2	0,2174	6897,9
Truk 2 sumbu berat	5273	1,1491	22116,1	3,0023	66399,2
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	1605	1,1491	6731,7	10,2923	69284,8
<b>Total Kendaraan</b>	<b>69370</b>		<b>290952,7</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>207287,5</b>
					<b>207288</b>

$$W_{18\ 2025} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2025} = 207287,5 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 37829972,64$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 37829972,64



Tabel 4.15 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2026

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	9657	1,1491	40503,5	0,0594	2405,9
Bus Besar	108390	1,1491	454611,0	0,3006	136656,1
Truk 2 sumbu ringan	16259	1,1491	68193,7	0,2174	14825,3
Truk 2 sumbu berat	11332	1,1491	47528,8	3,0023	142695,8
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	3449	1,1491	14465,8	10,2923	148886,8
<b>Total Kendaraan</b>	<b>149087</b>		<b>625302,9</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>445470,0</b>
					<b>445470</b>

$$W_{18\ 2026} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2026} = 445470,0 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 81298270,83$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 81298270,83

Tabel 4.16 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2027

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	20753,43	1,1491	87044,3	0,0594	5170,4
Bus Besar	232946,7	1,1491	977028,5	0,3006	293694,8
Truk 2 sumbu ringan	34942,01	1,1491	146554,3	0,2174	31860,9
Truk 2 sumbu berat	24353,52	1,1491	102143,9	3,0023	306666,6
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	7411,941	1,1491	31087,3	10,2923	319959,6
<b>Total Kendaraan</b>	<b>320407,601</b>		<b>1343858,4</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>957352,3</b>
					<b>957352</b>

$$W_{18\ 2027} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2027} = 957352,3 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 1744716794,5$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 1744716794,5

Tabel 4.17 Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2028

<b>Type Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	44602	1,1491	187070,4	0,0594	11112,0
Bus Besar	500637	1,1491	2099779,2	0,3006	631193,6
Truk 2 sumbu ringan	75096	1,1491	314968,8	0,2174	68474,2
Truk 2 sumbu berat	52339	1,1491	219521,0	3,0023	659068,0
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	15929	1,1491	66809,7	10,2923	687625,0
<b>Total Kendaraan</b>	<b>688603</b>		<b>2888149,0</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>2057472,7</b>
					<b>2057473</b>

$$W_{18\ 2028} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2028} = 2057472,7 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 375488776,2$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 375488776,2

Tabel 4.18. Tabel untuk menghitung kumulatif umur rencana beban normal 8,16 ton (ESAL) tahun 2029

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	95857	1,1941	417789,4	0,0594	24816,7
Bus Besar	1075943	1,1941	4689459,9	0,3006	1409651,6
Truk 2 sumbu ringan	161391	1,1941	703417,0	0,2174	152922,9
Truk 2 sumbu berat	112485	1,1941	490261,9	3,0023	1471913,4
Truk 3 sumbu	0	1,1941	0,0	2,7416	0,0
Truk Gandeng	0	1,1941	0,0	6,7528	0,0
Truk Semi Trailer	34235	1,1941	149212,0	10,2923	1535735,2
<b>Total Kendaraan</b>	<b>1479911</b>		<b>6450140,3</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>4595039,8</b>
					<b>4595040</b>

$$W_{18\ 2029} = \times 365 \times \times$$

$$W_{18\ 2029} = 4595039,8 \times 365 \times 0,5 \times 1 = 838594760,3$$

Dari perhitungan di atas didapat nilai kumulatif umur rencana beban normal sebesar 838594760,3

Dibawah ini merupakan tabel 4.21- 4.30 untuk menghitung muatan berlebih dengan metode ESAL 8,16 ton (overload) mulai dari tahun 2019-2029.

Tabel 4.19 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode ESAL max 8,16 ton (overload) tahun 2019

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	11	1,1491	46,1	3,600	166,1
Bus Besar	491	1,1491	2059,4	2,78200	5729,1
Truk 2 sumbu ringan	121	1,1491	507,5	8,033	4076,7
Truk 2 sumbu berat	52	1,1491	218,1	9,829	2143,7
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	29	1,1491	121,6	7,023	854,2
<b>Total Kendaraan</b>	<b>704</b>		<b>2952,7</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>12969,9</b>
					<b>12970</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2019.

$$\begin{aligned}
 W_{18\ 2019} &= \times 365 \times \times \\
 &= 12970 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 2367006,17
 \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton  
overload tahun 2020

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	54	1,1491	226,5	3,600	815,4
Bus Besar	1100	1,1491	4613,6	2,782	12835,1
Truk 2 sumbu ringan	165	1,1491	692,0	8,033	5559,2
Truk 2 sumbu berat	115	1,1491	482,3	9,829	4740,9
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	35	1,1491	146,8	7,023	1031,0
<b>Total Kendaraan</b>	<b>1469</b>		<b>6161,3</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>24981,5</b>
					<b>24982</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2020.

$$\begin{aligned}
 W_{18\ 2019} &= \times 365 \times \times \\
 &= 24981,5 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 4559127,486
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2020 overload sebesar 4559127,486



Tabel 4.21 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2021

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	211	1,1491	885,0	3,600	3185,9
Bus Besar	2364	1,1491	9915,1	2,782	27583,9
Truk 2 sumbu ringan	355	1,1491	1488,9	8,033	11960,7
Truk 2 sumbu berat	247	1,1491	1036,0	9,829	10182,6
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	75	1,1491	314,6	7,023	2209,2
<b>Total Kendaraan</b>	<b>3252</b>		<b>13639,6</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>55122,3</b>
					<b>55122</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2021.

$$\begin{aligned}
 W_{18\ 2019} &= \times 365 \times \times \\
 &= 55122,3 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 10059813,38
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2021 overload sebesar 10059813,38

Tabel 4.22 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2022

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	453	1,1491	1900,0	3,600	6839,9
Bus Besar	5081	1,1491	21310,8	2,782	59286,7
Truk 2 sumbu ringan	762	1,1491	3196,0	8,033	25673,4
Truk 2 sumbu berat	531	1,1491	2227,1	9,829	21890,4
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	162	1,1491	679,5	7,023	4771,9
<b>Total Kendaraan</b>	<b>6989</b>		<b>29313,4</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>118462,3</b>
					<b>118462</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2022.

$$\begin{aligned}
 W_{18\ 2019} &= \times 365 \times \times \\
 &= 118462,3 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 21619370,08
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2022 overload sebesar 21619370,08

Tabel 4.23 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton  
overload tahun 2023

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	973	1,1491	4081,0	3,600	14691,5
Bus Besar	10919	1,1491	45796,6	2,782	127406,2
Truk 2 sumbu ringan	1638	1,1491	6870,1	8,033	55187,7
Truk 2 sumbu berat	1142	1,1491	4789,8	9,829	47078,9
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	347	1,1491	1455,4	7,023	10221,2
<b>Total Kendaraan</b>	<b>15019</b>		<b>62992,9</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>254585,5</b>
					<b>254586</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2023.

$$\begin{aligned}
 W_{18\ 2019} &= \times 365 \times \times \\
 &= 254585,5 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 446461861,28
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2023 overload sebesar 446461861,28

Tabel 4.24 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2024

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	2091	1,1491	8770,1	3,600	31572,4
Bus Besar	23467	1,1491	98425,6	2,783	273918,6
Truk 2 sumbu ringan	3520	1,1491	14763,6	8,033	118596,3
Truk 2 sumbu berat	2453	1,1491	10288,4	9,829	101124,8
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	747	1,1491	3133,1	7,023	22003,6
<b>Total Kendaraan</b>	<b>32278</b>		<b>135380,9</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>547215,6</b>
					<b>547216</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2024.

$$\begin{aligned}
 W_{18\ 2019} &= \times 365 \times \times \\
 &= 547215,6 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 99866850,62
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2024 overload sebesar 99866850,62

Tabel 4.25 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2025

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	4493	1,1491	18844,6	3,600	67840,6
Bus Besar	50434	1,1491	211531,0	2,782	588479,4
Truk 2 sumbu ringan	7565	1,1491	31729,2	8,033	254881,0
Truk 2 sumbu berat	5273	1,1491	22116,1	9,829	217379,1
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	1605	1,1491	6731,7	7,023	47276,8
<b>Total Kendaraan</b>	<b>69370</b>		<b>290952,7</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>1175856,8</b>
					<b>1175857</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2025.

$$\begin{aligned}
 W_{18 \text{ 2019}} &= \times 365 \times \times \\
 &= 1175856,8 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 214593872,6
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2025 overload sebesar 214593872,6

Tabel 4.26 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2026

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	9657	1,1491	40503,5	3,600	145812,7
Bus Besar	108390	1,1491	454611,0	2,782	1264727,7
Truk 2 sumbu ringan	16259	1,1491	68193,7	8,033	547800,3
Truk 2 sumbu berat	11332	1,1491	47528,8	9,829	467161,0
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	3449	1,1491	14465,8	7,023	101593,6
<b>Total Kendaraan</b>	<b>149087</b>		<b>625302,9</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>2527095,4</b>
					<b>2527095</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2026.

$$\begin{aligned}
 W_{18\ 2019} &= \times 365 \times \times \\
 &= 2527095,4 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 461194912,4
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2026 overload sebesar 461194912,4



Tabel 4.27 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2027

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	20753,43	1,1491	87044,3	3,600	313359,7
Bus Besar	232946,7	1,1491	977028,5	2,782	2718093,4
Truk 2 sumbu ringan	34942,01	1,1491	146554,3	8,033	1177270,7
Truk 2 sumbu berat	24353,52	1,1491	102143,9	9,829	1003972,4
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	7411,941	1,1491	31087,3	7,023	218325,9
<b>Total Kendaraan</b>	<b>320407,601</b>		<b>1343858,4</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>5431022,1</b>
					<b>5431022</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2027.

$$\begin{aligned}
 W_{18 \text{ 2019}} &= \times 365 \times \times \\
 &= 5431022,1 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 991161529,3
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2027 overload sebesar 991161529,3

Tabel 4.28 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2028

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	44602	1,1491	187070,4	3,600	673453,4
Bus Besar	500637	1,1491	2099779,2	2,782	5841585,8
Truk 2 sumbu ringan	75096	1,1491	314968,8	8,033	2530144,1
Truk 2 sumbu berat	52339	1,1491	219521,0	9,829	2157672,1
Truk 3 sumbu	0	1,1491	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1491	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	15929	1,1491	66809,7	7,023	469204,2
<b>Total Kendaraan</b>	<b>688603</b>		<b>2888149,0</b>	<b>Design E.S.A.L</b>	<b>11672059,5</b>
					<b>11672060</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2028.

$$\begin{aligned}
 W_{18 \text{ 2019}} &= \times 365 \times \times \\
 &= 11672059,5 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 2130150865
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2028 overload sebesar 2130150865

Tabel 4.29 Tabel untuk menghitung muatan berlebih dengan metode (ESAL) 8,16 ton overload tahun 2029

<b>Tipe Kendaraan</b>	<b>LHR (A)</b>	<b>Faktor Pertumbuhan (B)</b>	<b>Desain Lalu Lintas (C)</b>	<b>Nilai VDF (D)</b>	<b>Design E.S.A.L (E)</b>
Bus Kecil	95857	1,1941	417789,4	3,600	1504041,8
Bus Besar	1075943	1,1941	4689459,9	2,782	13046077,5
Truk 2 sumbu ringan	161391	1,1941	703417,0	8,033	5650549,0
Truk 2 sumbu berat	112485	1,1941	490261,9	9,829	4818784,6
Truk 3 sumbu	0	1,1941	0,0	0,583	0,0
Truk Gandeng	0	1,1941	0,0	1,736	0,0
Truk Semi Trailer	34235	1,1941	149212,0	7,023	1047916,2
<b>Total Kendaraan</b>	<b>1479911</b>		<b>6450140,3</b>		<b>26067369,0</b>
					<b>26067369</b>

Perhitungan  $W_{18}$  pada tahun 2029.

$$\begin{aligned}
 W_{18\ 2019} &= \times 365 \times \times \\
 &= 26067369,0 \times 365 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 457294838
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas di dapat nilai  $W_{18}$  pada tahun 2029 overload sebesar 457294838

#### 4.4 Pembahasan Presentase Peningkatan VDF Kumulatif Akibat Muatan Berlebih dan Umur Rencana Jalan Berdasarkan Analisa Kumulatif ESAL

*Vehicle Damage Factor* (VDF) adalah perbandingan antara daya rusak oleh muatan sumbu suatu kendaraan terhadap daya rusak oleh beban sumbu standar.

##### 4.4.1 Menghitung Sisa Umur Perkerasan (*Remaining Life*)

Pada tabel 4.30 menunjukkan Nilai ESAL kumulatif rencana untuk 10 tahun yang di mulai dari 2019-2029.

Tabel 4.30 Nilai ESAL Kumulatif Rencana

No	Tahun	Kumulatif ESAL rencana
1	2019	481579,0124
2	2020	825031,9281
3	2021	1771099,726
4	2022	3813052,432
5	2023	8187347,332
6	2024	17602633,02
7	2025	37829972,64
8	2026	81298270,83
9	2027	174716794,5
10	2028	375488776,2
11	2029	838594760,3
<b>Jumlah</b>		<b>1540609318</b>

Nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) Overload dapat dilihat pada tabel 4.31 dibawah ini.

Tabel 4.31 Nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) Overload

Gol	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu	Berat kend (ton)	Nilai VDF
5a	Bus kecil	1,2	16,743	3,600
5b	Bus Besar	1,2	15,698	2,782
6a	Truck 2 sumbu ringan	1,2	20,464	8,033
6b	Truck 2 sumbu berat	1,2	21,522	9,829

7a	Truck 3 sumbu	1,22	16,973	0,583
7b	Truck Gandeng	1,22	25,633	1,736
7c	Truck Semi Trailer	1,22	36,355	7,023

Nilai ESAL Kumulatif Overload atau  $W_{18}$  dihitung menggunakan persamaan x. Dengan nilai  $D_D = 0,5$  ;  $D_L = 1,0$  ) hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.31 berikut.

Tabel 4.32 Nilai ESAL Kumulatif Overload

No	Tahun	Kumulatif ESAL Overload
1	2019	2367006,179
2	2020	4559127,486
3	2021	10059813,38
4	2022	21619370,08
5	2023	46461861,28
6	2024	99866850,62
7	2025	214593872,6
8	2026	461194912,4
9	2027	991161529,3
10	2028	2130150865
11	2029	4757294838
<b>Jumlah</b>		<b>8739330046</b>

#### 4.4.2 Menghitung Nilai Truk Faktor

Berdasar perhitungan didapatkan total ESAL masing-masing tahun dari tahun 2019 hingga 2029, dari total ESAL bisa diperhitungkan nilai TF (truck factor) serta dapat menyatakan jalan yang diteliti mengalami overloading apabila nilai TF (truck factor) lebih dari 1, hasil dari perhitungan TF (truck factor) dapat dilihat pada Tabel 4.1 untuk keadaan normal serta Tabel 4.4 pada keadaan overloading.

Rumus untuk menentukan TF (*truck factor*) pada keadaan normal adalah :

$$= \frac{\text{ESAL}}{\sum \text{LHR}}$$

$$= \frac{8441695}{2767130,6} = 3,050$$

Di bawah ini adalah tabel 4.35 nilai Truk Faktor Keadaan Normal

Tabel 4.33 Nilai Truk Faktor Keadaan Normal

<b>Nilai Truk Faktor Keadaan Normal</b>		
<b>Tahun</b>	<b>∑LHR</b>	<b>ESAL</b>
2019	704	2639
2020	1513	4521
2021	3252	9705
2022	6988	20893
2023	15019	44862
2024	32278	96453
2025	69370	207288
2026	149086	445470
2027	320407,6	957352
2028	688603	2057473
2029	1479910	4595040
<b>Jumlah</b>	<b>2767130,6</b>	<b>8441695</b>
<b>Truk Faktor</b>		<b>3,050703459</b>

Tabel 4.34 Nilai Truk Faktor Keadaan overload

<b>Nilai Truk Faktor Keadaan overload</b>		
<b>Tahun</b>	<b>∑LHR</b>	<b>ESAL</b>
2019	704	12970
2020	1513	24982
2021	3252	55122
2022	6988	118462
2023	15019	254586



2024	32278	547216
2025	69370	1175857
2026	149086	2527095
2027	320408	5431022
2028	688603	11672060
2029	1479910	26067369
<b>Jumlah</b>	<b>2767131</b>	<b>47886740</b>
<b>Truk Faktor</b>	<b>17,30555832</b>	

Dari tabel 4.34 dapat dilihat nilai truk keadaan overload yang dihitung menggunakan Sigma LHR dan nilai ESAL pada semua tahun yang di rencanakan, didapatkan nilai truk faktor pada keadaan overload sebesar 17,30555832.

#### 4.4.3 Menghitung perbandingan perkerasan Sisa Umur Perkerasan

Analisa Sisa Umur Perkerasan (Remaining Life)

Perhitungan Nilai Remaining Life

$$N_p = 461194912,4$$

$$N_{1,5} = 838594760,3$$

$$RL = 100[1 - ()]$$

$$RL = 100[1 - \left(\frac{461194912,4}{838594760,3}\right)^{1,5}]$$

$$RL = 45,0038 \% \text{ (tahun 2026 overloading)}$$

Nilai Perbandingan Remaining Life rencana dan Nilai Remaining Life Overload dapat dilihat pada Tabel 4.37 berikut.

Tabel 4.35 Perbandingan Nilai Remaining Life Rencana dengan Nilai Remaining Life Overload.

No	Tahun	RL Rencana %	RL Overload %
0	2019	99,9426	99,7177
1	2020	99,9016	99,4563
2	2021	99,7888	98,8004
3	2022	99,5453	97,4220
4	2023	99,0237	94,4596
5	2024	97,9009	88,0912
6	2025	95,4889	74,4103
7	2026	90,3054	45,0038
8	2027	79,1655	-18,1931
9	2028	55,2240	-154,0143
10	2029	0,0000	-467,2937

Berdasarkan Tabel 4.35 diatas maka dapat diperoleh hasil sisa umur rencana serta Grafik Trendline nya. Ketika persentase sisa umur rencana pada 0%, dimana terjadi diantara tahun ke 7 dan tahun ke 8.

Ketika pada tahun ke-7 persentase RL sebesar 45,00% serta tahun ke-8 persentase RL sebesar -18,1931% , sehingga didapat perhitungannya menjadi seperti berikut:

$$\frac{45,00\% + 18,1931\%}{8 - 7} = \frac{45,00\%}{1}$$

$$= \frac{45,00\%}{45,00\% + 18,1931\%} \times (8 - 7)$$

$$= 0,712$$

Sehingga nilai sisa umur rencana ketika nilai persentase umur rencana mencapai 0% adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Nilai umur rencana} &= 7 + x \\ &= 7 + 0,712 \\ &= 7,712 \text{ tahun} \end{aligned}$$

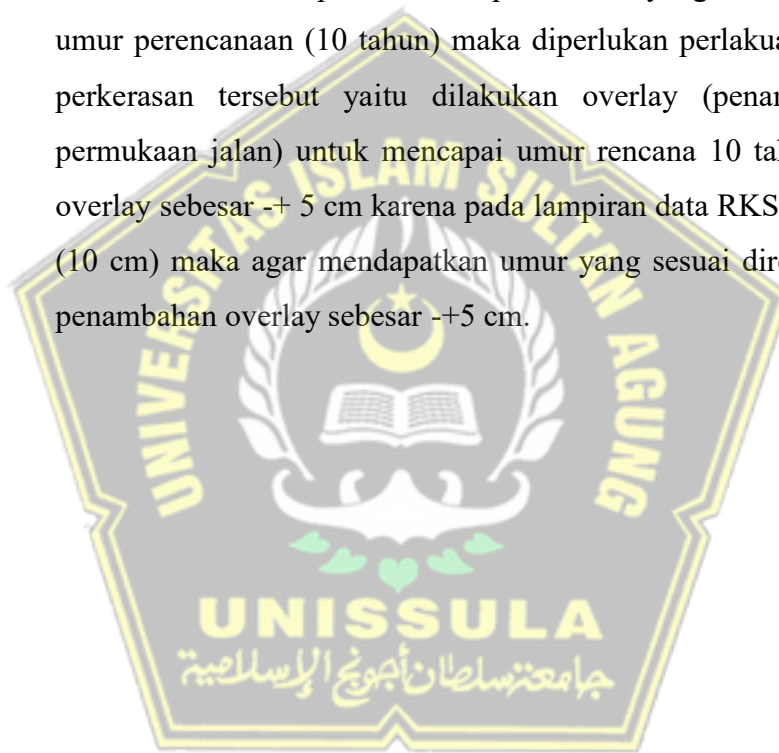
Jadi, berdasarkan hasil perhitungan yang didapatkan, diperoleh terjadinya penurunan sisa umur rencana akibat beban berlebih yang melintas diruas Jalan Kaliwungu adalah sebagai berikut :

Penurunan Remaining Life =  $10 - 7,712$  tahun

= 2,288 tahun

= 22,88 %

Dikarenakan umur perencanaan perkerasan yang tidak sesuai dengan umur perencanaan (10 tahun) maka diperlukan perlakuan khusus untuk perkerasan tersebut yaitu dilakukan overlay (penambahan lapisan permukaan jalan) untuk mencapai umur rencana 10 tahun. Diperlukan overlay sebesar  $\pm 5$  cm karena pada lampiran data RKS ketebalan beton (10 cm) maka agar mendapatkan umur yang sesuai direncanakan perlu penambahan overlay sebesar  $\pm 5$  cm.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Didalam Tugas Akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. lalu lintas yang melewati jalan akses Kaliwungu Kendal mayoritas adalah kendaraan pribadi atau penumpang hal ini dapat dilihat pada tabel 4.3. Maka dari itu perlu di perhatikan meskipun jumlah kendaraan pribadi lebih banyak dari pada kendaraan berat (*truck*) tetapi faktor kerusakan lebih dominan disebabkan oleh kendaraan berat, khususnya yang membawa muatan berlebih (*overload*) yaitu jenis kendaraan (*truck*) besar yang akan sangat berpengaruh terhadap penurunan terhadap umur rencana dan menyebabkan penurunan di tahun ke 8 yang artinya tidak sesuai dengan umur yang di rencana yaitu 10 tahun. Dimana nilai degradasi umur rencana sebesar 22,88 %.
2. Dikarenakan adanya kendaraan bermuatan berlebih maka perlu perlakuan khusus, Jenis perlakuan khusus agar mencapai umur rencana harus dilakukan overlay (penambahan lapisan permukaan jalan) untuk mencapai umur rencana 10 tahun, diperlukan overlay sebesar  $\pm 5$ cm.

#### **5.2 SARAN**

1. Untuk mengurangi terjadinya penurunan umur rencana jalan perlunya pengawasan lebih ketat akan peraturan muatan maksimum pada tiap jenis kendaraan berat yang melintas jalan Kaliwungu Kendal serta perlu adanya pbenahan terhadap operator kendaraan dan disarankan untuk mengganti jenis kendaraan yang membawa muatan overload dengan kendaraan yang lebih banyak rodanya misalnya dengan menggunakan as tendem ataupun as tripel.
2. Disarankan terhadap pihak PU Kendal sebaiknya untuk dapat melakukan pengendalian pembatasan beban muatan bagi kendaraan yang melintas sebagai upaya pencegahan terhadap kerusakan dini akibat beban overload. Langkah

## DAFTAR PUSTAKA

FAIQ HAEKAL D dan FARIS LUTFI R , 2018. *ANALISIS KINERJA RUAS JALAN MH THAMRIN KOTA SEMARANG (Segmen Jalan Depan Kantor Cabang Yamaha Harpindo Jaya sampai dengan Kantor Elephant King)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.

TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 146599. *DAMPAK LALU LINTAS BERAT DENGAN MUATAN BERLEBIHAN TERHADAP UMUR RENCANA AKSES JALAN TOL SURAMADU SISI MADURA* PROGRAM STUDI DOPLOMA IV DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2018

Departemen PU Direktorat Jendral Bina Marga (1983). *Manual Pemeriksaan Perkerasan Jala dengan Alat Benkleman Beam*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Departemen PU Direktorat Jendral Bina Marga (1987). *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

AASHTO. 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington DC.