TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN TERHADAP UMUR LAYANAN JALAN PADA PERKERASAN LENTUR (STUDI KASUS: RUAS JALAN JENDERAL GATOT SUBROTO KM 17 + 055 – 19 + 645)

ANALYSIS OF THE EFFECT OF VEHICLE EXCESSIVE LOADS ON ROAD SERVICE LIFE ON FLEXIBLE PAVEMENTS (CASE STUDY: JENDERAL GATOT SUBROTO ROAD SECTION KM 17+055 - 19+645)

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

Muhammad Restu Soetyonugroho

20511155

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH BEBAN BERLEBIH KENDARAAN TERHADAP UMUR LAYANAN JALAN PADA PERKERASAN LENTUR (STUDI KASUS: RUAS JALAN JENDERAL GATOT SUBROTO KM 17 + 055 – 19 + 645)

ANALYSIS OF THE EFFECT OF VEHICLE EXCESSIVE LOADS ON ROAD SERVICE LIFE ON FLEXIBLE PAVEMENTS (CASE STUDY: JENDERAL GATOT SUBROTO ROAD SECTION KM 17+055 - 19+645)

Disusun oleh

Muhammad Restu Soetyonugroho
20511155

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

Diuji pada tanggal 13 November 2025
Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing I	Penguji I	Penguji II
Ir. Berlian Kushari, S.T., M.Eng., IPM, ASEAN Eng.	**Dr. Eng. Faizul Chasanah, S.T., M.Sc.**	**Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.**
NIK: 015110101	**NIK: 145110101**	**NIK: 955110103**

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM.
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil kerja saya sendiri, disusun sebagai bagian dari pemenuhan syarat akademik untuk menyelesaikan program Sarjana (S1) pada 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 lamn telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan 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, 24 November 2025

Yang membuat Pernyataan

Muhammad Restu Soetyonugroho

(20511155)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya laporan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan terhadap Umur Pelayanan Jalan pada Perkerasan Lentur (Studi Kasus: Ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto Km 17+055–19+645) dengan sebaik – baiknya dan terselesaikan di waktu yang tepat.

Penulisan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penulisan laporan akhir ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah membantu penulis mulai dari proses persiapan, pengolahan data, hingga penulisan laporan tugas akhir ini. Oleh sebab itu, dengan penuh rasa hormat penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih dan mendoakan semoga Allah SWT, membalas kebaikan terbaik kepada:

1. Bapak Ir. Berlian Kushari, S.T., M.Eng., IPM, ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, nasihat, dan masukan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Eng. Faizul Chasanah, S.T., M.Sc. Penguji 1
3. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. Penguji 2
4. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D (Eng)., IPM selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Ucapan terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada kedua orang tua saya tercinta, Bapak Joko Santoso, S.T. dan Ibu Hermawati, S.Pd.I., yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, serta pengorbanan dalam berbagai bentuk selama saya menempuh pendidikan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
6. Kepada keluarga besar penulis atas doa, semangat, dan dukungan yang senantiasa mengalir. Kehangatan dan kebersamaan mereka telah menjadi

pelipur lara dan penyemangat hingga terselesainya Tugas Akhir ini,

7. Teman-teman Angkatan 2020 yang saling memberikan semangat, dukungan satu sama lain
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan sehingga terselesainya Tugas Akhir ini.

Namun penulis tetap berharap tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan laporan.

Yogyakarta, 24 November 2025

Penulis

Muhammad Restu Soetyonugroho

20511155

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Penelitian Terdahulu Metode AASHTO 1993	5
2.3. Penelitian Terdahulu Metode Bina Marga	6

BAB III LANDASAN TEORI 10
3.1. Definisi Jalan 10
3.1.1.Perkerasan Jalan 10
3.1.2.Perkerasan lentur 11
3.2. Muatan Beban Berlebih (*Overload)* 12
3.2.1.Umur Perkerasan jalan 15
3.2.2.Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) 15
3.3. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan 16
3.3.1.Menghitung *CESAL* Kondisi Normal dan Kondisi (*Overload*) 19
3.4. Sisa Umur Pelayanan *Remaining Life* (RL) 20
3.5. Nilai *Structural Number* (SN) 21
3.5.1.*Structural Number* (SN) 22
BAB IV METODE PENELITIAN 23
4.1. Lokasi Penelitian 23
4.2. Jenis Data 24
4.3. Teknis Pengumpulan Data 25
4.4. Tahap Penelitian 25
4.5. *Flowchart* penelitian 26
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 27
5.1. Analisis Data Lalu Lintas 27
5.1.1.Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas 27
5.1.2.Data Lalu Lintas Harian Rata-rata 27
5.1.3.Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas 28
5.1.4 Perhitungan Pertumbuhan Tahunan per Golongan 28
5.1.5.Pertumbuhan Lalu Lintas Tahun 2025 30

5.2. Nilai *Structural Number* (*SN*) Jalan Jenderal Gatot Subroto 32
5.3. Beban Kendaraan *Overload* 36
5.4. Analisis *CESAL* Berdasarkan Kondisi Muatan 43
5.4.1.*CESAL* Pada Kondisi Normal 44
5.4.2. *CESAL* Pada Kondisi *Overload* 49
5.4.3. Nilai W18 Aktual dan Akumulasi kondisi Normal dan *Overload* 57
5.5. Analisis Sisa Umur Perkerasan *Remaining Life* (RL) 58
5.5.1. Nilai *Remaining Life* (RL) Rencana 59
5.5.2. Nilai *Remaining Life* (RL) *Overload* 60
5.6. Skenario Pengendalian Beban *Overload* 62
5.7. Skenario Peningkatan Nilai *Structural Number* (SN) 64
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 67
6.1. Kesimpulan 67
6.2. Saran 68
DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN 71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ringkasan Studi Pustaka yang Pernah Dilakukan 8

Tabel 3.1 Angka Koefisien Distribusi Lajur (DL) 20

Tabel 3.2 Nilai Berdasarkan Fungsi Jalan (Pt) 21

Tabel 5.1 Lalu Lintas Harian Rata-rata Jalan Jenderal Gatot Subroto (Ungaran) 28

Tabel 5.2 Rata-rata Pertumbuhan Lalu lintas per golongan Tahun 2016-2024 29

Tabel 5.3 Rekapitulasi Lalu Lintas Harian Rata-Rata Kendaraan Setiap Golongan Tahun 2023-2025 31

Tabel 5.4 Tebal Lapisan Perkerasan Lentur 32

Tabel 5.5 Nilai Referensi Umum Untuk Koefisien Lapisan 33

Tabel 5.6 Rekap Tebal Lapisan Perkerasan Berdasarkan AASHTO 1993 34

Tabel 5.7 Data Kendaraan Masuk Jembatan Timbang Klepu Tahun 2024 36

Tabel 5.8 Data Kendaraan Melanggar Jembatan Timbang Klepu Tahun 2024 36

Tabel 5.9 Berat Muatan Kendaraan Standar 38

Tabel 5.10 Berat Muatan *Overload* Per Kendaraan 38

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan *Overload* Gandar Depan 42

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan *Overload* Gandar Belakang 42

Tabel 5.13 Perbandingan Nilai VDF Kendaraan 43

Tabel 5.14 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2016 45

Tabel 5.15 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2017 46

Tabel 5.16 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2018 46

Tabel 5.17 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2019 46

Tabel 5.18 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2020 47

Tabel 5.19 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2021 47

Tabel 5.20 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2022 47

Tabel 5.21 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2023 48

Tabel 5.22 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2024 48

Tabel 5.23 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2025 48

Tabel 5.24 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2016 51

Tabel 5.25 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2017 51

Tabel 5.26 Nilai Estimasi ESAL Pada Kondisi *Overload* Tahun 2018 52

Tabel 5.27 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2019 52

Tabel 5.28 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2020 53

Tabel 5.29 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2021 53

Tabel 5.30 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2022 54

Tabel 5.31 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2023 54

Tabel 5.32 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2024 55

Tabel 5.33 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2025 55

Tabel 5.34 Perbandingan Nilai *CESAL* Tahunan Kondisi Normal dan *Overload* (2016 - 2025) 56

Tabel 5.35 Rekapitulasi W18 Aktual dan Akumulasi Normal dan *Overload* 58

Tabel 5.36 Rekapitulasi Nilai *Remaining Life* (RL) Rencana 59

Tabel 5.37 Rekapitulasi Nilai *Remaining Life* (RL) *Overload* 60

Tabel 5.38 Perbandingan Nilai RL Rencana dan RL Kondisi *Overload* 61

Tabel 5.39 Nilai Skenario Kondisi *Overload* 62

Tabel 5.40 Nilai W18 Berdasarkan Kondisi *Overload* 63

Tabel 5.41 Nilai *Remaining Life* (RL) Berdasarkan Kondisi *Overload* 63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi Jalan Jenderal Gatot Subroto KM18 1

Gambar 3.1 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur 12

Gambar 3.2 Jenis Kendaraan Berdasarkan Jumlah Berat yang Diizinkan 14

Gambar 3.3 Konfigurasi Roda Kendaraan dan Angka Ekuivalen 8,16 18

Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Pada Ruas Jalan Jenderal Gatot (Ungaran) 23

Gambar 4.2 *Flowchart* Penelitian 26

Gambar 5.1 LHR Total Jalan Jenderal Gatot Subroto Tahun 2016-2025 32

Gambar 5.2. Struktur Perkerasan Lentur Ruas Jenderal Gatoto Subroto 35

Gambar 5.3. Struktur Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 35

Gambar 5.4 Pick up/Mobil Angkutan Barang Golongan 3 39

Gambar 5.5 Grafik Perbandingan *CESAL* Kondisi Normal dan *Overload* 57

Gambar 5.6 Nilai *Remaining Life* Rencana dan *Remaining Life Overload* 61

Gambar 5.7 Perbandingan Nilai Skenario Pengendalian Beban *Overload* 64

Gambar 5.8 Sketsa Perkerasan Dengan *Overlay* 66

Gambar 5.9 Struktur Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 66

Gambar L-1.1 Jembatan Timbang Klepu. 76

Gambar L-1.2 Perkerasan Jalan Jenderal Gatot Subroto Tahun 2024 km 18. 76

Gambar L-1.3 Struktur Perkerasan 77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Time Schedule 71

Lampiran 2. Surat permohonan ambil data. 72

Lampiran 3. formulir permohonan informasi publik. 73

Lampiran 4. Data Jembatan Timbang 74

Lampiran 5. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata 75

Lampiran 6. Gambar Lokasi Penelitian 76

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

a1 = Koefisien Lapis Permukaan

a2 = Koefisien Lapis Pondasi Atas

a3 = Koefisien Lapis Pondasi Bawah

AASHTO = *American Association of state Highway dan Transportation Officials.*

CESAL = *Cumulatif Equivalent Single Axle Load.*

D1 = Tebal Lapisan Permukaan

D2 = Tebal Lapis Pondasi Atas

D3 = Tebal Lapis Pondasi Bawah

DL = Faktor Distribusi Lajur.

DD = Faktor Distribusi Arah

Gt = Faktor Perbandingan Kehilangan Tingkat Pelayanan.

I = Angka Pertumbuhan Lalu Lintas.

L_2 = Kode Jenis Gandar

L_{2s} =1(Standar Gandar Tunggal)

L_{2x} =1,2,3, Gandar Yang Dievaluasi Berupa Gandar Tunggal,Tandem, Tridem

LEF = *Load Aquivalensi Factor*

LHR = Lalu Lintas Harian Rata-rata.

LHR = Lalu Lintas Harian Rata-Rata Jenis Kendaraan Tertentu.

Lx = Beban Gandar Yang Dievaluasi (Dalam Kips)

m2 = Koefisien Drainase Lapis Pondasi

m3 = Koefisien Drainase lapis Pondasi Bawah

N = Tahun Ke-

Np = Akumulasi W18 Per Tahun.

$N_{1.5}$ = Akumulasi W18 Tahun Terakhir Umur Pelayanan.

P_t = Indeks Pelayanan Terminal (*Terminal Serviceability Index*).

RL = *Remaining Life* (*RL*).

SN = *Structural Number* (*SN*)

VDF = *Vehicle Damage Factor.*

W18 = Beban Sumbu Ekuivalen Standar Untuk Umur Pelayanan.

$W18_{aktual}$ = Beban Sumbu Ekuivalen Aktual Per Tahun.

$W18_{akumulasi}$ = Beban Sumbu Ekuivalen Kumulatif Hingga Tahun Ke-n.

W_{t18} = Banyaknya Repetisi Beban Gandar Standar (Sumbu Tunggal 18 Kips).

W_{tx} = Banyaknya Repetisi Beban Gandar

$Wtx/W18$ = Bilangan Terbail Angka Ekuivalen Beban dan Konfigurasi Sumbu 1000x Pon.

β_{18} = Angka Ekuivalen Beban Sumbu Standar 18 Kips

β_x = Angka Ekuivalen Untuk Beban Sumbu Aktual Kendaraan

ABSTRAK

Kerusakan dini pada perkerasan lentur menjadi tantangan utama dalam pemeliharaan jalan di Indonesia, terutama pada ruas jalan yang dilalui kendaraan berat dengan muatan melebihi batas yang ditetapkan. Kondisi *overload* ini mempercepat penurunan kualitas struktur jalan dan mengurangi umur pelayanan yang telah direncanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak beban berlebih terhadap umur pelayanan perkerasan lentur pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto Km 17+055 – 19+645, serta merumuskan strategi teknis untuk mempertahankan masa layan jalan.

Metode yang digunakan adalah pendekatan AASHTO 1993 dengan konsep *Equivalent Single Axle Load* (ESAL). Data sekunder yang dianalisis meliputi lalu lintas harian rata-rata (LHR), pertumbuhan lalu lintas, struktur perkerasan eksisting, dan data pelanggaran beban kendaraan dari Jembatan Timbang Klepu. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi *overload* meningkatkan nilai CESAL dari 2.020.989,83 menjadi 4.649.421,58, serta akumulasi W18 dari 14.578.951,39 menjadi 23.064.256,41. Penurunan *Remaining Life* (RL) mencapai 20% dari umur layan. Untuk mempertahankan umur pelayanan selama 10 tahun, dibutuhkan SN sebesar 6,45, sedangkan kondisi eksisting hanya 5,32. Penambahan lapisan AC-WC dan AC-BC menghasilkan SN total sebesar 6,44.

Penelitian ini menunjukkan bahwa beban berlebih memiliki dampak signifikan terhadap umur pelayanan jalan. Strategi peningkatan SN melalui *overlay* dan pengendalian beban *overload* sebesar 25% terbukti efektif dalam mempertahankan masa layan perkerasan. Hasil ini diharapkan menjadi acuan teknis dalam perencanaan dan pengelolaan jalan nasional yang rentan terhadap pelanggaran muatan

Kata kunci: AASHTO 1993, Beban berlebih, Perkerasan lentur, Sisa umur, dan Struktur jalan.

ABSTRACT

Premature failure of flexible pavement is a major challenge in road maintenance in Indonesia, particularly on sections used by heavy vehicles with loads exceeding the established limits. This overloading accelerates the deterioration of the road structure and reduces its planned service life. This study aims to evaluate the impact of excessive loads on the service life of flexible pavement on Jalan Jenderal Gatot Subroto Km 17+055 – 19+645 and to formulate technical strategies to maintain the road's service life.

The method used is the AASHTO 1993 approach with the Equivalent Single Axle Load (ESAL) concept. Secondary data analyzed include average daily traffic (LHR), traffic growth, existing pavement structure, and vehicle load violation data from the Klepu Weighbridge. The analysis results show that overload conditions increase the CESAL value from 2,020,989.83 to 4,649,421.58, and the accumulation of W18 from 14,578,951.39 to 23,064,256.41. The decrease in Remaining Life (RL) reaches 20% of the service life. To maintain a service life of 10 years, an SN of 6.45 is required, while the existing condition is only 5.32. The addition of AC-WC and AC-BC layers results in a total SN of 6.44.

This study shows that overloading has a significant impact on road service life. The strategy of increasing SN through overlays and controlling overload loads by 25% has proven effective in maintaining pavement service life. These results are expected to serve as a technical reference in the planning and management of national roads vulnerable to load violations.

***Keywords**: AASHTO 1993, Overload, Flexible pavement, Remaining life, and Road structure..*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan adalah fasilitas infrastruktur fundamental yang diperlukan oleh manusia untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain demi memenuhi kebutuhan Sendow dan Pandey, (2019). Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004, jalan adalah infrastruktur yang diperuntukkan bagi pengangkutan di darat yang meliputi; komponen jalan, sejumlah bangunan, dan fasilitas untuk lalu lintas. Umur pelayanan jalan merupakan jangka waktu yang telah direncanakan sejak awal, yaitu sejak jalan mulai dibuka hingga saat diperlukan pemeliharaan dan pelayan bagi pengguna jalan, sebelum dilakukan perbaikan atau penggantian lapisan perkerasan Hidayat dan Putra, (2024). Umur pelayanan jalan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis material yang digunakan dalam kontruksi, volume lalu lintas serta beban kendaraan yang melintasi jalan tersebut, yang semuanya berdampak pada ketahan struktur jalan. Salah satu penyebab kerusakan jalan adalah kendaraan yang membawa beban lebih dari kapasitas yang diizinkan Sendow dan Pdaney, (2019).

Gambar 1.1 Kondisi Jalan Jenderal Gatot Subroto KM18

Ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto sepanjang 3 km merupakan Jalan Nasional yang menghubungkan kota-kota besar seperti Semarang dan Surakarta. Ruas jalan ini terdiri dari 4 lajur 2 arah kawasan ini sering dilalui oleh kendaraan berat seperti truk ekspedisi, bus, truk pasir dan kendaraan berat dengan beban berlebih lainnya. Jalan ini baru direhabilitasi pada tahun 2023 karena kendaraan truk pasir yang melintas cenderung membawa beban berlebih (*overload*). Jalan Jenderal Gatoto Subroto telah mengalami sejumlah kerusakan, seperti permukaan yang terkelupas, berlubang, bergelombang, dan retak pada permukaan apshal. Kerusakan ini sering terjadi pada beberapa segmen akibat tingginya jumlah kendaraan yang membawa beban beban berlebih (*overload*). Pemerintah terus melakukan perawatan dan perbaikan secara berkala.

Untuk menghitung jumah beban yang diterima oleh perkerasan selama umur pelayanan jalan, dapat digunakan metode AASHTO*, (*1993*)* (*American Association Of State Highway An Transportation*), yang mengaplikasikan konsep beban setara aksial standar *ESAL* (*Equivalent Standard Axle Load)* untuk memperkirakan beban yang diterima oleh permukaan jalan berbagai tipe kendaraan yang melintasi, Dwi Yuliani dkk., (2020). Pendekatan ini mempertimbangkan sejumlah elemen, seperti karakteristik lalu lintas, dan tebal perkerasan jalan, guna memperkirakan masa pakai yang diharapkan dari perkerasan jalan. Dalam metode AASHTO 1993, setiap beban kendaraan dikonversi menjadi beban setara sumbu standar *ESAL* (*Equivalent Standard Axle Load)*, yang kemudian digunakan untuk menghitung total beban yang diterima oleh lapisan sepanjang masa layan. Dengan menggunakan metode ini, perancang jalan dapat memperkirakan kebutuhan untuk pemeliharaan dan perbaikan jalan berdasarkan informasi mengenai beban lalu lintas yang diperkirakan.

Penelitian menunjukan bahwa kualitas kontruksi jalan, sistem drainase, terutama kendaraan yang membawa muatan melebihi batas yang telah ditetapkan merupakan faktor utama penyebab kerusakan perkerasan jalan, beban berlebih adalah kondisi ketika kendaraan mengangkut muatan melebihi kapasitas yang telah ditentukan, baik berdasarkan klasifikasi kendaraan maupun daya dukung jalan yang dilalui.

Berdasarkan isu yang muncul, penulis ingin melakukan survei untuk mengevaluasi beban berlebih yang terjadi serta memahami seberapa signifikan penurunan masa pakai yang direncanakan untuk perkerasan jalan karena adanya beban berlebih yang melewati segmen jalan tersebut terhadap umur pelayanan perkerasan pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data sekunder dari instansi terkait seperti Balai Pengelolaan Jalan Nasional dan dari data Jembatan Timbang Klepu, dalam menghitung sisa umur perkerasan yang disebabkan oleh beban berlebih maka akan digunakan metode AASHTO 1993.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah disampaikan oleh penulis, maka rumusan masalah yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar beban berlebih kendaraan pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto?.
2. Bagaimana pengaruh kendaraan dengan membawa beban berlebih terhadap umur pelayanan perkerasan pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto?.
3. Bagaimana strategi pengendalian kendaraan dengan muatan berlebih, termasuk peningkatan nilai *Structural Number* pada perkerasan, berkontribusi dalammempertahankan umur pelayanan jalan?.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dapat disimpulkan dari rumusan masalah dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya beban berlebih Ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto.
2. Mengetahui pengaruh beban berlebih kendaraan terhadap umur pelayanan ruas jalan Jenderal Gatot Subroto.

3. Menganalisis strategi pengendalian kendaraan dengan muatan berlebih, termasuk peningkatan nilai *Structural Number,* guna mempertahankan umur pelayanan perkerasan jalan.

1.4. Batasan Penelitian

Saat melakukan penelitian agar mempermudah melakukan penelitian maka diberi batasan-batasan yang membatasi penelitian. Adapun batasan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan selama penelitian yaitu metode AASHTO 1993.
2. Lokasi penelitian yang berada pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto pada Kabupaten Ungaran.
3. Data yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah data sekunder berupa data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan data pelanggaran beban kendaraan (*overload*).
4. *Overload* yang dimaksud adalah kondisi kendaraan yang melebihi kapasitas yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

1.5. Manfaat Penelitian

Beberapa hal yang diharapkan membawa manfaat setelah adanya penelitian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan bagi pembaca mengenai efek beban berlebihan (*overload*) terhadap umur pelayanan perkerasan lentur.
2. Menambah pengetahuan bagi pembaca tentang bagaimana beban *overload* berdampak pada kebutuhan tebal perkerasan.
3. Selain itu, peneliti dapat mengetahui seberapa besar ruas jalan ini mengalami penurunan masa layan jalan dengan melihat referensi tentang evaluasi sisa umur pelayanan perkerasan berdasarkan metode AASHTO 1993 .

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Menurut UU No.38 Tahun 2004, Jalan adalah infrastruktur transportasi di darat yang mencakup semua aspek jalan, termasuk struktur tambahan dan perlengkapannya yang ditujukan untuk lalu lintas. Jalan ini dapat ditemukan di permukaan tanah, di atas tanah, di bawah tanah, atau di dalam air, serta di permukaan air, dengan pengecualian untuk jalur kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Seiring bertambahnya usia jalan, kualitas strukturnya akan menurun, terutama jika kendaraan yang melewati memiliki beban berat dan seringkali melebihi batas yang ditetapkan. Akibat dari pelaksanaan jalan yang dirancang dengan kualitas yang rendah dan juga disebabkan oleh kendaraan dengan beban yang melebihi kapasitas. Dampak nyata dari kedua penyebab tersebut adalah kerusakan permukaan jalan sebelum masa pakai perkerasan yang direncanakan tercapai. Untuk memahami dan menyelesaikan masalah ini, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengenali kondisi umur pelayanan jalan pada perkerasan lentur.

2.2. Penelitian Terdahulu Metode AASHTO 1993

Penelitian yang dilakukan oleh Gatur, dkk. (2023) yang menganalisis dampak kendaraan yang melebihi kapasitas terhadap umur jalan menggunakan metode AASHTO dan *ESAL*. Temuan dari penelitian ini mengindikasikan bahwa kelebihan muatan kendaraan dapat mengurangi umur jalan hingga 1,96 tahun, dari rencana awal sebanyak 5 tahun menjadi sekadar 3,04 tahun. Studi ini menekankan betapa pentingnya pengawasan terhadap berat kendaraan untuk memastikan keberlangsungan infrastruktur jalan. Studi ini mengungkapkan cara di mana kepadatan lalu lintas dan muatan yang berlebihan berpengaruh langsung terhadap daya tahan infrastruktur jalan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nugraha dkk., (2024) membuktikan bahwa peningkatan faktor kerusakan kendaraan (VDF) karena muatan berlebih pada kendaraan dapat mengurangi masa pakai jalan hingga 3,18 tahun dari 10 tahun yang direncanakan. Dalam hal ini, area industri di seputar Bogor menjadi salah satu penyebab utama tingginya jumlah kendaraan berat, yang menekankan pentingnya pengaturan lalu lintas untuk menghindari kerusakan dini pada infrastruktur jalan.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh, Priyanda, (2022) yang meneliti mengenai dampak kendaraan dengan muatan berlebih terhadap umur pelayanan jalan, penelitian telah dilakukan di berbagai tempat dengan hasil yang menunjukkan kesesuaian. Di jalan Kadipaten atau Pasar Balong yang menghubungkan Majalengka dan Indramayu, studi ini bertujuan untuk meneliti bagaimana kendaraan bermuatan berlebih mempengaruhi penurunan umur pelayanan jalan dengan menggunakan metode AASHTO 1993. Pengumpulan data dilakukan melalui survei lapangan untuk mengetahui berat kendaraan serta wawancara dengan supir, ditambah dengan data sekunder seperti foto jalan dan rata-rata volume lalu lintas harian (LHR). Temuan penelitian mengungkapkan bahwa kendaraan dengan beban normal memiliki nilai ekuivalen (VDF) sebesar 58.024.455,15 Lss/UR/LR selama 20 tahun dari umur pelayanan, sedangkan kendaraan yang membawa muatan berlebih mencapai 96.782.775,85 Lss/UR/LR. Akibatnya, umur pelayanan jalan yang direncanakan 20 tahun berkurang drastis menjadi hanya 6,26 tahun atau sekitar 62,6% dari rencana semula.

2.3. Penelitian Terdahulu Metode Bina Marga

Penelitian lain yang serupa juga dilakukan, Hidayat, dkk (2024) dengan studi kasus Jalan Cemara, Kota Medan yang memanfaatkan metode Bina Marga 2013. Melalui pendekatan kuantitatif, informasi diperoleh dari penelitian lapangan serta pemerintahan. Penelitian ini menganalisis angka ekuivalen kendaraan dan nilai *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (*CESAL*).

Temuan menunjukkan bahwa dengan peningkatan lalu lintas sebesar 10%, terjadi pengurangan masa pakai rencana sebesar 10% dari rencana awal 10 tahun. Beban yang berlebihan menambah tingkat kerusakan pada permukaan jalan karena konsentrasi berat yang tinggi pada sumbu kendaraan.

Di sisi lain, Penelitian oleh Mulia dkk., (2021) juga menemukan dampak signifikan dari mobil yang membawa beban berlebih terhadap masa pakai jalan. Dengan menerapkan metode perhitungan faktor kerusakan kendaraan (Damage Factor) dan analisis sisa umur program, studi ini menunjukkan bahwa umur perencanaan awal yang seharusnya 8 tahun menyusut menjadi 3,34 tahun akibat dari muatan berlebih. Data utama dikumpulkan melalui langsung, sementara data tambahan diambil dari lembaga terkait untuk melengkapi analisis. Hasil evaluasi menunjukkan kerusakan jalan yang lebih cepat terjadi karena beban yang melebihi kapasitas yang ditetapkan, sehingga mengurangi efektivitas jalan dalam mendukung kegiatan ekonomi dan transportasi.

Penelitian ini dapat dinilai berbeda dengan penelitian sebelumnya yang mengaplikasikan Metode AASHTO 1993 karena dalam penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data jumlah jenis berat kendaraan *overload*, data struktur perkerasan jalan dan data LHR dari Instansi terkait seperti Balai Pengelolaan Jalan Nasional serta data dari Jembatan Timbang Klepu dengan fokus studi pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih jelas tentang dampak dari beban berlebih pada kendaraan terhadap usia perencanaan permukaan jalan dan berperan dalam mengembangkan kebijakan pemeliharaan jalan yang lebih tepat dan efisien.

Tabel 2.1 Ringkasan Studi Pustaka yang Pernah Dilakukan

No	Nama Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode	Lokasi Penelitian
1	Gatur, dkk (2023)	Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Rencana Umur Jalan (Studi Kasus Jalan Mayjen Sungkono Kota Malang)	Untuk menganalisis pengaruh kendaraan bermuatan berlebih terhadap penurunan umur pelayanan jalan menggunakan metode AASHTO 1993, dengan fokus pada perbandingan umur pelayanan yang sudah ditentukan dengan kondisi aktual akibat kendaraan bermuatan	AASHTO 1993	Jalan Mayjen Sungkono, Kota Malang
2	Nugraha, dkk (2024)	Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan Berat Terhadap Umur pelayanan Perkerasan Jalan" (Cileungsi, Bogor)	Mengkaji dampak beban berlebih kendaraan terhadap umur pelayanan perkerasan jalan	AASHTO 1993	Cileungsi, Bogor
3	Priyanda (2022)	Dampak Kendaraan *overload* Terhadap Umur pelayanan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Kadipaten - Batas Majalengka-Indramayu)	Untuk mengetahui tingkat kelebihan beban kendaraan terhadap proyeksi umur jalan serta menghitung pengaruh kelebihan beban kendaraan terhadap umur pelayanan Jalan Mayjen Sungkono menggunakan metode AASHTO dan *ESAL*.	AASHTO 1993 & *ESAL*	Ruas Jalan Kadipaten - Batas Majalengka-Indramayu

Lanjutan Tabel 2.2 Ringkasan Studi Pustaka yang Pernah Dilakukan

No	Nama Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode	Lokasi Penelitian
4.	Hidayat, dkk (2024)	Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Pelayanan Perkerasan Jalan (Studi Kasus Jalan Cemara Medan)	Memahami pengaruh beban berlebih (*overload*) pada perkerasan jalan dan Menganalisis pengaruh beban berlebih terhadap umur pelayanan jalan dengan metode Bina Marga (BM) 2013	*CESAL* & Bina Marga 2013	Jalan Cemara, Kecamatan Medan Timur, Kota Medan
5.	Mulia, dkk (2021)	Studi Analisis Dampa Beban Kendaraan Terhadap Sisa Umur pelayanan Pada Jalan Nasional Mojosari Kabupaten Mojokerto	Untuk menghitung faktor kerusakan kendaraan (damage factor) pada Jalan Nasional Mojosari, mengetahui sisa umur pelayanan jalan akibat dampak beban berlebih, serta memberikan solusi penanganan kerusakan akibat kelebihan beban pada jalan tersebut	AASHTO 1993	Jalan Nasional Mojosari Kabupaten Mojokerto

Sumber**:** (Gatur dkk,2023), (Nugraha dkk., 2024), (Priydana,2022), (Hidayat dan Putra, 2024), (Mulia dan Danini, 2021)

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1. Definisi Jalan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004, jalan didefinisikan sebagai bagian dari infrastruktur transportasi yang mencakup seluruh elemen jalan, termasuk struktur pendukung dan perlengkapannya, yang dirancang untuk menunjang aktivitas lalu lintas. Jalan ini dapat berada di berbagai posisi baik di atas permukaan tanah, di bawah tanah, maupun di atas atau di dalam air—dengan pengecualian untuk jalur kereta api, lori, dan kabel. Sementara itu, menurut Siahaan dkk., (2022), jaringan jalan raya memiliki peran yang sangat penting dalam sistem transportasi darat, khususnya dalam mendukung kelancaran distribusi barang dan jasa di berbagai wilayah.

3.1.1.Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan kombinasi agregat dengan bahan pengikat yang dimanfaatkan untuk mendukung beban lalu lintas. Agregat yang digunakan mencakup batu pecah, batu belah, batu kali, serta limbah dari peleburan baja. Sementara itu, bahan pengikat terdiri dari aspal, semen, dan tanah liat Iqbal Musa dan Widodo, (2022). Perkerasan jalan adalah elemen penting pada jalur lalu lintas, yang jika diamati dari sudut pandang struktural pada penampang melintang, menunjukkan lapisan struktur yang terletak di posisi paling tengah dalam keseluruhan badan jalan Kumalawati dkk., (2024)

Jalan perkerasan merupakan lapisan yang tersusun dari bahan yang sesuai (yang memenuhi kriteria) dan diletakkan di atas tanah yang telah dipadatkan atau tanah dasar. Tugas utama dari struktur lapisan perkerasan adalah untuk menyebarkan tekanan yang diakibatkan oleh beban kendaraan ke area yang lebih besar pada tanah dasar di bawahnya.

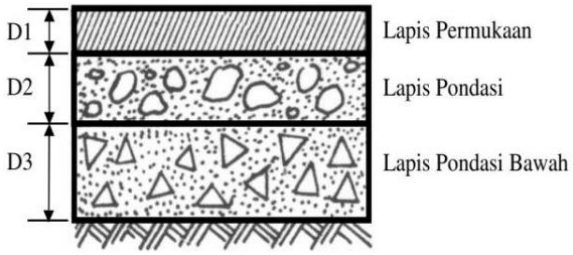
Adapun persyaratan yang harus dipenuhi oleh lapisan perkerasan adalah sebagai berikut :

1. Kuat memikul beban lalu lintas dan apa yang melintas di atasnya.
2. Dapat menahan gaya gesekan dan keausan pada roda kendaraan serta pengaruh air.
3. Memiliki tingkat keawetan yang tinggi.
4. Tekstur permukaan yang nyaman dilewati.
5. Memiliki nilai ekonomis.

3.1.2.Perkerasan lentur

Perkerasan lentur merupakan jenis konstruksi jalan yang menggunakan aspal sebagai material pengikat utama. Lapisan-lapisan pada perkerasan ini dirancang untuk menahan dan menyebarkan beban lalu lintas secara bertahap ke tanah dasar di bawahnya Sukirman, (2010). Karena menggunakan aspal, perkerasan lentur memiliki tingkat fleksibilitas yang cukup tinggi dan terdiri dari beberapa lapisan yang tersusun secara berjenjang. Konsep yang digunakan adalah sistem elastis berlapis, di mana material dengan kualitas terbaik ditempatkan pada bagian atas atau dekat permukaan, guna memastikan daya tahan terhadap beban kendaraan yang melintas Sukirman, (2010).

Perencanaan struktur perkerasan lentur pada permukaan jalan terdiri dari beberapa lapisan utama yang saling mendukung. Susunan tersebut meliputi lapisan pondasi bawah (*sub base course*), lapisan pondasi atas (*base course*), dan lapisan permukaan (*surface course*), yang semuanya diletakkan di atas tanah dasar (*subgrade*). Setiap lapisan memiliki fungsi spesifik dalam mendistribusikan beban kendaraan secara bertahap ke lapisan di bawahnya. Ilustrasi susunan lapisan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3.1 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur
(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017)

Setiap elemen dalam struktur perkerasan, termasuk tanah dasar (subgrade), memiliki peran penting dan saling mendukung dalam menahan beban lalu lintas yang melintas di atasnya. Ketebalan dari masing-masing lapisan perkerasan dirancang secara khusus agar sesuai dengan kapasitas dukung tanah dasar, sehingga beban kendaraan dapat didistribusikan secara optimal. Perkerasan lentur sendiri merupakan jenis perkerasan yang umumnya menggunakan campuran beraspal pada lapisan atas dan material berbutir pada lapisan bawah. Jenis perkerasan ini dinilai cocok untuk jalan dengan intensitas lalu lintas ringan hingga sedang, seperti jalan perkotaan, bahu jalan, jalan dengan utilitas di bawah permukaan, maupun jalan yang dibangun secara bertahap.

3.2. Muatan Beban Berlebih (*Overload)*

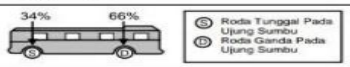
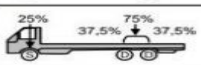
Menurut Hikmat Iskandar, beban berlebih, juga dikenal sebagai (*overload*) adalah ketika beban gandar (as) kendaraan melebihi batas beban maksimum yang diizinkan. Kerusakan dini adalah istilah untuk jumlah lalu lintas rencana, atau lintasan operasional rencana, yang terjadi sebelum umur pelayanan perkerasan Handayasari & Cahyani, (2016).

Peraturan Pemerintah No.43 tahun 1993 tentang prasarana dan lalu lintas jalan menganggap muatan sumbu kendaraan yang melebihi ketentuan yang tercantum pada peraturan yang berlaku sebagai muatan berlebih. Menurut Sukirman (2010) kerusakan pada konstruksi perkerasan dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Lalu Lintas yang berupa peningkatan beban karena repetisi beban.
2. Air, biasanya berasal dari air hujan yang terlalu banyak dan sistem drainase yang buruk yang menyebabkan kapilaritas air ke permukaan perkerasan.
3. Material untuk konstruksi perkerasan. ini dapat berasal dari sifat material yang digunakan itu sendiri dari atau akibat dari sistem pengelola atau pengangkat yang tidak memenuhi syarat, yang sering dikenal (*human error*).Karena iklim Indonesia yang tropis, suhu udara dan curah hujan yang tinggi dapat merusak struktur permukaan jalan.
4. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil, kemungkinan disebabkan oleh konstruksi yang buruk (pemadatan), sifat dasar jalan yang buruk.
5. Pemadatan yang buruk pada lapisan di atas lapisan tanah (pondasi) sehingga kepadatan minimum yang diperlukan tidak tercapai.

Jumlah berat yang diizinkan (JBI) merupakan batas berat kendaraan yang ditetapkan oleh pemerintah, dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti daya dukung jalan terlemah yang dilalui, kekuatan ban, serta desain kekuatan sumbu kendaraan. Penetapan JBI bertujuan untuk menjaga umur layanan jalan, memperpanjang masa pakai kendaraan, dan memastikan keselamatan pengguna jalan. Di sisi lain, jumlah berat bruto (JBB) ditentukan oleh pihak pabrikan berdasarkan kapasitas rancangan sumbu kendaraan. Oleh karena itu, secara logis, nilai JBI tidak boleh melebihi JBB agar kendaraan tetap beroperasi dalam batas aman dan sesuai spesifikasi teknisnya

Berikut jenis kendaraan berdasarkan jumlah berat yang diizinkan ditunjukan pada Gambar 3.2 berikut:

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (ton)	Beban Muatan Maksimum (ton)	Berat Total Maksimum (ton)	
1.1 Mobil Penumpang	1,5	0,5	2,0	
1.2 Bus	3	6	9	
1.2L Truk	2,3	6	8,3	
1.2H Truk	4,2	14	18,2	
1.22 Truk	5	20	25	
1.2 + 2.2 Trailer	6,4	25	31,4	
1.2+ 2 Trailer	6,2	20	26,2	
1.2+ 22 Trailer	10	32	42	

Gambar 3.2 Jenis Kendaraan Berdasarkan Jumlah Berat yang Diizinkan
(Sumber: Bina Marga 2017)

Menurut Bina Marga (2017), salah satu penyebab utama kerusakan pada perkerasan jalan adalah beban lalu lintas yang melebihi kapasitas yang diizinkan (*overload*). Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu udara yang tinggi, curah hujan, serta mutu konstruksi perkerasan yang kurang baik juga turut mempercepat terjadinya kerusakan. Oleh karena itu, pemeliharaan jalan secara rutin dan berkala sangat diperlukan untuk menjaga kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan, sekaligus mempertahankan daya tahan perkerasan agar dapat mencapai umur pelayanan yang telah ditetapkan Firmansyah & Anang Bakhtiar, (2025)

3.2.1.Umur Perkerasan jalan

Umur perkerasan jalan merujuk pada rentang waktu sejak jalan mulai dioperasikan hingga mencapai batas usia rencana tanpa mengalami kerusakan signifikan yang memerlukan perbaikan besar Kementerian PUPR, (2018). Dalam perencanaannya, umur perkerasan harus mempertimbangkan berbagai variabel penting, seperti intensitas beban lalu lintas, kondisi iklim di wilayah tersebut, serta jenis material yang digunakan dalam konstruksi jalan. Ketiga faktor ini sangat berpengaruh terhadap ketahanan dan kinerja perkerasan selama masa operasionalnya.

Secara umum, umur pelayanan untuk perkerasan lentur pada pembangunan jalan baru diasumsikan sekitar 20 tahun, sedangkan untuk kegiatan rehabilitasi atau perbaikan jalan, umur pelayanan yang digunakan biasanya sekitar 10 tahun Sukirman (2010). Penetapan periode desain lebih dari 20 tahun dianggap kurang efisien secara ekonomi, karena kompleksitas pengaturan lalu lintas yang tinggi serta tantangan dalam memperoleh tingkat akurasi perencanaan yang memadai. Sukirman, (2010)

3.2.2.Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Langkah awal dalam pengolahan data adalah mengidentifikasi apakah ruas jalan yang diteliti mengalami kondisi overload, yaitu beban lalu lintas yang melebihi kapasitas yang diizinkan. Setelah itu, dilakukan perhitungan sisa umur perkerasan lentur akibat beban berlebih dengan menggunakan pendekatan metode AASHTO 1993. Tahapan pertama dalam metode ini adalah menghitung laju pertumbuhan lalu lintas tahunan, yang didasarkan pada data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari satu tahun sebelumnya. Perhitungan ini menjadi dasar untuk menentukan proyeksi beban lalu lintas di masa mendatang dan pengaruhnya terhadap umur pelayanan perkerasan.

Nilai pertumbuhan lalu lintas dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3.1. sebagai berikut

$$i = (\frac{LHRn}{LHR1})^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (3.1)$$

Keterangan :

I = angka pertumbuhan lalu lintas.

LHRn = jumlah LHR pada tahun terbaru.

LHR1 = jumlah LHR pada tahun sebelumnya.

N = selisih jumlah tahun data yang diambil.

3.3. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen dari suatu beban sumbu kendaraan adalah nilai yang menunjukan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban aktual terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu gandar tunggal 18 kips (8,2 ton), dengan mempertimbangkan kekuatan struktur perkerasan jalan melalui parameter *Structural Number* (*SN*) dan karakteristik beban kendaraan.

Angka Ekuivalen dengan memperhatikan dari beberapa hal sebagai berikut.

1. Faktor perbandingan kehilangan tingkat pelayanan (Gt)
2. Faktor desain dan variasi beban sumbu (β)

Nilai faktor perbandingan kehilangan tingkat pelayanan (G) dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3.2. sebagai berikut.

$$Gt = LOG[\frac{4,2-Pt}{4,2-1,5}] \quad (3.2)$$

Keterangan:

Gt = faktor perbandingan kehilangan tingkat pelayanan.

Pt = indek Pelayanan (*serviceability index*)

Nilai faktor desain dan variasi beban sumbu (β) dapat diperoleh menggunakan Persamaan 3.3 dan Persamaan 3.4. sebagai berikut.

$$\beta_x = 0,4 + [\frac{0,081(L1s+L2s)^{3,23}}{(SN+1)^{5,19}x\,(1)^{3,23}}] \quad (3.3)$$

$$\beta_{18} = 0,4 + [\frac{0,081(L1x+L2x)^{3,23}}{(SN+1)^{5,19}x\,(1)^{3,23}}] \quad (3.4)$$

Keterangan:

β = faktor desain dan variasi beban sumbu

SN = *structural number*

L_x = beban gandar yang dievaluasi (kips),

L_{2s} = kode untuk sumbu standar 1,

L_{2x} = notasi konfigurasi sumbu (1, 2 dan 3)

1 = sumbu tunggal

2 = sumbu ganda

3 = sumbu tripel

Berdasarkan pedoman AASHTO 1993, nilai angka ekuivalen (E) dihitung setelah diperoleh parameter Gt, βx, dan β_{18}. Perhitungan E dilakukan menggunakan rumus yang tercantum dalam Persamaan 3.5.

$$\frac{Wtx}{Wt18} = \left[\frac{L1s+L2s}{L1x+L2x}\right]^{4,79} x \left[\frac{10^{\frac{Gt}{\beta x}}}{10^{\frac{Gt}{\beta 18}}}\right] x (L2x)^{4,33} \quad (3.5)$$

Keterangan:

W_{tx} = banyaknya repetisi beban gandar

W_{t18} =banyaknya repetisi beban gandar standar (sumbu tunggal 18 kips)

L_x =beban gandar yang dievaluasi (kips)

L_2 = kode jenis gandar

L_{2s} = kode sumbu standar (1= standar tunggal, 2 = sumbu ganda, 3 = sumbu triple)

L_{2x} = kode konfigurasi sumbu yang ditinjau

β_{18} = angka ekuivalen beban sumbu standar 18 kips

β_x = angka ekuivalen untuk beban sumbu aktual kendaraan

Nilai ekuivalen (E), yang juga dikenal sebagai *Load Equivalency Factor* (LEF), dapat dihitung apabila rasio antara beban aktual kendaraan $^{Wtx}/_{W18}$

diketahui. Faktor LEF untuk masing-masing tipe kendaraan ditentukan melalui Persamaan 3.6.

$$LEF = \frac{1}{Wtx/W18} \quad (3.6)$$

Keterangan.

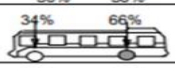
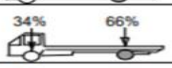
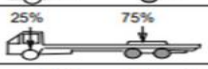
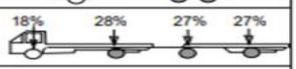
LEF = faktor *ESAL*,

$Wtx/W18$ = bilangan terbail angka ekuivalen beban dan konfigurasi sumbu 1000x pon.

Total nilai faktor *ESAL* (*LEF*) atau *Vehicle Damage Factor* (*VDF*) diperoleh dengan menjumlahkan kontribusi beban dari sumbu depan dan sumbu belakang, sebagaimana dinyatakan dalam Persamaan 3.7.

LEF total (VDF) = *LEF* depan + *LEF* belakang (3.7)

Dalam proses desain perkerasan lentur, penting untuk mengidentifikasi tipe kendaraan yang melintasi ruas jalan beserta distribusi beban pada masing-masing sumbu. Beban gandar tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan konfigurasi sumbu kendaraan. Ilustrasi klasifikasi kendaraan dapat dilihat pada Gambar 3.3.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	○ RODA TUNGGAL PADA UJUNG SUMBU ● RODA GANDA PADA UJUNG SUMBU
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 3.3 Konfigurasi Roda Kendaraan dan Angka Ekuivalen 8,16
(Sumber: Bina Marga 1983)

3.3.1.Menghitung *CESAL* Kondisi Normal dan Kondisi (*Overload*)

Dalam manual desain perkerasan jalan nomor 04/SE/Db/2017, beban sumbu standar atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (*CESAL*) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur pelayanan, yang ditentukan sebagai berikut:

Sebelum melakukan perhitungan *ESAL*, terlebih dahulu dilakukan konversi LHR dua arah dua lajur menjadi lalu lintas sumbu ekuivalen LHR pada lajur rencana menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LHR_{\text{lajur rencana}} = \text{LHR X DD X DL} \quad (3.8)$$

Keterangan:

LHR = lalu lintas harian rata-rata

DD = faktor distribusi arah.

DL = faktor distribusi lajur.

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga untuk mencari nilai *CESAL* kondisi tidak *overload* .

$$ESAL_{\text{TH-1}} = (\sum \text{LHR x VDF}) \quad (3.9)$$

$$CESAL = ESAL \text{ x } 365 \quad (3.10)$$

Sedangkan untuk mencari nilai *ESAL* kondisi *overload* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ESA_{\text{TH-1 } standart.} = (\sum \text{LHR x VDF}) \quad (3.11)$$

$$ESA_{\text{TH-1 } overload\ .} = (\sum \text{LHR x VDF}) \quad (3.12)$$

$$ESAL_{\text{kumulatif } overload\ .} = (ESA_{standart} + ESA_{overload}) \quad (3.13)$$

$$CESAL = ESAL \text{ x } 365 \quad (3.14)$$

Keterangan :

$ESA_{\text{TH-1}}$ = kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (*Equivalent Standard Axle*) pada tahun pertama.

LHR = lintasan harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari).

VDF = faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor* Standard).

VDF = faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor Overload*).

DL = faktor distribusi lajur.

CESAL = kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur pelayanan.

Untuk angka koefisien distribusi lajur yaitu DL tercantum pada Tabel Bina Marga (2017) dan AASHTO (1993) pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Angka Koefisien Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Setiap Arah	DL
1 lajur	1
2 lajur	0,8 - 1
3 lajur	0,6 – 0,8
4 lajur	0,5 – 0,75

Sumber: AASHTO (1993) dan Bina Marga (2017)

3.4. Sisa Umur Pelayanan *Remaining Life* (RL)

Menurut AASHTO*, (1993)*, sisa umur perkerasan adalah masa pakai yang berkurang atau hilang dari suatu jalan akibat beban oleh kendaraan yang melintas. Perkiraan masa pakai jalan biasanya mengikuti umur pelayanan yang telah ditetapkan dalam perencanaan. Namun, dalam prakteknya, kendaraan sering membawa muatan berlebih. Menentukan seberapa cepat atau lambat masa pakai suatu jalan berkurang, diperlukan perhitungan sisa umur perkerasan. menghitung w18 akumulasi merupakan hasil dari penjumlahan beban tahunan dari tahun pertamanya sampai tahun berjalan.

nilai $W18_{akumulasi}$ dapat diperoleh dengan menjumlahkan $W18_{aktual}$ dari tahun-tahun sebelumnya. Adapun perhitungan nilai $w18_{akumulasi.}$

$$W18_{akumulasi_n} = W18_{akumulasi\ n-1} + W18_{aktual\ n} \quad (3.15)$$

Keterangan:

$W18_{akumulasi_n}$ = total beban sumbu ekuivalen kumulatif pada tahun ke-n

$W18_{akumulasi\ n-1}$= total beban sumbu ekuivalen kumulatif hingga tahun ke- (n-1)

$W18_{aktual\ n}$ = beban sumbu ekuivalen pada tahun ke-n

Adapun untuk perhitungan nilai RL dengan Persamaan berikut:

$$RL = 100\ [1 - (\frac{Np}{N1.5})] \quad (3.16)$$

Keterangan:

RL = *remaining life.*

Np = akumulasi W18 per tahun.

$N_{1.5}$ = akumulasi W18 tahun terakhir umur pelayanan.

3.5. Nilai *Structural Number* (SN)

Structural Number (*SN*) adalah nilai yang mempersentasikan kekuatan struktur perkerasan jalan, yang dihitung berdasarkan proyeksi volume lalu lintas dalam kondisi muatan berlebih (*overload*). Nilai ini digunakan untuk memastikan bahwa struktur perkerasan tetap mampu menahan beban kendaraan bermuatan berlebih pada masa mendatang. Sesuai dengan AASHTO 1993 digunakan Persamaan sebagai berikut.

$$\text{Log}_{10}\ W_{t18} = 9{,}36.\ \log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{\log 10(\frac{4{,}2-Pt}{4{,}2-1{,}5})}{0{,}40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5{,}19}}} \quad (3.17)$$

Keterangan:

W_{t18} = banyaknya repetisi beban gandar standar (sumbu tunggal 18 kips).

SN = *structural number.*

P_t = indeks pelayanan Terminal (*Terminal Serviceability Index*).

Tabel 3.2 Nilai Berdasarkan Fungsi Jalan (Pt)

Jenis Jalan	Fungsi Pelayanan	Nilai Pt
Jalan Lokal/Kolektor	Lalu Lintas Ringan	2,0
Jalan Arteri Sekunder	Lalu Lintas Sedang	2,5
Jalan Arteri Primer/Nasional	Lalu Lintas Berat / Strategis	2,5–3,0

Sumber: AASHTO (1993)

3.5.1.*Structural Number* (SN)

Dalam metode desain perkerasan AASHTO 1993, angka struktural (SN) digunakan sebagai dasar untuk menentukan ketebalan masing-masing lapisan perkerasan. Nilai SN mencerminkan kapasitas struktural yang dibutuhkan dan dihitung menggunakan Persamaan 3.18.

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3 \quad (3.18)$$

Keterangan:

SN = s*tructural number*

D1 = tebal lapisan permukaan

D2 = tebal lapis pondasi.

D3 = tebal lapis pondasi bawah

m2 = koefisien drainase lapis pondasi

m3 = koefisien drainase lapis pondasi bawah

a1 = koefisien lapis permukaan

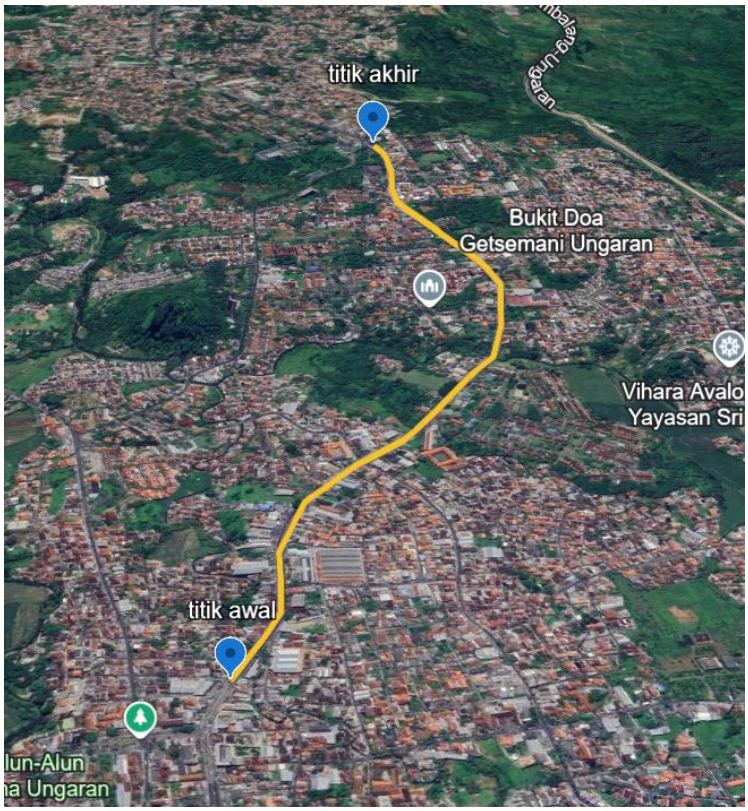
a2 = koefisien pondasi

a3 = koefisien lapis pondasi bawah

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto Ungaran. denah lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Pada Ruas Jalan Jenderal Gatot (Ungaran)
(Sumber: Google Earth)

4.2. Jenis Data

Dalam melakukan penelitian. Data merupakan faktor yang berpengaruh dan sangat dibutuhkan. Berikut data yang dibutuhkan selama penelitian ini.

1. Data Primer

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh langsung dari kegiatan survei lapangan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi serta interaksi langsung dengan responden di area pos pemeriksaan Jembatan Timbang Klepu. Sebelumnya, peneliti telah menyiapkan surat permohonan resmi sebagai akses untuk mendapatkan informasi terkait klasifikasi kendaraan dan jumlah pelanggaran yang terjadi. Selain itu, data primer juga didukung oleh dokumentasi berupa foto-foto kondisi jalan yang diambil langsung di lokasi, tepatnya di ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto, Ungaran.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari sumber-sumber yang sudah tersedia sebelumnya, seperti publikasi resmi dan brosur yang dikeluarkan oleh instansi terkait. Untuk mendapatkan data tersebut, peneliti melakukan kunjungan langsung ke beberapa lembaga, yaitu Balai Pengelola Transportasi Darat Kelas II Jawa Tengah serta Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah - DI Yogyakarta. Proses pengambilan data dilakukan dengan mengajukan surat permohonan secara resmi. Jenis data yang diperoleh umumnya mencakup informasi yang sulit didapatkan melalui observasi lapangan, seperti jumlah kendaraan dengan muatan berlebih yang melintasi Jembatan Timbang Klepu, data lalu lintas harian rata-rata (LHR), serta struktur perkerasan pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto Ungaran.

4.3. Teknis Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data primer dilakukan dengan turun langsung ke lapangan, salah satunya melalui wawancara dengan petugas yang berjaga di Jembatan Timbang Klepu. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dua instansi terkait, yaitu kantor Balai Pengelola Transportasi Darat Kelas II Jawa Tengah dan Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah - Daerah Istimewah Yogyakarta. Data dari kedua lembaga tersebut sangat penting karena digunakan dalam analisis penurunan umur pelayanan jalan akibat kendaraan yang melebihi batas muatan. Dengan adanya data yang akurat dan lengkap, proses analisis terhadap penurunan masa layanan jalan - khususnya pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto di wilayah Kabupaten Ungaran, Provinsi Jawa Tengah - dapat dilakukan secara lebih tepat dan mendalam.

4.4. Tahap Penelitian

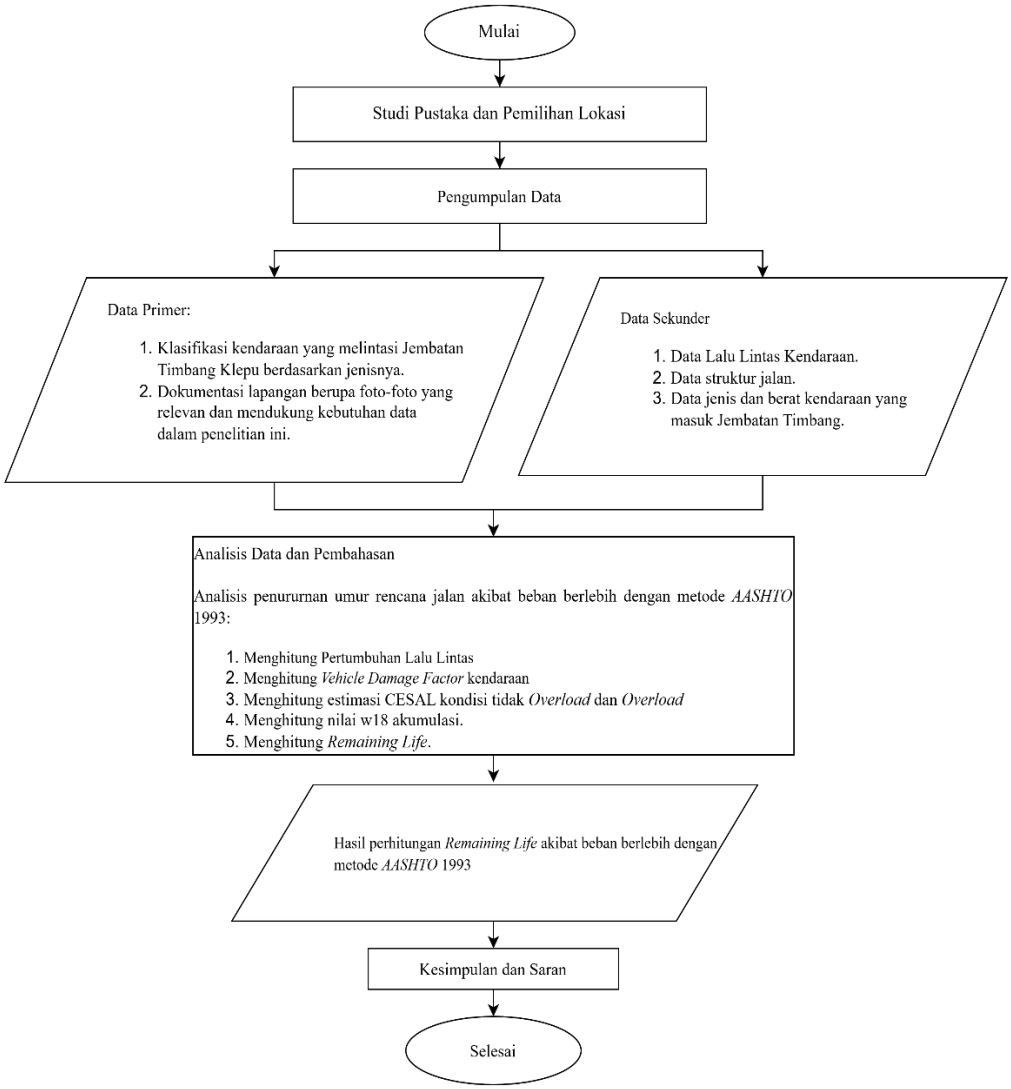
Metode analisis data yang digunakan pada penelitian

Berikut Langkah - Langkah perhitungan penelitian ini.

1. Untuk mendapatkan beban berlebih kendaraan dilakukan dengan mencari angka ekuivalen masing - masing jenis kendaraan.
2. Survey jembatan timbang untuk mengetahui besaran muatan berlebih kendaraan.
3. Data LHR dari Kantor Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah - DI Yogyakarta.
4. Nilai pertumbuhan lalu lintas dengan LHR yang telah didapat.
5. Nilai *Load Equivalensi Factor* (*LEF*) normal .
6. Nilai *Load Equivalensi Factor* (*LEF*) akibat *overload* .
7. Nilai estimasi *CESAL* W_{18} lajur rencana normal.
8. Nilai estimasi *CESAL overload* W_{18} lajur rencana *overload* .
9. Nilai *Remaining Life* (*RL*) untuk masing – masing kondisi dengan menggunakan perbandingan nilai angka kumulatif W_{18} rencana dan nilai W_{18} *overload*.
10. Dari hasil perhitungan akan diambil kesimpulan.

4.5. *Flowchart* penelitian

Secara keseluruhan proses pelaksanaan penelitian digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.2 *Flowchart* Penelitian

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Data Lalu Lintas

5.1.1. Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto (Ungaran) dianalisis berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari tahun 2016 hingga 2024, sesuai dengan umur pelayanan *overlay* pada ruas jalan ini ditetapkan selama 10 tahun, maka proyeksi LHR akan diperhitungkan hingga tahun 2025 menggunakan Persamaan 3.1 Data LHR diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – Daerah Istimewa Yogyakarta karena ruas ini merupakan bagian dari jaringan Jalan Nasional.

5.1.2. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata

Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto (Ungaran) yang diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah - Daerah Istimewah Yogyakarta mencakup periode 2016 hingga 2024 dengan klasifikasi golongan kendaraan seperti tercantum pada Tabel 5.1.

Berdasarkan Tabel 5.1 di bawah, kendaraan yang digunakan dalam analisis hanya mencakup golongan 3 hingga golongan 7c. Golongan 1 (sepeda motor), golongan 2 (kendaraan penumpang), serta golongan 8 (kendaraan tidak bermotor) tidak dimasukan karena kontribusinya terhadap beban perkerasan dianggap sangat kecil.

Tabel 5.1 Lalu Lintas Harian Rata-Rata Ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto (Ungaran)

LHR 2 ARAH									
Klasifikasi Kendaraan	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Golongan 3	3.224	3.927	4.739	4.862	4.895	4.925	5.065	5.375	5.665
Golongan 4	3.673	3.969	4.473	4.688	4.713	4.812	5.021	5.385	5.234
Golongan 5a	1.359	1.424	1.493	1.564	1.639	1.595	1.695	2.056	2.456
Golongan 5b	1.692	1.873	1.858	1.948	2.041	1.975	2.135	2.564	2.814
Golongan 6a	1.705	1.787	1.873	1.962	2.057	1.985	2.045	2.585	2.935
Golongan 6b	4.720	4.847	4.784	5.433	5.694	5.575	5.625	5.848	6.253
Golongan 7a	1.533	1.407	1.684	1.765	1.849	1.795	1.965	2.427	2.763
Golongan 7b	443	464	487	510	534	510	575	782	957
Golongan 7c	1.370	1.336	1.505	1.577	1.653	1.595	1.687	1.876	2.402
Total	19.719	21.034	22.896	24.309	25.075	24.767	25.813	28.898	31.479

Sumber**:** Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta, (2025)

5.1.3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada Tabel 5.1, pertumbuhan lalu lintas pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto (Ungaran) dihitung secara spesifik untuk setiap golongan kendaraan. Perhitungan dilakukan menggunakan data LHR tahunan mulai tahun 2016 hingga 2024, yang kemudian diproyeksikan untuk memperkirakan volume lalu lintas pada tahun rencana, yaitu tahun 2025. Pendekatan pertumbuhan disusun berdasarkan masing-masing golongan kendaraan agar hasil perhitungan dapat merepresentasikan karakteristik lalu lintas secara lebih rinci. Selain itu, tren penurunan akibat pandemi covid-19 turut diperhitungkan agar proyeksi yang dihasilkan tetap konsisten dengan kondisi lalu lintas aktual dan mencerminkan perkembangan yang lebih wajar.

5.1.4. Perhitungan Pertumbuhan Tahunan per Golongan

Perhitungan pertumbuhan tahunan dilakukan untuk setiap golongan kendaraan berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari tahun 2016 hingga 2024. Nilai pertumbuhan dihitung secara tahunan, kemudian dirata-ratakan guna memperoleh tren umum yang akan digunakan dalam memproyeksikan volume lalu lintas pada tahun rencana, yaitu tahun 2025

Diketahui (Golongan 3):

LHR_{2016} = 3.224 kendaraan/hari

LHR_{2017} = 3.927 kendaraan/hari

n = 2017-2016

= 1 tahun

Maka, faktor pertumbuhan lalu lintas menggunakan Persamaan 3.1:

$$i = (\frac{LHR2017}{LHR2016})^{\frac{1}{n}} - 1$$

$$i = (\frac{3.927}{3.224})^{1} - 1 \ = 0{,}0939 \approx 9\%$$

Adapun, contoh melakukan perhitungan rata-rata dari setiap golongannya dari 2016-2024

$$i = \frac{9+9+1+0+0+1+3+3}{8} = 3{,}25\%$$

Dengan melakukan cara yang sama, mencari nilai pertumbuhan pergolongan selanjutnya sampai 2024. Rekapitulasi perhitungan nilai pertumbuhan 2016 – 2024 dan rata-rata seperti pada Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Rata-rata Pertumbuhan Lalu lintas per golongan Tahun 2016-2024

Gol.	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024	Rata-Rata %
3	9	9	1	0	0	1	3	3	3
4	4	6	2	2	1	2	3	-1	2
5a	2	2	2	10	-1	3	9	9	5
5b	5	2	2	2	-2	4	9	5	3
6a	2	2	2	2	-2	1	11	6	3
6b	1	-1	6	2	-1	0	2	3	2
7a	-4	9	2	2	-1	4	10	10	4
7b	2	2	2	2	-2	6	14	6	4
7c	-1	6	2	2	-2	3	5	12	3

5.1.5. Pertumbuhan Lalu Lintas Tahun 2025

Berdasarkan Tabel 5.2 di atas, rata-rata pertumbuhan lalu lintas tertinggi per tahun terjadi pada Golongan 7b dan 7c, masing-masing sebesar 6%. Golongan 6a dan 7a juga menunjukkan tren pertumbuhan yang signifikan, dengan rata-rata sebesar 5% per tahun. Beberapa golongan seperti 7a dan 7c sempat mengalami penurunan selama masa pandemi covid-19, namun tetap menunjukkan tren positif secara keseluruhan. Nilai rata-rata pertumbuhan ini digunakan sebagai dasar proyeksi volume lalu lintas pada tahun rencana, yaitu tahun 2025. Setelah diperoleh nilai rata-rata pertumbuhan lalu lintas tahunan untuk setiap golongan kendaraan selama periode 2016 – 2024, langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi volume lalu lintas tahun 2025 melalui perhitungan sebagai berikut.

$$LHR_{2025} = LHR_{2024} + (LHR_{2024} \times i)$$

Keterangan:

LHR_{2025} = volume lalu lintas tahun 2025 (kendaraan/hari)

LHR_{2024} = volume lalu lintas pergolongan tahun 2024

I = rata-rata pertumbuhan tahunan (dari hasil Tabel 5.2)

Diketahui (Golongan 3):

LHR_{2025} = volume lalu lintas tahun 2025 (kendaraan/hari)

LHR_{2024} = 5.665

I = 3%

LHR_{2025} = 5.665 + (5.665 x 3%)

= 5.858

Diketahui (Golongan 4):

LHR_{2025} = volume lalu lintas tahun 2025 (kendaraan/hari)

LHR_{2024} = 5.234

I = 2%

LHR_{2025} = 5.234 + (5.234 x 2%)

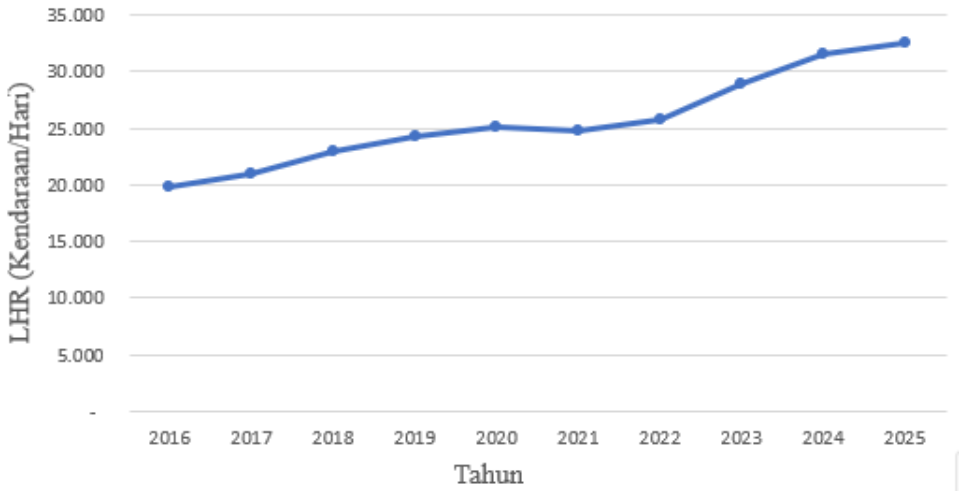
= 5.361

Nilai pertumbuhan lalu lintas harian rata-rata untuk setiap golongan kendaraan hingga golongan 7c dihitung dengan cara yang sama. Rekapitulasi hasil perhitungan untuk tahun 2025 ditampilkan pada Tabel 5.3, sedangkan data historis lengkap tahun 2016–2024 terdapat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Lalu Lintas Harian Rata-Rata Kendaraan Setiap Golongan Tahun 2023-2025

(Berdasarkan Hasil Perhitungan dengan LHR Tahun Dasar 2024)			
Klasifikasi	**2023**	**2024**	**2025**
Golongan 3	5.375	5.665	5.858
Golongan 4	5.385	5.234	5.361
Golongan 5a	2.056	2.456	2.569
Golongan 5b	2.564	2.814	2.910
Golongan 6a	2.585	2.935	3.031
Golongan 6b	5.848	6.253	6.360
Golongan 7a	2.427	2.763	2.871
Golongan 7b	782	957	997
Golongan 7c	1.876	2.402	2.483
Total	28.898	31.479	32.440

Berdasarkan Tabel 5.1 dan Tabel 5.3, dapat disusun grafik yang menggambarkan tren lalu lintas harian rata-rata (LHR) total pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto dari tahun 2016 hingga 2025. Secara umum, terlihat adanya kecenderungan peningkatan volume lalu lintas setiap tahunnya. Penurunan sempat terjadi pada tahun 2021, yang diduga merupakan dampak dari pandemi covid-19. Pada tahun 2025, proyeksi menunjukkan lonjakan signifikan dengan arah pertumbuhan lalu lintas yang konsisten, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 LHR Total Jalan Jenderal Gatot Subroto Tahun 2016-2025

5.2. Nilai *Structural Number* (*SN*) Jalan Jenderal Gatot Subroto

Dalam perencanaan struktur perkerasan lentur, nilai *Structural Number* (SN) merupakan parameter utama yang digunakan untuk menggambarkan kekuatan struktural total dari sistem perkerasan. Nilai SN dihitung berdasarkan kontribusi dari setiap lapisan perkerasan dengan mempertimbangkan koefisien lapisan (*layer coefficient*), tebal lapisan, dan faktor drainase, sesuai dengan pendekatan yang diadopsi dalam AASHTO 1993.

Pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto telah diketahui tebal perkerasan rencana dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Tebal Lapisan Perkerasan Lentur

Tebal Lapisan Perkerasan Lentur	
Jenis Material	**Tebal Lapisan (cm)**
AC–WC (*Bearing Course)*	4,00
AC-BC (*Binder Course*)	6,00
AC-Base	8,00
Agregat Kelas A	20,00
Agregat Kelas B	45,00

Sumber**:** Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – DI Yogyakarta (2025)

Nilai koefisien lapisan (*layer coefficient*) untuk setiap lapisan perkerasan ditentukan berdasarkan pendekatan nilai standar yang merujuk pada metode AASHTO 1993 serta nilai umum yang lazim digunakan dalam proyek jalan nasional di Indonesia. Penetapan ini dilakukan karena tidak tersedia data hasil uji laboratorium terhadap material perkerasan.

Sementara itu, faktor drainase diasumsikan sebesar 1,0 untuk lapisan aspal yang dianggap bersifat *impermeabel*. Untuk lapisan granular, yaitu agregat dasar kelas A dan kelas B, digunakan nilai faktor drainase masing-masing sebesar 0,90 (drainase sedang/baik) dan 0,80 (drainase sedang/kurang). Asumsi ini diambil karena tidak tersedia data hasil uji kondisi lapangan, dan lokasi perkerasan memiliki sistem drainase yang tergolong cukup baik. Nilai-nilai koefisien umum yang digunakan, baik berdasarkan AASHTO 1993 maupun praktik nasional di Indonesia, dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Nilai Referensi Umum Untuk Koefisien Lapisan

Nilai Koefisien Umum			
Jenis Material	**Koefisien Lapisan (a) ***	**Rentang AASHTO 1993**	**Keterangan**
AC–WC (*WearingCourse)*	0,44	0,40 - 0,45	Aspal kualitas tinggi, permukaan
AC-BC (*Binder Course*)	0,40	0,35 - 0,44	Aspal menengah, lapisan pengikat
AC-Base	0,36	0,34 - 0,40	Aspal pada bagian bawah
Agregat Kelas A	0,14	0,13 - 0,14	Batu pecah, agregat berkualitas tinggi
Agregat Kelas B	0,11	0,11 - 0,12	Sirtu,laterit,kualitas sedang-rendah

Sumber: AASHTO Guide (1993),

Asumsi**:***Nilai ini digunakan sebagai pendekatan konservatif berdasarkan AASHTO (1993), Irianto & Jefry R. Warayaan, (2019), Buku Silvia Sukirman

Setelah diketahui tebal dan koefisien masing-masing perkerasan pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto, menghitung nilai *Structural Number* (SN) nilai SN dihitung menggunakan Persamaan 3.18 sebagai berikut:

$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$

Keterangan:

α_i = koefisien lapisan ke-I (*layer coefficient*)

D_i = tebal lapisan ke-I (dalam satuan inch)

m_i = factor drainase lapisan ke-I (diasumsikan $m_i = 1$)

Lapisan perkerasan AC-WC

AC-WC= 4,00 / 2,54 = 1,57

SN = 0,44 x 1,57 x 1 = 0,69

Dengan menggunakan cara yang sama untuk mencari AC-BC sampai agregat kelas B disajikan dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Rekap Tebal Lapisan Perkerasan Berdasarkan AASHTO 1993

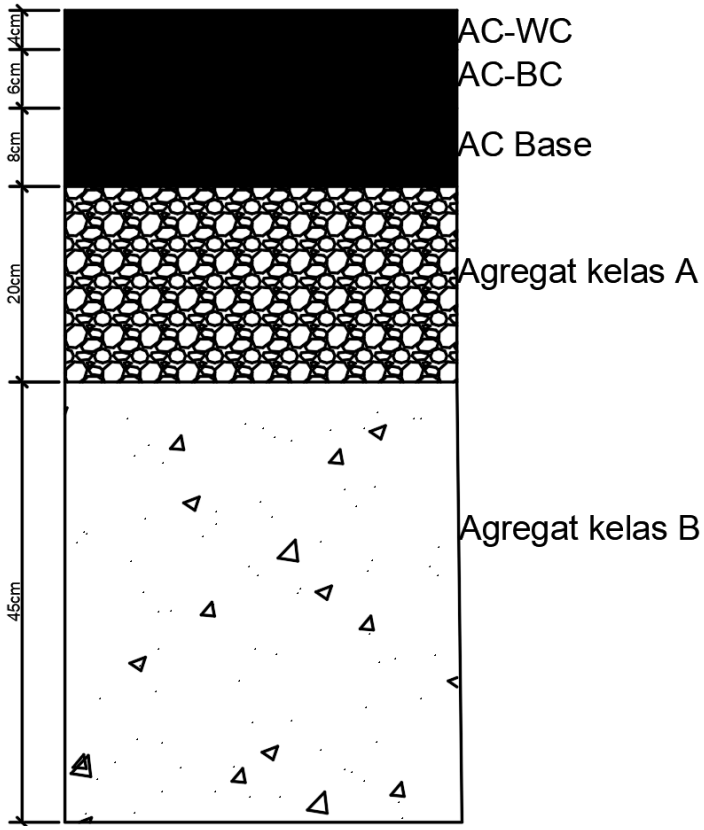
Rekap Tebal Lapisan Perkerasan					
Jenis Material	**Koefisien Lapisan (a) ***	**Tebal (cm) ****	**Tebal (inch)**	**Drainase (m) *****	***Structural Number***
AC–WC (Wearing Course)	0,44	4,00	1,57	1	0,69
AC-BC (binder Course)	0,40	6,00	2,36	1	0,94
AC-Base	0,36	8,00	3,15	1	1,13
Agregat Kelas A	0,14	20,00	7,87	0,9	0,99
Agregat Kelas B	0,11	45,00	17,72	0,8	1,56
Total					5,32

Sumber:**Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – Daerah Istimewah Yogyakarta

Asumsi**:***Nilai ini digunakan sebagai pendekatan konservatif

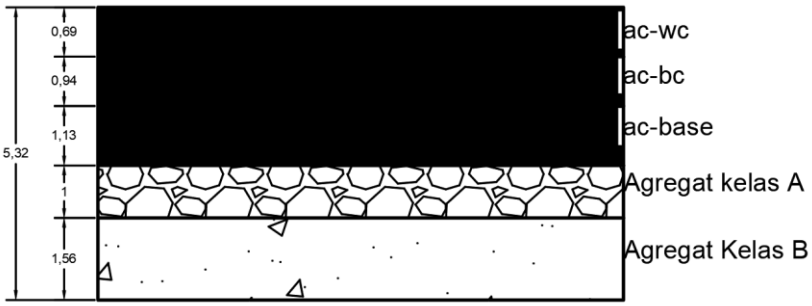
***Berdasarkan buku Silvia Sukirman Tabel 5.9, AASHTO (1993)

Berdasarkan hasil rekapitulasi tebal lapis perkerasan yang telah disajikan pada Tabel 5.6, maka dapat ditampilkan Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 penampang struktur perkersan jalan yang didapat dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – Daerah Istimewah Yogyakarta dan hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993.



Gambar 5.2. Struktur Perkerasan Lentur Ruas Jenderal Gatoto Subroto

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jawa Tengah – Daerah Istimewah Yogyakarta



Gambar 5.3. Struktur Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

5.3. Beban Kendaraan *Overload*

Beban kendaraan *overload* yang tercatat di Jembatan Timbang Klepu pada tahun 2024 diklasifikasikan ke dalam empat golongan. Penggolongan ini merujuk pada ketentuan Pasal 12 Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 1 Tahun 2012, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 berikut:

Tabel 5.7 Data Kendaraan Masuk Jembatan Timbang Klepu Tahun 2024

Rekapitulasi Kendaraan Masuk		
Golongan	**Kendaraan pertahun**	**berat kendaraan (ton)**
Golongan 3	9.821	75,846
Golongan 4	11.456	89,850
Golongan 6a	35.958	292,447
Golongan 6b	24.489	358,562
Golongan 7a	22.725	492,684
Golongan 7b	32.951	785,256
Golongan 7c	19.842	495,624

Sumber: UPPKB Klepu Semarang, (2024)

Berdasarkan Tabel 5.7, dilakukan klasifikasi terhadap kendaraan yang melanggar dan yang tidak melanggar ketentuan muatan. Kendaraan dengan muatan berlebih antara 0% hingga 5% dari jumlah berat yang diizinkan (JBI), sesuai dengan Pasal 13 Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 01 Tahun 2012, dikategorikan sebagai kendaraan *overload*. Informasi mengenai kendaraan dengan muatan berlebih tersebut disajikan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Data Kendaraan Melanggar Jembatan Timbang Klepu Tahun 2024

Rekapitulasi Kendaraan *Overload*		
Golongan	**Kendaraan pertahun**	**berat kendaraan (ton)**
Golongan 3	4.961	30,159
Golongan 4	6.295	75,927
Golongan 6a	10.801	215,612
Golongan 6b	14.230	295,290
Golongan 7a	11.325	372,299
Golongan 7b	18.616	589,256
Golongan 7c	3.842	132,624

Sumber: UPPKB Klepu Semarang, (2024)

Berdasarkan Tabel 5.8 di atas, dilakukan analisis untuk mengestimasi rata-rata berat kendaraan *overload* pada setiap golongan. Perhitungan dilakukan dengan membagi total berat kendaraan dalam satu tahun dengan jumlah kendaraan pelanggar pada tahun tersebut. Dari hasil perhitungan diperoleh rata-rata berat per kendaraan dalam satuan ton. Tahapan perhitungannya adalah sebagai berikut:

Berat per kendaraan = Kendaraan Pertahun / 1000 / Berat Kendaraan

Berat per kendaraan = 4.961 / 1000 / 30,158

Per Kendaraan (gol.3) = 6,08 Ton

Hasil perhitungan sebelumnya menghasilkan estimasi rata-rata berat kendaraan *overload* pada setiap golongan. Nilai ini digunakan untuk mengetahui besarnya beban yang dibawa oleh kendaraan pelanggar. Adapun berat kendaraan yang dikategorikan standar (JBI) dapat dilihat pada Tabel 5.9. Rincian rata-rata berat per kendaraan berdasarkan masing-masing golongan ditampilkan pada Tabel 5.10. berikut.

Tabel 5.9 Berat Muatan Kendaraan Standar

Berat Rata-rata Kendaraan standar	
Golongan	**Berat Kendaraan (Ton)**
Golongan 3	2
Golongan 4	5
Golongan 5a	6
Golongan 5b	9
Golongan 6a	8
Golongan 6b	15
Golongan 7a	25
Golongan 7b	28
Golongan 7c	31

Sumber: Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat (2020)

Tabel 5.10 Berat Muatan *Overload* Per Kendaraan

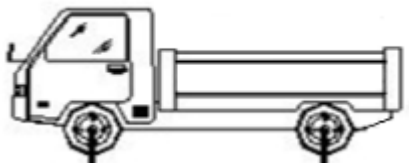
Berat Rata-rata *Overload* Per Kendaraan		
Golongan	**Jumlah Pelanggaran Setiap Golongan Per-hari (Kend/Hari)**	**Berat Per Kendaraan (Ton/Hari)**
Golongan 3	14	6,08
Golongan 4	17	12,06
Golongan 5a	*	6
Golongan 5b	*	9
Golongan 6a	30	19,96
Golongan 6b	40	20,75
Golongan 7a	31	32,87
Golongan 7b	52	31,65
Golongan 7c	11	34,52

*Golongan 5a dan 5b tidak memasuki jembatan timbang

Sumber: UPPKB Klepu Semarang (2024)

VDF atau angka ekuivalen (AE) dalam konteks *CESAL overload* dihitung berdasarkan data muatan berlebih dari tiap golongan kendaraan. Perhitungan ini mempertimbangkan nilai S*tructural Number* (SN) sesuai kondisi perkerasan, serta nilai *Terminal Serviceability* (Pt) sebesar 2,5, mengacu pada pendekatan AASHTO 1993 untuk jalan utama, arteri, dan jalan Nasional dengan volume lalu lintas tinggi. Analisis VDF hanya diterapkan pada kendaraan yang tercatat di Jembatan Timbang Klepu, yaitu golongan 3, 4, 6a, 6b, 7a, 7b, dan 7c, yang menunjukkan variasi muatan aktual. Sementara itu, kendaraan golongan 5a dan 5b diasumsikan menggunakan

beban standar. Sebagai contoh, kendaraan golongan 3 (pickup/mobil angkutan barang) dianalisis menggunakan Persamaan 3.2 hingga 3.7.



Gambar 5.4 Pick up/Mobil Angkutan Barang Golongan 3

a. Gandar Depan

SN = 5,32 (Tabel 5.6)

Pt = 2,5 (sukirman dan AASHTO 1993)

L1s = 18 Kips

L2s = 1 *Single Axle*

L1x = 6,08 T x 2,20462 pound (lb)

= 13,40 x 50%

= 6,7 kips

L2x =1 *Single Axle*

Gt $= LOG[\frac{4,2-\mathrm{Pt}}{4,2-1,5}]$

$= LOG\,[\frac{4,2-2,5}{4,2-1,5}]$

= - 0,20091

Setelah nilai Gt telah diperoleh Langkah selanjutnya adalah menghitung βx dan β18 menggunakan Persamaan 3.3 dan Persamaaan 3.4.

β_{18} $= 0,4 + [\frac{0,081(\mathrm{L1s+L2s})^{3,23}}{(\mathrm{SN+1})^{5,19}x\,(1)^{3,23}}]$

$= 0,4 + [\frac{0,081(18+1)^{3,23}}{(5,32+1)^{5,19}x\,(1)^{3,23}}]$

= 0,4762

β_{x} $= 0,4 + [\frac{0,081(\mathrm{L1x+L2x})^{3,23}}{(\mathrm{SN+1})^{5,19}x\,(1)^{3,23}}]$

$= 0,4 + [\frac{0,081(6.7+1)^{3,23}}{(5,32+1)^{5,19}x\,(1)^{3,23}}]$

= 0,4041

Untuk menghitung $\frac{Wtx}{Wt18}$ menggunakan Persamaan 3.5 sebagai berikut.

$$\frac{Wtx}{Wt18} = [\frac{\text{L1s+L2s}}{\text{L1x+L2x}}]^{4,79} x [\frac{10^{\frac{Gt}{\beta x}}}{10^{\frac{Gt}{\beta 18}}}] x (L2x)^{4,33}$$

$$= [\frac{18+1}{6,7+1}]^{4,79} x [\frac{10^{\frac{-0,2009}{0,4041}}}{10^{\frac{-0,2009}{0,4762}}}] x (1)^{4,33}$$

$$= 63,6299$$

Setelah didapat nilai $\frac{Wtx}{Wt18}$ maka nilai LEF dapat diitung dengan menggunakan Persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$LEF = 1 / \frac{Wtx}{Wt18}$$

$$= 1 / 63,6299$$

$$= 0,01572 \textit{ ESAL}$$

b. Gandar Belakang

SN = 5,32 (Tabel 5.6)

Pt = 2,5 (sukirman dan AASHTO 1993)

L1s = 18 Kips

L2s = 1 *Single Axle*

L1x = 6,08 T x 2,20462 pound (lb)

= 13,40 x 50%

= 6,7 kips

L2x =1 *Single Axle*

$$Gt = LOG[\frac{4,2-\text{Pt}}{4,2-1,5}]$$

$$= LOG\,[\frac{4,2-2,5}{4,2-1,5}]$$

$$= - 0,20091$$

Setelah nilai Gt telah diperoleh Langkah selanjutnya adalah menghitung βx dan β18 menggunakan Persamaan 3.3 dan Persamaaan 3.4.

$$\beta_{18} = 0,4 + [\frac{0,081(\text{L1s+L2s})^{3,23}}{(\text{SN+1})^{5,19} x\,(1)^{3,23}}]$$

$$= 0,4 + [\frac{0,081(18+1)^{3,23}}{(5,32+1)^{5,19} x\,(1)^{3,23}}]$$

$$= 0,4762$$

β_x $= 0{,}4 + [\frac{0{,}081(L1x+L2x)^{3,23}}{(SN+1)^{5,19} x\ (1)^{3,23}}]$

$= 0{,}4 + [\frac{0{,}081(6.7+1)^{3,23}}{(5{,}32+1)^{5,19} x\ (1)^{3,23}}]$

$= 0{,}4041$

Untuk menghitung $\frac{Wtx}{Wt18}$ menggunakan Persamaan 3.5 sebagai berikut.

$\frac{Wtx}{Wt18}$ $= [\frac{L1s+L2s}{L1x+L2x}]^{4,79} x [\frac{10^{\frac{Gt}{\beta x}}}{10^{\frac{Gt}{\beta 18}}}] x (L2x)^{4,33}$

$= [\frac{18+1}{6,7+1}]^{4,79} x [\frac{10^{\frac{-0,2009}{0,4041}}}{10^{\frac{-0,2009}{0,4762}}}] x (1)^{4,33}$

$= 63{,}6299$

Setelah didapat nilai $\frac{Wtx}{Wt18}$ maka nilai LEF dapat diitung dengan menggunakan Persamaan 3.6 sebagai berikut.

LEF $= 1 / \frac{Wtx}{Wt18}$

$= 1 / 63{,}6299$

$= 0{,}01572$ *ESAL*

Perhitungan dilakukan pada golongan 3, Dengan menggunakan cara yang sama untuk setiap golongan kendaraan seperti pada Tabel 5.10.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan *Overload* Gandar Depan

Jenis Kendaraan	Golongan kendaraan	Beban Depan		L2s	βx	β18	wx/w18	LEF
		ton	kips					
Pick Up	3	6,08	6,700	1	0,4041	0,4762	63,6299	0,0157
Pick Up, Mickro Truk Dan Mobil Hantaran	4	12,06	13,290	1	0,4304	0,4762	3,5292	0,2834
Bus Kecil	5a	6	6,615	1	0,4040	0,4762	67,0771	0,0149
Bus Besar	5b	9	6,746	1	0,4042	0,4762	61,8694	0,0162
Truk 1	6a	19,96	22,010	1	0,5415	0,4762	0,4493	2,2259
Truk 2	6b	20,75	15,548	1	0,4488	0,4762	0,4493	0,5475
Truk 3 Sumbu	7a	32,87	18,118	1	0,4778	0,4762	0,9739	1,0268
Truk Gandeng	7b	31,65	17,438	1	0,4692	0,4762	1,1381	0,8787
Truk Semi Trailer	7c	34,52	19,020	1	0,4903	0,4762	1,2494	1,2494

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan *Overload* Gandar Belakang

Jenis Kendaraan	Golongan Kendaraan	Beban Belakang		L2s	βx	β18	wx/w18	LEF
		ton	kips					
Pick Up	3	6,08	6,700	1	0,4041	0,4762	63,6299	0,0157
Pick Up, Mickro Truk Dan Mobil Hantaran	4	12,06	13,290	1	0,4304	0,4762	3,5292	0,2834
Bus Kecil	5a	6	6,615	1	0,4040	0,4762	67,0771	0,0149
Bus Besar	5b	9	13,094	2	0,4363	0,4762	55,3987	0,0181
Truk 1	6a	19,96	22,010	1	0,5415	0,4762	2,2259	2,2259
Truk 2	6b	20,75	30,182	2	0,8182	0,4762	2,4185	0,4135
Truk 3 sumbu	7a	32,87	54,353	2	2,9539	0,4762	4,0208	4,0208
Truk Gandeng	7b	31,65	52,313	3	2,8048	0,4762	0,6408	0,6408
Truk Semi Trailer	7c	34,52	57,060	3	3,5375	0,4762	0,9187	0,9187

Langka selanjut menghitung total LEF/VDF untuk setiap jenis kendaraan menggunakan Persamaan 3.7 berikut.

VDF = LEF depan + LEF belakang

= 0,0157 + 0,0157

= 0,0314

Langkah perhitungan VDF *overload* yang dilakukan menggunakan golongan kendaraan 3, dengan melakukan cara yang sama untuk setiap jenis kendaraan dan untuk kondisi normal menggunakan berat standar (JBI). Lalu dibandingkan kondisi normal dan *overload* perbandingan ini mencakup golongan kendaraan 3, 4, 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, 7c sepertipada Tabel 5.13

Tabel 5.13 Perbandingan Nilai VDF Kendaraan

Jenis Kendaraan	**Golongan Kendaraan**	**Perbandingan Nilai VDF Kendaraan**	
		VDF Standar	**VDF *Overload* 44%**
Pick Up	3	0,0006	0,0314
Pick Up, Mickro Truk Dan Mobil Hantaran	4	0,0172	0,5667
Bus Kecil	5a	0,0298	0,0298
Bus Besar	5b	0,0342	0,0342
Truk 2	6a	0,1221	4,4518
Truk 2	6b	0,3243	0,9610
Truk 3 Sumbu	7a	2,0147	5,0476
Truk Gandeng	7b	1,1239	1,5194
Truk Semi Trailer	7c	1,7048	2,1681

5.4. Analisis *CESAL* Berdasarkan Kondisi Muatan

Dalam rangka mengevaluasi beban kumulatif kendaraan terhadap umur pelayanan perkerasan jalan, analisis beban sumbu setara (*CESAL*) dilakukan dengan mempertimbangkan dua kondisi operasional kendaraan, yaitu saat kendaraan beroperasi dalam batas muatan yang diizinkan (tidak *overload*) serta saat terjadi pelanggaran kapasitas muatan (*overload*). Pemisahan kedua kondisi ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak beban lalu lintas terhadap kinerja struktur jalan. Uraian lebih lanjut mengenai hasil perhitungan *CESAL* untuk masing-masing kondisi disajikan pada sub bab berikutnya.

5.4.1. *CESAL* Pada Kondisi Normal

Pada kondisi kendaraan yang beroperasi tanpa melebihi kapasitas muatan (tidak *overload*) dengan umur pelayanan 10 tahun pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto Subroto, nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) dalam perhitungan *CESAL* disesuaikan dengan situasi di lapangan. Dalam hal ini, diasumsikan bahwa kendaraan yang melintasi jalan berada dalam kondisi muatan normal sesuai ketentuan yang berlaku.

Sebelum dilakukan perhitungan nilai *CESAL* tahunan, tahap pertama yang harus dilakukan adalah mengubah data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari kondisi 4 lajur 2 arah menjadi lalu lintas ekuivalen untuk satu lajur rencana. Proses konversi ini dilakukan dengan menggunakan rumus pada Persamaan 3.8.

$$\text{LHR Gol.3}_{\text{lajur rencana}} = (\sum \text{LHR}_{\text{total}} \text{ X DD X DL})$$

$$= (3.224 \text{ x } 0{,}5 \text{ x } 0{,}8)$$

$$= 1.290$$

Proses konversi ini bertujuan untuk menghasilkan gambaran yang representatif mengenai volume lalu lintas kendaraan yang melalui satu lajur rencana. Data LHR yang telah dikonversi menjadi dasar penting dalam menghitung beban lalu lintas ekuivalen yang bekerja pada sumbu kendaraan. Dengan demikian, hasil perhitungan *CESAL* yang diperoleh mampu mencerminkan kondisi yang terjadi di lapangan. Setelah diperoleh nilai LHR lajur rencana untuk setiap jenis kendaraan, perhitungan *Equivalent Single Axle Load* (*ESAL*) tahunan dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.9. Namun, karena faktor distribusi lajur (DL) telah diperhitungkan pada tahap konversi sebelumnya, maka dalam perhitungan ini DL tidak lagi dimasukkan ke dalam perhitungan.

ESAL gol.3 = (∑LHR Lajur renana x VDF Normal)

= (1.290 x 0,0006)

= 0,72

Setelah diperoleh akumulasi harian nilai *ESAL* untuk tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 5.14, tahap selanjutnya adalah menghitung total *ESAL* tahunan dengan mengacu pada formula yang tercantum dalam Persamaan 3.10 berkut.

CESAL gol.3 *overload* = *ESAL* x 365

= 3.129,69 x 365

= 1.142.336,01

Jadi, nilai *CESAL* tahun 2016 pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto km 17 – Km 19 sebesar 1.142.336,01 *CESAL*

Dengan menggunakan cara yang sama untuk tahun berikutnya sampai dengan umur pelayanan 10 tahun, rekapitulasi perhitungan nilai *ESAL* untuk tahun 2016 – 2025 dapat dilihat pada Tabel 5.14 sampai Tabel 5.23 berikut.

Tabel 5.14 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2016

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	1.290	0,0006	0,72
4	1.469	0,0172	25,29
5a	544	0,0298	16,21
5b	677	0,0342	23,16
6a	682	0,1221	83,30
6b	1.888	0,3243	612,19
7a	613	2,0147	1.235,42
7b	177	1,1239	199,16
7c	548	1,7048	934,24
Total			3.129,69
W18 Rencana Tahun 2016			1.142.336,01

Tabel 5.15 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2017

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	1.571	0,0006	0,88
4	1.588	0,0172	27,33
5a	570	0,0298	16,98
5b	749	0,0342	25,63
6a	715	0,1221	87,30
6b	1.939	0,3243	628,66
7a	563	2,0147	1.133,88
7b	186	1,1239	208,60
7c	534	1,7048	911,05
Total			3.040,33
W18 Rencana Tahun 2017			1.109.719,72

Tabel 5.16 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2018

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	1.896	0,0006	1,06
4	1.789	0,0172	30,80
5a	597	0,0298	17,81
5b	743	0,0342	25,43
6a	749	0,1221	91,51
6b	1.914	0,3243	620,49
7a	674	2,0147	1.357,11
7b	195	1,1239	218,94
7c	602	1,7048	1.026,30
Total			3.389,44
W18 Rencana Tahun 2018			1.237.147,28

Tabel 5.17 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2019

Gol.	LHR lajur rencana	VDF	*ESAL*
3	1.945	0,0006	1,09
4	1.875	0,0172	32,28
5a	626	0,0298	18,65
5b	779	0,0342	26,66
6a	785	0,1221	95,85
6b	2.173	0,3243	704,67
7a	706	2,0147	1.422,39
7b	204	1,1239	229,28
7c	631	1,7048	1.075,40
Total			3.606,27
W18 Rencana Tahun 2019			1.316.288,91

Tabel 5.18 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2020

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	1.958	0,0006	1,10
4	1.885	0,0172	32,45
5a	656	0,0298	19,55
5b	816	0,0342	27,93
6a	823	0,1221	100,49
6b	2.278	0,3243	738,52
7a	740	2,0147	1.490,08
7b	214	1,1239	240,07
7c	661	1,7048	1.127,22
Total			3.777,42
W18 Rencana Tahun 2020			2.155.050,42

Tabel 5.19 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2021

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	1.970	0,0006	1,11
4	1.925	0,0172	33,14
5a	638	0,0298	19,02
5b	790	0,0342	27,03
6a	794	0,1221	96,98
6b	2.230	0,3243	723,09
7a	718	2,0147	1.446,57
7b	204	1,1239	229,28
7c	638	1,7048	1.087,67
Total			3.663,87
W18 Rencana Tahun 2021			1.337.312,82

Tabel 5.20 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2022

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	2.026	0,0006	1,14
4	2.008	0,0172	34,57
5a	678	0,1221	82,81
5b	854	0,0298	25,46
6a	818	0,0342	27,99
6b	2.250	0,3243	729,57
7a	786	2,0147	1.583,57
7b	230	1,1239	258,50
7c	675	1,7048	1.150,41
Total			3.894,02
W18 Rencana Tahun 2022			1.421.316,01

Tabel 5.21 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2023

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	2.150	0,0006	1,21
4	2.154	0,0172	37,08
5a	822	0,1221	100,45
5b	1.026	0,0298	30,58
6a	1.034	0,0342	35,38
6b	2.339	0,3243	758,49
7a	971	2,0147	1.955,89
7b	313	1,1239	351,56
7c	750	1,7048	1.279,29
Total			4.549,92
W18 Rencana Tahun 2023			1.660.721,89

Tabel 5.22 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2024

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	2.266	0,0006	1,27
4	2.094	0,0172	36,04
5a	982	0,0298	29,29
5b	1.126	0,0342	38,51
6a	1.174	0,1221	143,39
6b	2.501	0,3243	811,02
7a	1.105	2,0147	2.226,66
7b	383	1,1239	430,24
7c	961	1,7048	1.637,98
Total			5.354,41
W18 Rencana Tahun 2024			1.954.360,09

Tabel 5.23 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi Normal Tahun 2025

Gol.	LHR Lajur Rencana	VDF	*ESAL*
3	2.343	0,0006	1,31
4	2.144	0,0172	36,91
5a	1.027	0,0298	30,63
5b	1.164	0,0342	39,83
6a	1.212	0,1221	148,08
6b	2.544	0,3243	824,96
7a	1.149	2,0147	2.314,02
7b	399	1,1239	448,12
7c	993	1,7048	1.693,08
Total			5.536,96
W18 Rencana Tahun 2025			2.020.989,83

5.4.2. *CESAL* Pada Kondisi *Overload*

Pada kondisi kendaraan yang beroperasi melebihi batas kapasitas muatan yang diizinkan (*overload*), perhitungan nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF) dalam analisis *CESAL* disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan yang mencerminkan adanya pelanggaran terhadap regulasi muatan kendaraan. Ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto dengan umur pelayanan 10 tahun dijadikan acuan dalam estimasi beban kumulatif. Dalam skenario ini, diasumsikan bahwa sebagian kendaraan yang melintasi jalan membawa muatan melebihi batas standar, sehingga memberikan kontribusi kerusakan yang lebih besar terhadap struktur perkerasan jalan dibandingkan kondisi normal.

Sebelum dilakukan perhitungan nilai *CESAL* tahunan, tahap pertama yang harus dilakukan adalah mengubah data lalu lintas harian rata-rata (LHR) dari kondisi dua arah dua lajur menjadi lalu lintas ekuivalen untuk satu lajur rencana. Proses konversi ini dilakukan dengan menggunakan rumus pada Persamaan 3.11.

$$\text{LHR Gol.3}_{\text{lajur rencana}} = (\sum \text{LHR}_{\text{total}} \text{ X DD X DL})$$
$$= (3.224 \text{ x } 0{,}5 \text{ x } 0{,}8)$$
$$= 1.290$$

Proses konversi ini bertujuan untuk menghasilkan gambaran yang representatif mengenai volume lalu lintas kendaraan yang melalui lajur rencana. Data LHR yang telah dikonversi menjadi dasar dalam menghitung beban lalu lintas ekuivalen yang bekerja pada sumbu kendaraan. Dengan demikian, hasil perhitungan *CESAL* yang diperoleh mampu mencerminkan kondisi yang terjadi di lapangan. Setelah diperoleh nilai LHR lajur rencana untuk setiap jenis kendaraan, perhitungan *Equivalent Single Axle Load* (*ESAL*) tahunan dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.12 dan Persamaan 3.13.

ESAL gol.3 tanpa *overload* $= (\sum$LHR jenis kendaraan x VDF Normal)
$= (1.290 \text{ x } 0{,}0006)$
$= 0{,}43$

ESAL gol.3 *overload* = (∑LHR jenis kendaraan x VDF Normal)
= (14 x 0,0314)
= 0,72

ESAL gol.3 =(*ESAL*gol.3 tanpa *overload*+*ESAL* gol.3 *overload*)
= (0,43+ 0,72)
= 1,15

Setelah diperoleh akumulasi harian nilai *ESAL* untuk tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 5.24, tahap selanjutnya adalah menghitung total *ESAL* tahunan dengan mengacu pada formula yang tercantum dalam Persamaan 3.14 berkut.

ESAL gol.3 *overload* = ESAL x 365
= 5.178,52 x 365
= 1.890.160,31

Jadi, nilai *ESAL* tahun 2016 pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto km 17 – Km 19 sebesar 1.890.160,31 *ESAL*

Dengan menggunakan cara yang sama untuk tahun berikutnya sampai dengan umur pelayanan 10 tahun, rekapitulasi perhitungan nilai *ESAL* untuk tahun 2016 – 2025 dapat dilihat pada Tabel 5.24 sampai Tabel 5.33 berikut

Tabel 5.24 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2016

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	1.290	14	1.276	0,0006	0,0314	0,43	0,72	1,15
4	1.469	17	1.452	0,0172	0,5667	9,91	24,99	34,90
5a	544	0	544	0,0298	0,0298	-	16,21	16,21
5b	677	0	677	0,0342	0,0342	-	23,16	23,16
6a	682	30	652	0,1221	4,4518	133,57	79,63	213,20
6b	1.888	40	1.848	0,3243	0,9610	37,99	599,37	637,36
7a	613	31	582	2,0147	5,0476	158,79	1.172,04	1.330,83
7b	177	52	125	1,1239	1,5194	78,57	141,04	219,61
7c	548	11	537	1,7048	2,1681	23,14	916,04	939,18
Total								5.178,52
W18 Overload Tahun 2016								1.890.160,31

Tabel 5.25 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2017

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	1.571	20	1.551	0,0006	0,0314	0,62	0,87	1,49
4	1.588	25	1.562	0,0172	0,5667	14,27	26,90	41,17
5a	570	0	570	0,0298	0,0298	-	16,98	16,98
5b	749	0	749	0,0342	0,0342	-	25,63	25,63
6a	715	43	672	0,1221	4,4518	192,33	82,03	274,36
6b	1.939	57	1.882	0,3243	0,9610	54,70	610,21	664,91
7a	563	45	518	2,0147	5,0476	228,66	1.042,62	1.271,27
7b	186	74	111	1,1239	1,5194	113,14	124,91	238,05
7c	534	15	519	1,7048	2,1681	33,32	884,85	918,17
Total								3.452,04
W18 *Overload* Tahun 2017								1.259.993,75

Tabel 5.26 Nilai Estimasi ESAL Pada Kondisi *Overload* Tahun 2018

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	1.896	29	1.867	0,0006	0,0314	0,90	1,05	1,95
4	1.789	36	1.753	0,0172	0,5667	20,55	30,18	50,73
5a	597	0	597	0,0298	0,0298	-	17,81	17,81
5b	743	0	743	0,0342	0,0342	-	25,43	25,43
6a	749	62	687	0,1221	4,4518	276,96	83,91	360,87
6b	1.914	82	1.832	0,3243	0,9610	78,77	593,91	672,68
7a	674	65	608	2,0147	5,0476	329,26	1.225,69	1.554,95
7b	195	107	88	1,1239	1,5194	162,93	98,42	261,35
7c	602	22	580	1,7048	2,1681	47,98	988,57	1.036,55
Total								3.982,31
W18 Overload Tahun 2018								1.453.541,89

Tabel 5.27 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2019

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	1.945	41	1.904	0,0006	0,0314	1,29	1,07	2,36
4	1.875	52	1.823	0,0172	0,5667	29,59	31,38	60,97
5a	626	0	626	0,0298	0,0298	-	18,65	18,65
5b	779	0	779	0,0342	0,0342	-	26,66	26,66
6a	785	90	695	0,1221	4,4518	398,82	84,91	483,73
6b	2.173	118	2.055	0,3243	0,9610	113,42	666,40	779,82
7a	706	94	612	2,0147	5,0476	474,14	1.233,14	1.707,28
7b	204	154	50	1,1239	1,5194	234,61	55,74	290,35
7c	631	32	599	1,7048	2,1681	69,09	1.021,07	1.090,16
Total								4.459,99
W18 Overload Tahun 2019								1.627.897,13

Tabel 5.28 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2020

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	1.958	59	1.899	0,0006	0,0314	1,86	1,07	2,93
4	1.885	75	1.810	0,0172	0,5667	42,61	31,16	73,77
5a	656	0	656	0,0298	0,0298	-	19,55	19,55
5b	816	0	816	0,0342	0,0342	-	27,93	27,93
6a	823	129	694	0,1221	4,4518	574,31	84,74	659,04
6b	2.278	170	2.108	0,3243	0,9610	163,33	683,41	846,74
7a	740	135	604	2,0147	5,0476	682,76	1.217,56	1.900,33
7b	214	185	28	1,1239	1,5194	281,54	31,82	313,36
7c	661	46	615	1,7048	2,1681	99,49	1.048,99	1.148,48
Total								4.992,12
W18 Overload Tahun 2020								1.822.124,73

Tabel 5.29 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2021

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	1.970	85	1.885	0,0006	0,0314	2,68	1,06	3,74
4	1.925	108	1.817	0,0172	0,5667	61,36	31,27	92,63
5a	638	0	638	0,0298	0,0298	-	19,02	19,02
5b	790	0	790	0,0342	0,0342	-	27,03	27,03
6a	794	186	608	0,1221	4,4518	827,00	74,29	901,29
6b	2.230	245	1.985	0,3243	0,9610	235,19	643,73	878,92
7a	718	195	523	2,0147	5,0476	983,18	1.054,14	2.037,32
7b	204	195	9	1,1239	1,5194	295,61	10,62	306,23
7c	638	66	572	1,7048	2,1681	143,27	975,02	1.118,29
Total								5.384,46
W18 Overload Tahun 2021								2.742.875,80

Tabel 5.30 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2022

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	2.026	123	1.903	0,0006	0,0314	3,86	1,07	4,93
4	2.008	156	1.852	0,0172	0,5667	88,35	31,89	120,24
5a	678	0	678	0,0298	0,0298	-	20,22	20,22
5b	854	0	854	0,0342	0,0342	-	29,22	29,22
6a	678	268	410	0,1221	4,4518	1.190,88	50,14	1.241,02
6b	2.250	352	1.898	0,3243	0,9610	338,68	615,29	953,97
7a	786	280	506	2,0147	5,0476	1.415,78	1.018,47	2.434,25
7b	230	214	16	1,1239	1,5194	325,18	17,97	343,15
7c	675	95	580	1,7048	2,1681	206,31	988,19	1.194,49
Total								6.341,48
W18 Overload Tahun 2022								2.314.641,41

Tabel 5.31 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2023

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	2.150	177	1.973	0,0006	0,0314	5,56	1,11	6,67
4	2.154	225	1.929	0,0172	0,5667	127,23	33,22	160,45
5a	822	0	822	0,0298	0,0298	-	24,52	24,52
5b	1.026	0	1.026	0,0342	0,0342	-	35,09	35,09
6a	822	385	437	0,1221	4,4518	1.714,87	53,40	1.768,26
6b	2.339	508	1.832	0,3243	0,9610	487,70	593,93	1.081,63
7a	971	404	567	2,0147	5,0476	2.038,72	1.142,14	3.180,86
7b	313	235	77	1,1239	1,5194	357,69	86,98	444,67
7c	750	137	613	1,7048	2,1681	297,08	1.045,69	1.342,77
TOTAL								8.044,93
W18 Overload Tahun 2023								2.936.400,33

Tabel 5. 32 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2024

Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		Esa *Overload*	Esa Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	2.266	255	2.011	0,0006	0,0314	8,01	1,13	9,14
4	2.094	323	1.770	0,0172	0,5667	183,21	30,48	213,69
5a	982	0	982	0,0298	0,0298	-	29,29	29,29
5b	1.126	0	1.126	0,0342	0,0342	-	38,51	38,51
6a	1.174	555	619	0,1221	4,4518	2.469,41	75,64	2.545,05
6b	2.501	731	1.770	0,3243	0,9610	702,29	574,06	1.276,34
7a	1.105	582	524	2,0147	5,0476	2.935,76	1.054,88	3.990,63
7b	383	294	89	1,1239	1,5194	447,12	99,51	546,62
7c	961	197	763	1,7048	2,1681	427,80	1.301,60	1.729,40
Total								10.378,67
W18 Overload Tahun 2024								3.788.215,30

Tabel 5. 33 Nilai Estimasi *ESAL* Pada Kondisi *Overload* Tahun 2025

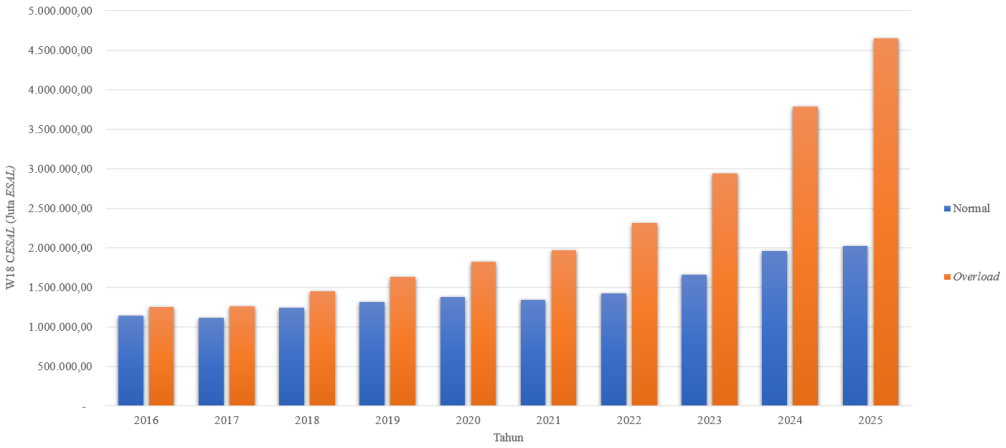
Gol.	LHR Lajur Rencana	Kendaraan Melanggar	Tidak Melanggar	VDF (AE)		*ESAL* *Overload*	*ESAL* Tanpa *Overload*	*ESAL* / Hari
				Standart	*Overload*			
3	2.343	367	1.976	0,0006	0,0314	11,53	1,11	12,64
4	2.144	466	1.679	0,0172	0,5667	263,82	28,90	292,72
5a	1.027	0	1.027	0,0298	0,0298	-	30,63	30,63
5b	1.164	0	1.164	0,0342	0,0342	-	39,83	39,83
6a	1.212	799	414	0,1221	4,4518	3.555,95	50,52	3.606,47
6b	2.544	1052	1.492	0,3243	0,9610	1.011,29	483,73	1.495,02
7a	1.149	838	311	2,0147	5,0476	4.227,49	626,65	4.854,14
7b	399	338	60	1,1239	1,5194	514,18	67,78	581,97
7c	993	284	709	1,7048	2,1681	616,03	1.208,70	1.824,72
Total								12.738,14
W18 Overload Tahun 2025								4.649.421,58

Setelah dilakukan perhitungan estimasi nilai beban lalu lintas ekuivalen (*CESAL*) untuk kondisi kendaraan normal dan *overload* pada masing-masing tahun, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.34 ini menyajikan perbandingan nilai *CESAL* tahunan tahun 2016 hingga 2025 antara dua kondisi tersebut, dengan tujuan untuk menunjukkan sejauh mana pengaruh kendaraan *overload* terhadap peningkatan beban lalu lintas yang ditanggung oleh perkerasan jalan.

Tabel 5. 34 Perbandingan Nilai *CESAL* Tahunan Kondisi Normal dan *Overload* (2016 - 2025)

Perbandingan Nilai Estimasi *CESAL* Normal dan *CESAL Overload*		
Tahun	**Normal**	***Overload***
2016	1.142.336,01	1.246.692,97
2017	1.109.719,72	1.259.993,75
2018	1.237.147,28	1.453.541,89
2019	1.316.288,91	1.627.897,13
2020	1.378.758,83	1.822.124,73
2021	1.337.312,82	1.965.327,32
2022	1.421.316,01	2.314.641,41
2023	1.660.721,89	2.936.400,33
2024	1.954.360,09	3.788.215,30
2025	2.020.989,83	4.649.421,58

Sebagai upaya untuk memvisualisasikan secara lebih terstruktur perbedaan nilai *CESAL* antara kendaraan bermuatan normal dan kendaraan *overload*, data pada Tabel 5.34 disajikan kembali dalam bentuk grafik batang. Penyajian grafik ini bertujuan untuk menampilkan pola pertumbuhan beban lalu lintas ekuivalen selama periode 2016 hingga 2025 secara sistematis, serta mendukung proses analisis perbandingan antar kondisi melalui pendekatan visual yang lebih informatif. Visualisasi tersebut ditampilkan pada Gambar 5.5, yang memperlihatkan kecenderungan peningkatan nilai *CESAL* pada kondisi *overload*, dengan lonjakan yang konsisten setiap tahunnya bila dibandingkan dengan kondisi kendaraan bermuatan normal.



Gambar 5. 5 Grafik Perbandingan *CESAL* Kondisi Normal dan *Overload*

5.4.3. Nilai W18 Aktual dan Akumulasi kondisi Normal dan *Overload*

W18 Aktual merupakan jumlah beban lalu lintas tahunan yang dinyatakan dalam satuan ekuivalen sumbu standar (*ESAL*), dihitung berdasarkan data volume kendaraan pada tahun berjalan untuk kedua kondisi, yaitu kendaraan bermuatan normal dan *overload*. Nilai ini merepresentasikan besarnya beban yang diterima oleh perkerasan jalan setiap tahun, sesuai dengan data lalu lintas aktual serta faktor beban kendaraan yang digunakan dalam perhitungan.

Sementara itu, W18 akumulasi merupakan hasil penjumlahan seluruh nilai W18 aktual, dimulai dari tahun awal umur pelayanan hingga tahun terakhir. Setelah diperoleh nilai W18 aktual untuk setiap tahun, sebagaimana tercantum pada Tabel 5.34 untuk kondisi normal dan *overload*, maka perhitungan W18 akumulasi dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.15.

$W18_{akumulasi}$ 2017 $= W18_{akumulasi\ n-1} + W18_{aktual\ n}$

= akumulasi 2016 + aktual 2017

= 1.142.336,01 + 1.142.336,01

$W18_{akumulasi}$ 2017 = 2.252.055,73

Perhitungan nilai akumulasi tiap tahun untuk kondisi normal dan *overload* menggunakan pendekatan yang sama seperti perhitungan untuk akumulasi tahun 2017. Hasil perhitungan dari semua tahun pada kondisi normal dan *overload* tersebut kemudian direkapitulasi dan disajikan secara teratur dalam Tabel 5.35 berikut:

Tabel 5. 35 Rekapitulasi W18 Aktual dan Akumulasi Normal dan *Overload*

Tahun	W18 Kondisi Normal		W18 Kondisi *Overload*	
	Aktual	Akumulasi	Aktual	Akumulasi
2016	1.142.336,01	1.142.336,01	1.246.692,97	1.246.692,97
2017	1.109.719,72	2.252.055,73	1.259.993,75	2.506.686,72
2018	1.237.147,28	3.489.203,01	1.453.541,89	3.960.228,61
2019	1.316.288,91	4.805.491,92	1.627.897,13	5.588.125,74
2020	1.378.758,83	6.184.250,75	1.822.124,73	7.410.250,47
2021	1.337.312,82	7.521.563,57	1.965.327,32	9.375.577,79
2022	1.421.316,01	8.942.879,57	2.314.641,41	11.690.219,20
2023	1.660.721,89	10.603.601,47	2.936.400,33	14.626.619,53
2024	1.954.360,09	12.557.961,56	3.788.215,30	18.414.834,83
2025	2.020.989,83	14.578.951,39	4.649.421,58	23.064.256,41

5.5. Analisis Sisa Umur Perkerasan *Remaining Life* (RL)

Secara teoritis, masa layan suatu jalan seharusnya berakhir tepat sesuai dengan umur pelayanan jalan yang telah ditetapkan. Namun, dalam kondisi dilapangan seringkali ditemukan kendaraan yang melintasi jalan dengan kondisi kendaraan muatan yang melebihi batas yang telah ditentukan.

5.5.1. Nilai *Remaining Life* (RL) Rencana

Perhitungan nilai *Remaining Life* (RL) menggunakan Persamaan 3.16, di mana perhitungan dilakukan dengan membandingkan nilai akumulasi W18 pada tahun pertama dengan nilai akumulasi pada tahun terakhir umur pelayanan (lihat Tabel 5.35). Proses ini dilakukan untuk sepanjang umur pelayanan, sehingga nilai RL untuk tahun 2016 diperoleh sebagai berikut:

Diketahui:

Np = ∑W18 rencana 2016 = 1.142.336,01

N1,5 = ∑W18 rencana 2025 = 14.578.951,39

Maka, Nilai RL $= 100\ x\ [1\frac{Np}{N1,5}]$

$= 100\ x\ [1\frac{1.142.336,01}{14.578.951,39}]$

= 92 %

Perhitungan dilakukan untuk tahun 2017 – 2025 dengan cara yang sama berikut rekapitulasi perhitungan *Remaining Life* (RL) rencana untuk dari 2017 – 2025 seperti pada Tabel 5.36 di bawah ini.

Tabel 5. 36 Rekapitulasi Nilai *Remaining Life* (RL) Rencana

Tahun	W18 Kondisi Normal		RL Rencana %
	Aktual	Akumulasi	
2016	1.142.336,01	1.142.336,01	92
2017	1.109.719,72	2.252.055,73	85
2018	1.237.147,28	3.489.203,01	76
2019	1.316.288,91	4.805.491,92	67
2020	1.378.758,83	6.184.250,75	58
2021	1.337.312,82	7.521.563,57	48
2022	1.421.316,01	8.942.879,57	39
2023	1.660.721,89	10.603.601,47	27
2024	1.954.360,09	12.557.961,56	14
2025	2.020.989,83	14.578.951,39	0

5.5.2. Nilai *Remaining Life* (RL) *Overload*

Perhitungan nilai *Remaining Life* (RL) menggunakan Persamaan 3.16, di mana perhitungan dilakukan dengan membandingkan nilai akumulasi W18 pada tahun pertama *overload* dengan nilai akumulasi pada tahun terakhir umur pelayanan (lihat Tabel 5.35). Proses ini dilakukan untuk sepanjang umur pelayanan, sehingga nilai RL untuk tahun 2016 diperoleh sebagai berikut:

Diketahui:

Np = ∑W18 *overload* 2016 = 1.246.692,97

N1,5 = ∑W18 rencana 20 = 14.578.951,39

Maka, Nilai RL $= 100\ x\ [1\frac{Np}{N1,5}]$

$= 100\ x\ [1\frac{2.265.662,64}{14.578.951,39}]$

= 91 %

Perhitungan dilakukan untuk tahun 2017 – 2025 dilakukan dengan cara yang sama berikut rekapitulasi perhitungan *Remaining Life* (RL) *overload* untuk dari 2017 – 2025 seperti pada Tabel 5.37 di bawah ini.

Tabel 5. 37 Rekapitulasi Nilai *Remaining Life* (RL) *Overload*

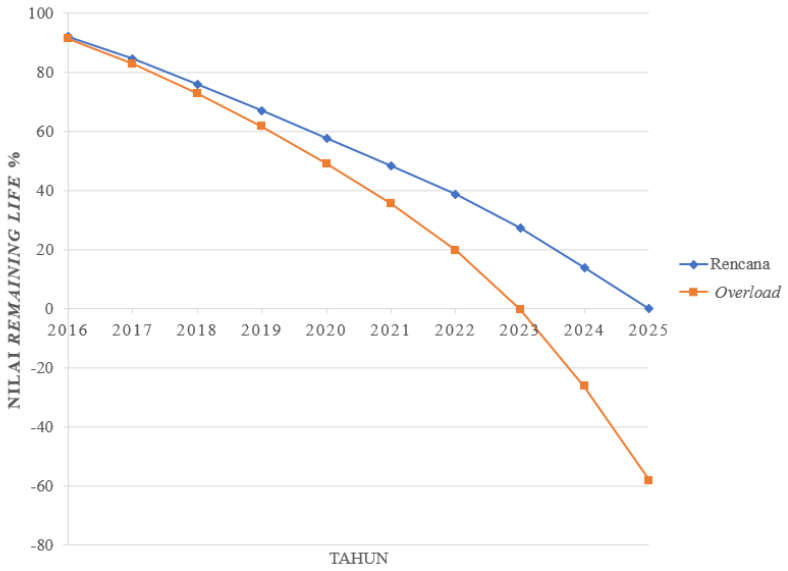
Tahun	Rencana	*Overload*	RL *Overload* %
	Akumulasi	Akumulasi	
2016	1.171.395,63	1.278.477,74	91
2017	2.307.661,23	2.568.941,57	83
2018	3.576.610,00	4.059.935,80	73
2019	4.926.262,37	5.729.333,63	62
2020	6.340.011,62	7.598.104,40	49
2021	7.711.218,39	9.613.988,86	36
2022	9.169.968,62	11.990.065,61	20
2023	10.876.557,84	15.006.773,48	0
2024	12.883.717,46	18.897.064,69	-26
2025	14.959.566,88	23.672.161,07	-58

Berdasarkan analisis penurunan umur dari struktur perkerasan, dapat dilakukan perbandingan antara sisa perkerasan dalam keadaan normal dan sisa perkerasan dalam keadaan beban berlebih. Berikut adalah Tabel 5.38 yang menunjukkan perbandingan antara nilai RL rencana dan RL dalam kondisi *overload* .

Tabel 5. 38 Perbandingan Nilai RL Rencana dan RL Kondisi *Overload*

Tahun	*Remaining Life* (RL) %	
	Rencana	*Overload*
2016	92	91
2017	85	83
2018	76	73
2019	67	62
2020	58	49
2021	48	36
2022	39	20
2023	27	0
2024	14	-26
2025	0	-58

Dari Tabel 5. 38 diatas dapat dilihat dari perbandingan nilai RL rencana dan RL *overload* seperti Gambar 5.6 di bawah ini.



Gambar 5. 6 Nilai *Remaining Life* Rencana dan *Remaining Life Overload*

Berdasarkan grafik diatas jika dengan kondisi beban dalam keadaan normal umur pelayanan dapat tercapai pada tahun 2025, dengan adanya kondisi kendaraan yang mengalami *overload* maka umur pelayanan jalan dapat diperkirakan habis pada tahun 2023 ke 2024, maka beban berlebih dapat mengakibatkan berkurangnya umur pelayanan sebesar 2 tahun dari yang telah direncanakan dan jalan yang masih sekiranya layak digunakan berdsarkan grafik yaitu 8 tahun.

5.6. Skenario Pengendalian Beban *Overload*

Kendaraan yang membawa muatan melebihi batas standar (*overload*) merupakan tantangan karena sulit untuk dikendalikan maupun untuk diawasi secara menyeluruh. Oleh karena itu, dilakukan skenario pengendalian beban *overload* guna menentukan batas toleransi setiap beban kendaraan yang masih dianggap aman untuk melintasi pada ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto, tanpa memberikan beban yang signifikan terhadap umur pelayanan perkerasan.

Skenario ini disusun berdasarkan upaya pengurangan beban *overload* yang dibawa oleh setiap kendaraan. Pengurangan dilakukan dengan mengacu pada nilai beban berlebih yang tercantum dalam Tabel 5.10, melalui beberapa skenario penurunan berat kendaraan *overload* sebesar 10% hingga 25%. Hasil dari skenario ini menghasilkan nilai kendaraan *overload* yang telah disesuaikan, sehingga berada dalam batas aman untuk melintasi ruas jalan tersebut.

Nilai aman kendaraan yang membawa muatan dapat dilihat pada Tabel 5.39

Tabel 5. 39 Nilai Skenario Kondisi *Overload*

Kelebihan Beban Golongan Tiap 1 Kendaraan			
GOL.	**Skenario 10% (ton)**	**Skenario 20% (ton)**	**Skenario 25% (ton)**
Golongan 3	5,47	4,86	4,56
Golongan 4	10,86	9,65	9,05
Golongan 6a	17,97	15,97	14,97
Golongan 6b	18,68	16,60	15,56
Golongan 7a	29,59	26,30	24,66
Golongan 7b	28,49	25,32	23,74
Golongan 7c	31,07	27,62	25,89

Berikut Tabel 5.40 merupakan hasil rekapitulasi nilai W18 tahun 2016 – 2025

Tabel 5. 40 Nilai W18 Berdasarkan Kondisi *Overload*

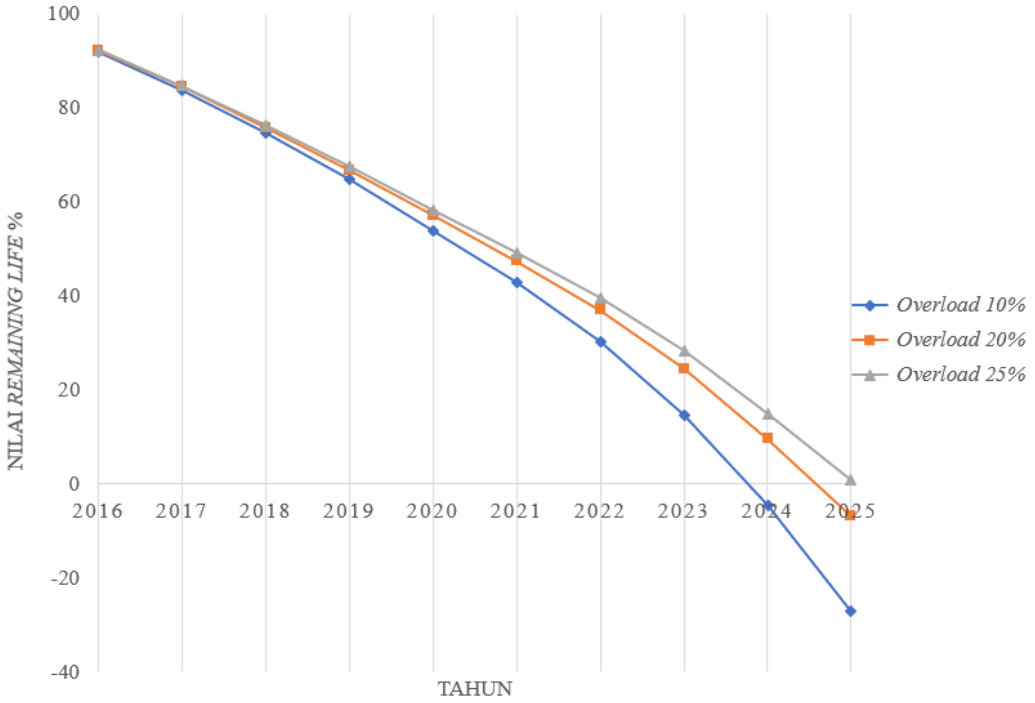
Tahun	W18		
	***Overload* 10%**	***Overload* 20%**	***Overload* 25 %**
2016	1.187.084,58	1.148.674,47	1.134.175,83
2017	2.361.242,24	2.267.521,57	2.232.144,89
2018	3.691.180,16	3.517.812,29	3.452.371,22
2019	5.141.087,59	4.853.027,74	4.744.293,96
2020	6.714.961,02	6.266.427,93	6.097.140,15
2021	8.338.511,57	7.668.029,23	7.415.029,35
2022	10.175.370,63	9.193.640,87	8.823.286,24
2023	12.434.268,98	11.004.342,95	10.464.997,50
2024	15.258.060,75	13.190.910,61	12.411.340,02
2025	18.541.818,74	15.575.748,02	14.457.383,93

Berikut Tabel 5.41 merupakan hasil rekapitulasi persentase nilai *overload Remaining Life* (RL) tahun 2016 – 2025

Tabel 5. 41 Nilai *Remaining Life* (RL) Berdasarkan Kondisi *Overload*

Tahun	***Remaining Life***		
	***Overload* 10%**	***Overload* 20%**	***Overload* 25 %**
2016	92	92	92
2017	84	84	85
2018	75	76	76
2019	65	67	67
2020	54	57	58
2021	43	47	49
2022	30	37	39
2023	15	25	28
2024	-5	10	15
2025	-27	-7	1

Nilai persentase pengendalian beban *overload* pada kendaraan yang melintasi ruas Jalan Jenderal Gatot Subroto dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut. Gambar tersebut menggambarkan skenario pengendalian beban *overload* terhadap penurunan umur pelayanan jalan yang terjadi diakibatkan kelebihan muatan sejauh mana jalan masih mampu untuk menahan kelebihan kendaraan.



Gambar 5. 7 Perbandingan Nilai Skenario Pengendalian Beban *Overload*

Berdasarkan grafik di atas, telah dilakukan penyusunan skenario terhadap kondisi kendaraan yang mengalami *overload*. Hasil skenario menunjukkan bahwa penekanan terhadap kendaraan bermuatan yang melintasi Jalan Jenderal Gatot Subroto memberikan dampak signifikan terhadap umur pelayanan jalan.

Jika dilakukan penurunan beban *overload* sebesar 10%, maka umur pelayanan jalan diperkirakan berkurang sebesar 1,1 tahun dari umur pelayanan awal 10 tahun. Penurunan sebesar 20% menghasilkan pengurangan umur pelayanan sebesar 0,3 tahun. Sementara itu, apabila dilakukan penurunan beban *overload* hingga 25%, umur pelayanan jalan dapat tercapai sesuai dengan target awal, yaitu 10 tahun.

5.7. Skenario Peningkatan Nilai *Structural Number* (SN)

Pada kondisi aktual, beban lalu lintas yang diterima oleh perkerasan menngkat dibandingkan dengan rencana yang diakibatkan adanya *overload.* Kondisi ini dapat memepercepat kerusakan dan mengurangi umur pelayanan perkerasan.

Untuk itu, dilakukan skenario peningkatan nilai *Structural Number* (*SN*) guna menentukan seberapa besar penguatan struktur perkerasan yang diperlukan agar umur pelayanan jalan tetap tercapai selama 10 tahun meskipun terjadinya beban berlebih (*overload*). Dianalisis menggunakan Persamaan 3.17 sebagai berikut:

$$\text{Log}_{10}\ W_{18} = 9{,}36.\ \log_{10}(SN+1) - 0{,}20 + \frac{\log 10\left(\frac{4{,}2-2{,}5}{4{,}2-1{,}5}\right)}{0{,}40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5{,}19}}}$$

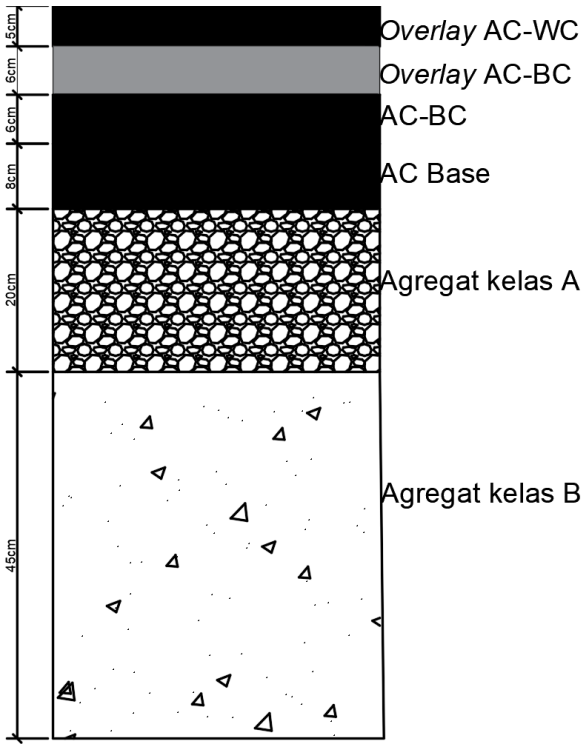
sehingga nilai *Struktural Number* untuk tahun kondisi *overload* diperoleh sebagai berikut:

W18 *overload* = 23.064.256,41 (Tabel 5.32 sebagai target)
Pt = 2,5 (Tabel 3.3 jalan Nasional)
SN trial = 6.45

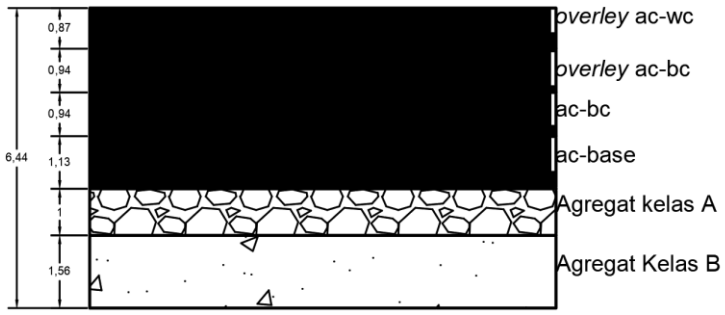
$\text{Log}_{10}\ W_{18}\text{trial}$ $= 9{,}36.\ \log_{10}(6.45+1) - 0{,}20 + \frac{\log 10\left(\frac{4{,}2-2{,}5}{4{,}2-1{,}5}\right)}{0{,}40 + \frac{1094}{(6.45+1)^{5{,}19}}}$

$\text{Log}_{10}\ W_{18}\text{trial}$ = 31.163.322,41
W18 *overload* = 23.064.256,41 (Tabel 5.32 sebagai target)
$\text{Log}_{10}\ W_{18}\text{trial}$ = 31.163.322,41- 23.064.256,41
= 8.099.066,00
Maka, *SN* = 6,45

Berdasarkan nilai *CESAL* akibat beban berlebih sebesar 23.064.256,41 dan umur pelayanan selama 10 tahun, diperlukan nilai *Structural Number* (SN) sebesar 6,45. Sementara itu, kondisi eksisting hanya memiliki SN sebesar 5,32, sehingga dibutuhkan peningkatan struktur perkerasan sebesar 1,13. Oleh karena itu, dipilih penambahan 2 lapis yaitu, rehabilitasi AC-*Wearing Course* (AC-WC) setebal 5 cm yang dapat menambah SN sebesar 0,87 dan rehabilitasi AC-*Binder Course* (AC-BC) setebal 6 cm yang dapat menambah SN sebesar 0,94. Nilai tersebut mendapati kebutuhan SN sebesar 6,44 masih berada dalam batas toleransi perencanaan. Adapun sketsa perkerasan dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5. 8 Sketsa Perkerasan Dengan *Overlay*



Gambar 5. 9 Struktur Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan pada dari hasil penelitian, maka dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Besaran Beban Berlebih

Berdasarkan data yang diperoleh dari Jembatan Timbang Klepu menunjukkan bahwa kendaraan dengan golongan berat seperti 6a, 6b, 7a, 7b, dan 7c secara konsisten membawa muatan yang melebihi Jumlah Berat yang Diizinkan (JBI), dengan kelebihan berkisar antara 10-25%. Golongan 7c memiliki rata-rata muatan 34,52 ton. Hal tersebut dinilai melebihi JBI sekitar 31 ton.

2. Pengaruh Terhadap Umur Pelayanan Jalan

Dalam keadaan normal, umur pelayanan jalan diperkirakan akan berakhir pada tahun 2025 sesuai target 10 tahun. Namun pada kondisi *overload*, umur pelayanan jalan akan habis lebih cepat pada tahun 2023-2024. Artinya, beban berlebih mempercepat kerusakan jalan hingga 2 tahun lebih awal dari umur pelayanan.

3. Strategi Pengendalian *Overload*

Skenario pengendalian menunjukkan bahwa jika beban *overload* dikurangi sebesar 10%, umur pelayanan hanya berkurang 1,1 tahun. Jika dikurangi 20%, umur pelayanan hanya berkurang 0,3 tahun. Apabila dikendalikan hingga 25%, umur pelayanan dapat dipertahankan sesuai target 10 tahun. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengendalian beban sangat efektif dalam menjaga umur pelayanan jalan. Pengendalian beban kendaraan secara terukur dan konsisten dapat memperpanjang masa pakai jalan dan menghindari kerusakan prematur. Oleh karena itu, strategi pengurangan beban *overload* bukan hanya teknis, tetapi juga menjadi kebijakan yang sangat strategis dalam manajemen infrastruktur jalan nasional.

4. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan akibat beban *overload* menyebabkan nilai *Structural Number* (SN) eksisting sebesar 5,32 tidak mencukupi untuk mempertahankan umur pelayanan perkerasan selama 10 tahun. Oleh karena itu, dipilih penambahan 2 lapis yaitu, AC-*Wearing Course* (AC-WC) setebal 5 cm yang dapat menambah SN sebesar 0,87 dan ac-*Binder Course* (AC-BC) setebal 6 cm yang dapat menambah SN sebesar 0,94. Tambahan SN dari lapisan ini mendekati kebutuhan dan masih dalam batas toleransi teknis. Pekerjaan *overlay* dilakukan tanpa mengubah struktur lapisan pondasi bawah, sehingga pelaksanaan di lapangan tetap efisien. Dengan penambahan tersebut, nilai SN akhir menjadi 6,44, yang dapat diterima karena sangat mendekati target SN sebesar 6,45 dan diperkirakan mampu mendukung umur pelayanan perkerasan secara struktural

6.2. Saran

1. Pemerintah daerah dan instansi terkait perlu memperkuat sistem pengawasan kendaraan berat dengan jembatan timbang yang beroperasi secara real-time, serta menegakkan sanksi tegas bagi pelanggaran muatan berlebih.
2. Desain perkerasan pada ruas jalan strategis yang dilalui kendaraan berat secara intensif perlu dievaluasi ulang, termasuk penyesuaian tebal lapisan dan pemilihan material yang lebih tahan terhadap beban berlebih.
3. Data lalu lintas harian (LHR) dan pelanggaran *overload* perlu diintegrasikan secara sistematis dalam perencanaan dan rehabilitasi jalan nasional agar desain jalan lebih responsif terhadap kondisi aktual di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO. (1993). *American Association ofState Highway dan Transportation Officials*.

Afrilla, E.N, dkk. 2024. Pengaruh Beban Berlebih Kendaraan Berat (*Overload*) terhadap Umur Pelayanan Perkerasan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Narogong, Kecamatan Cileungsi, Kabupaten Bogor). 1 No.1.

Theo Sendow, P.K, dkk. 2019. Analisa Pengaruh Beban Berlebih terhadap Umur Pelayanan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado–Bitung). *Jurnal Sipil Statik*, *7*(3), 319–328.

Priyanda, E. 2022. Dampak Kendaraan *Overload* terhadap Umur Pelayanan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Kadipaten (Jl. Pasar Balong)–Batas Majalengka–Indramayu).

Yuliani, R.U, dkk Manajemen Rekayasa Konstruksi, M., Teknik Sipil, J., Negeri Malang, P., & Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang, D. 2020. Analisis Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2003 Study Kasus Jalan Tol Semarang-Solo Sta 41+200-46+600. In *JOS-MRK* (Vol. 1, Issue 2). http://jos-mrk.polinema.ac.id/

Gatur, dkk 2023. Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Rencana Umur Jalan (Studi Kasus Jalan Mayjen Sungkono Kota Malang). Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur (Sentikuin) *Volume* 6 Tahun 2023, 6, D10.1-D10.11.

Firmansyah, A, dkk 2025. Studi Evaluasi Perencanaan Jalan Pada Ruas Jalan Raya Gresik–Lamongan STA 25+260–35+260. In Jurnal Rekayasa Sipil | (Vol. 397, Issue 1).

Handayasari.I.R.D. dkk 2016. Pengaruh Beban Berlebih terhadap Umur Pelayanan Perkerasan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Soekarno Hatta, Palembang).

Hidayat, I.N.E, dkk 2024. Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Pelayanan Perkerasan Jalan (Studi Kasus: Jalan Cemara, Medan). *JMRI Journal of Multidisciplinary Research And Innovation*, *2*(1), 24–34. https://doi.org/10.61240/jmri.v2i1.61

Musa, M.S, dkk 2022. Analisis Jenis Pelarut Untuk Ekstraksi Aspal Pada Perkerasan AC-WC *(Asphalt Concrete–Wearing Course)*.

Irianto. dkk 2019. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan MDP Jalan 2013 Pada Ruas Jalan Pirime–Balingga, Kabupaten Lanny Jaya (STA 0+000 sd STA 7+500). Volume 8 No. 2.

Kementerian, P., Umum, D., Perumahan, R., Direktorat, J., Bina, M., Pekerjaan, U., Jalan, K., & Jembatan, D. 2018. Spesifikasi Umum 2018.

Kumalawati, A, dkk 2024. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Baumata-Tarus dengan Metode Bina Marga. In Jurnal Teknik Sipil (Vol. 13, Issue 1).

Mulia, E.A, dkk 2021. Studi Analisa Dampak Beban Kendaraan Terhadap Sisa Umur Pelayanan Pada Jalan Nasional Mojosari Kabupaten Mojokerto. In Jurnal Rekayasa Sipil | (Vol. 46, Issue 3).

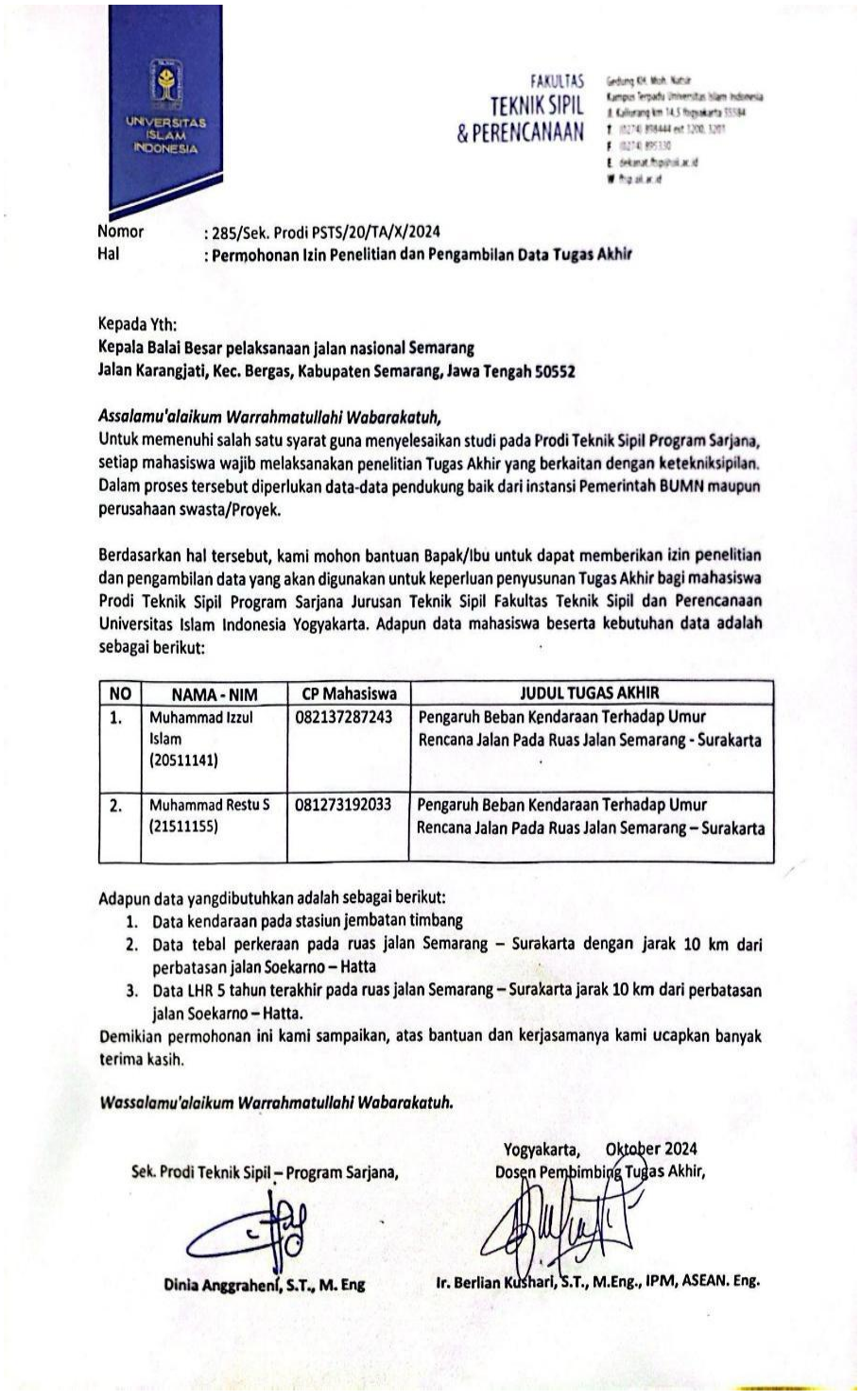
Siahaan, D, dkk, & Kejenuhan Dan Jaringan Jalan, D. 2022. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Arsitektur (JITAS) Analisis Kinerja Jaringan Jalan (Studi Kasus : Jln.S Parman Medan) Read Network Performance Analysis (Case Study:Jalan S Parman Medan). Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Arsitektur, 1(1), 25–36. https://doi.org/10.31289/jitas.v1i1.1210

LAMPIRAN

Lampiran 1. Time Schedule

No.	Bulan Ke -			I				II				III				IV				V				VI			
	Minggu ke -			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Uraian Kegiatan	Jam Kerja	Bobot %																								
1	**Persiapan**																										
	Studi Literatur	18	9	2	2	2	2	2	2	2	2																
	Perumusan Masalah	14	7									5	5	5													
2	**Pengumpulan Data**																										
	Pengambilan data Sekunder dan Primer	8	4												8												
4	**Pengolahan dan Analisis Data**																										
	Pengelolahan Data Lalu Lintas Harian	20	9													10	10										
	Melakukan Klasifikasi Pada kendaraan *Overload*	35	17													12	12	12									
	Analisis Data Menggunakan Bina Marga dan *AASHTO*	46	22														6	6	6	6	6	6	6	6			
5	**Penyusunan Laporan**																										
	Laporan Proposal Penelitian	25	12			5	5	5	5	3																	
	Laporan Hasil Penelitian	45	21																					11	11	11	11
	Jumlah Total Jam	211	100																								
	Rencana Kegiatan Mingguan (Jam)			2	2	7	7	7	7	7	2	5	5	5	8	22	17	17	6	6	6	6	6	17	11	11	11,25
	Rencana Kegiatan Kumulatif (Jam)	201		2,25	4,5	11,75	19	26,25	33,5	40,75	43	47,67	52,33	57	65	86,67	104,1	121,5	127,3	133	138,8	144,5	150,3	167,3	178,5	189,8	201

Lampiran 2. Surat permohonan ambil data.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Nomor : 285/Sek. Prodi PSTS/20/TA/X/2024
Hal : **Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir**

Kepada Yth:
Kepala Balai Besar pelaksanaan jalan nasional Semarang
Jalan Karangjati, Kec. Bergas, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah 50552

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,
Untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi pada Prodi Teknik Sipil Program Sarjana, setiap mahasiswa wajib melaksanakan penelitian Tugas Akhir yang berkaitan dengan ketekniksipilan. Dalam proses tersebut diperlukan data-data pendukung baik dari instansi Pemerintah BUMN maupun perusahaan swasta/Proyek.

Berdasarkan hal tersebut, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin penelitian dan pengambilan data yang akan digunakan untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Prodi Teknik Sipil Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun data mahasiswa beserta kebutuhan data adalah sebagai berikut:

NO	NAMA - NIM	CP Mahasiswa	JUDUL TUGAS AKHIR
1.	Muhammad Izzul Islam (20511141)	082137287243	Pengaruh Beban Kendaraan Terhadap Umur Rencana Jalan Pada Ruas Jalan Semarang - Surakarta
2.	Muhammad Restu S (21511155)	081273192033	Pengaruh Beban Kendaraan Terhadap Umur Rencana Jalan Pada Ruas Jalan Semarang – Surakarta

Adapun data yangdibutuhkan adalah sebagai berikut:
1. Data kendaraan pada stasiun jembatan timbang
2. Data tebal perkeraan pada ruas jalan Semarang – Surakarta dengan jarak 10 km dari perbatasan jalan Soekarno – Hatta
3. Data LHR 5 tahun terakhir pada ruas jalan Semarang – Surakarta jarak 10 km dari perbatasan jalan Soekarno – Hatta.

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, Oktober 2024

Sek. Prodi Teknik Sipil – Program Sarjana,

Dinia Anggraheni, S.T., M. Eng

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

Ir. Berlian Kushari, S.T., M.Eng., IPM, ASEAN. Eng.

Lampiran 3. formulir permohonan informasi publik.

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL JAWA TENGAH - DIYOGYAKARTA
Jalan Soekarno - Hatta Km. 26 Karangjati Kab. Semarang, Kode Pos 50552, Telp. (0298) 6023333, Fax. (0298) 6023033, Email : bbpjn_jatengdiy@pu.go.id

FORMULIR PERMOHONAN INFORMASI PUBLIK

Nomor Pendaftaran : /PPID/BBPJNJTGDIY/ /2024
Tanggal : 6 Desember 2024

Yang bertanda tangan di bawah ini, mengajukan permohonan informasi:

Cara Penyampaian Permintaan : 1. Langsung 2. E-PPID (3. Email) 4. Via Pos

DATA PEMOHON INFORMASI

Nama	: Muhammad Restu Soetionugroho
Nomor KTP (sesuai KTP)	: 1607100602039002
Alamat Rumah	: Komp. Meggahasri II Blok G4. No12. Sukajadi Timur, Banyuasin.
Nomor Telepon	: 081273192033
Email	: 20511155@students.uii.ac.id
Pekerjaan	: Mahasiswa
Alamat Kantor	: Universitas Islam Indonesia

PENGAJUAN PERMOHONAN INFORMASI

Rincian Informasi yang Dibutuhkan	: - Data LHR 5 tahun terakhir di Jalan Semarang - Surakarta dan di Jalan Gatot Subroto - Data CBR yang menggunakan perkerasan lentur - Gambar teknik
Tujuan Penggunaan Informasi (Mohon diperinci)	: Data untuk Penelitian tugas akhir prodi Teknik Sipil

Cara Memperoleh Informasi :
1. Melihat/membaca/mendengarkan/mencatat
2. Mendapatkan salinan informasi (Hardcopy/(Softcopy) *)

Cara Mendapatkan Salinan Informasi
1. Diambil langsung
2. (Email)
3. Tidak dapat disalin

Informasi yang diperoleh tidak akan disalahgunakan dan hanya digunakan sebagaimana mestinya sesuai dengan tujuan permohonan tersebut diatas. Segala akibat hukum dari informasi ini setelah keluar dari Kantor Kementerian PUPR menjadi tanggung jawab Pemohon/Pengguna Informasi.

Petugas Pelayanan Informasi	Pemohon Informasi
(.....)	(Muhammad Restu Soetionugroho)

Keterangan :
1) Persyaratan :
Individu : KTP, KTM, ID Wartawan
Lembaga : AD/ART
2) Dalam hal informasi publik yang diminta pemohon telah tersedia di situs Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, pemohon dapat mengunduh dan mencetak sendiri dari situs Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

*)Pelayanan informasi publik tidak dipungut biaya. Namun biaya penggandaan atau perekaman yang timbul ditanggung oleh Pemohon.

Informasi lebih lanjut hubungi petugas layanan informasi publik melalui Whatsapp: 0811-266-3464 atau email ppid.bbpjnjatengdiy@pu.go.id

TANDA TERIMA
Nomor Pendaftaran : /PPID/BBPJNJATENGDIY/ /2023
Tanggal :
Petugas :

Lampiran 4. Data Jembatan Timbang

DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN DARAT

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

SATUAN PELAYANAN UPPKB KLEPU SEMARANG

(REKAPITULASI DATA JEMBATAN TIMBANG ONLINE)

No.	Waktu	UPPKB	No kendaraan	No Uji	Nama Pemilik	Alamat Pemilik	Jenis Kendaraan	Sumbu	JBI (Kg)	Berat Timbang (Kg)	Berat Lebih (Kg)	Persen Lebih (%)	Toleransi (%)	Asal	Tujuan	Komoditi	Pelanggaran	Shift	Regu	Operator
1	01-12-2024 08:31:23	UPPKB Klepu	T9618AB	XX	PT BERSAMA I	undefined	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2.2	24000	21880	0	0	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	PASIR	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
2	01-12-2024 08:36:17	UPPKB Klepu	T8317EC	KRW 48171	HARIS SUMARI	CIKELOR RT017/005	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2.2	20730	31600	10870	53	5	KOTA SALATIGA	KOTA JAKARTA PI	GROSOK	DAYA ANGKUT,DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
3	01-12-2024 08:41:20	UPPKB Klepu	H9127FC	UNR4520987	JUDA	UNGARAN	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	17540	9540	120	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	PASIR	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
4	01-12-2024 08:45:20	UPPKB Klepu	H9340OV	UNR4672677	RAMBI	UNGARAN	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8200	21640	13440	164	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN DEM	BAHAN MATERIA	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
5	01-12-2024 08:45:46	UPPKB Klepu	H9346QQ	SM114140	SISILIA NETI	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8300	4020	0	0	5	KABUPATEN MAG	KOTA SEMARANG	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
6	01-12-2024 08:46:02	UPPKB Klepu	R8215OA	CLP	DONI	CILACAP	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	17740	9740	122	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
7	01-12-2024 08:49:18	UPPKB Klepu	H8765OV	UNR21868	KOPERASI JAS	JL RAYA SALATIGA	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8075	23720	15645	194	5	KABUPATEN MAG	KOTA SEMARANG	BAHAN MATERIA		SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
8	01-12-2024 08:51:38	UPPKB Klepu	F8785KN	BT389562R	heni	serang	MOBIL BARANG BAK TERTUTUP	1.2.2	24000	50820	26820	112	5	KABUPATEN SEM	KOTA SEMARANG	ASEMBAKO	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
9	01-12-2024 08:52:05	UPPKB Klepu	H8407OV	UNR20735	KOP JATRANS	JL RAYA SALATIGA	MOBIL BARANG BAK TERTUTUP	1-2	7900	4380	0	0	5	KOTA YOGYAKART	KOTA JAKARTA B	KSOONG		SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
10	01-12-2024 08:54:04	UPPKB Klepu	F8621GF	CRB10775	SANAH	CIREBON	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2.2	23000	17180	0	0	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
11	01-12-2024 09:00:12	UPPKB Klepu	H8432OC	SM106497	PT PELANGI	KAB SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	7500	4660	0	0	5	KABUPATEN MAG	KOTA SEMARANG	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
12	01-12-2024 09:00:37	UPPKB Klepu	H8433OC	SM112394	PT PELANGI	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	20480	12480	156	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN KAR	BAHAN MATERIA	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
13	01-12-2024 09:04:03	UPPKB Klepu	AD1628LA	SLO18129	VAHYU PRASE	PETORAN RT.2/6 J	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	10990	19140	8150	75	5	KOTA JAKARTA B	KABUPATEN SEM	MAKANAN RINGA	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
14	01-12-2024 09:08:32	UPPKB Klepu	V8934DR	SE16312G	pt semen logistik	jl.veteran sidoarjo	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8300	11560	3260	40	5	KABUPATEN SEM	KOTA SEMARANG	SEMEN	DAYA ANGKUT	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
15	01-12-2024 09:15:33	UPPKB Klepu	H8466OV	UNR21237	KOPJATRANS	JL RAYA SALATIGA	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8250	53540	45290	549	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	PASIR	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
16	01-12-2024 09:17:17	UPPKB Klepu	AG8883PE	ELO10713R	rudi purnomo	blitar	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	9800	1800	23	5	KOTA BLITAR	KOTA JAKARTA PI	TELUR 1	DAYA ANGKUT	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
17	01-12-2024 09:19:23	UPPKB Klepu	B9588FYV	BKS58982A	PT SUKMA J	BEKASI	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2.2	2300	9800	7500	327	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN DEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
18	01-12-2024 09:24:08	UPPKB Klepu	AA1553NE	MG8652	SOLIKIN	MAGELANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2.2	24000	53260	29260	122	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
19	01-12-2024 09:24:47	UPPKB Klepu	K8609IS	PT21159	VAHYU INDRIY	GADINGREJO RT 2	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2.2	21000	23000	2000	10	5	KABUPATEN MAG	KOTA JAKARTA S	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN,DAYA ANGKUT	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
20	01-12-2024 09:26:19	UPPKB Klepu	H8498EC	SA5863	UMAYAH	DSN KRETEK RT3/	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	7500	13040	5540	74	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN,DAYA ANGKUT	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
21	01-12-2024 09:29:34	UPPKB Klepu	H1306IL	PW11253	KAMIT	CINGKRONG RT 08	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8250	13060	4810	59	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
22	01-12-2024 09:35:32	UPPKB Klepu	H8624OC	UNR19173	kopjatrans	kab,semarang	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	22300	14300	179	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN MATERIA	DAYA ANGKUT,DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
23	01-12-2024 09:42:16	UPPKB Klepu	H8034BQ	SM53236	KORWADI	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	7500	13540	6040	81	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN PASIR	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
24	01-12-2024 09:59:30	UPPKB Klepu	H1512IL	UNR2536	BAMBANG H	KAB SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8250	4760	0	0	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN MATERIA	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
25	01-12-2024 10:09:06	UPPKB Klepu	H8209OB	SA9443	KOPERASI WAH	SALATIGA	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8100	21680	13480	167	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN PASIR	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
26	01-12-2024 10:10:34	UPPKB Klepu	H1951DG	SM94579	MUYASAROH	DK KRASAK RT.3/3	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	7500	21120	13620	182	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KAYU	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
27	01-12-2024 10:26:35	UPPKB Klepu	B9471FYY	BKS76945A	pt kimia gasa	jbbk	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.1	5400	4720	0	0	5	KABUPATEN SEM	KOTA SEMARANG	BAHAN BAKAR G	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
28	01-12-2024 10:31:51	UPPKB Klepu	H8654PG	UNR8765	M JAMALUDIN	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	21820	13820	173	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN PASIR	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
29	01-12-2024 10:58:23	UPPKB Klepu	H1338ZE	DM87544	HARYADI	DEMAK	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	1600	0	0	5	KABUPATEN MAG	KOTA SEMARANG	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
30	01-12-2024 11:08:27	UPPKB Klepu	AD9649KF	KAS6547	YOHANA YUNIA	JUMOK RT 05/08 JA	MOBIL BARANG BAK TERTUTUP	1.2	7100	8460	1360	20	5	KOTA SURAKARTA	KOTA SEMARANG	PAKET	DAYA ANGKUT,DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
31	01-12-2024 12:06:29	UPPKB Klepu	B9028UXL	JKT687340	PT ANDIKA P	undefined	KERETA GANDENG BAK TERTUTUP	1.2.2	21000	17120	0	0	5	KABUPATEN MAG	KOTA JAKARTA PI	KERTAS		SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
32	01-12-2024 14:25:35	UPPKB Klepu	L9629GD	SB250552K	LUKMANA	SURABAYA	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	7500	3860	0	0	5	KOTA SURABAYA	KABUPATEN BLIT	BIJI KELAPA		SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
33	01-12-2024 14:58:26	UPPKB Klepu	H9940QG	SM114966	NGESTI S	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	1800	0	0	5	KABUPATEN MAG	KOTA SEMARANG	BAHAN PASIR	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
34	01-12-2024 15:03:36	UPPKB Klepu	H1926FL	SMN5436	ARI	undefined	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	4780	0	0	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	PASIR	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
35	01-12-2024 15:38:21	UPPKB Klepu	H8667UM	KL10240	SARWO T	KENDAL	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	5940	0	0	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN DEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
36	01-12-2024 16:24:14	UPPKB Klepu	L9557WA	SB229252K	THE SIAW FON	WISATA BUKIT MA	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	12990	10860	0	0	5	KABUPATEN KEDI	KABUPATEN PAS	BARANG PAKET	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
37	01-12-2024 19:26:09	UPPKB Klepu	B9570TYV	JKT1037965	PT MENTARI B	JL RY BOGOR KM 2	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1-2.2	24300	12940	0	0	5	KABUPATEN SEM	KABUPATEN LAM	KOSONGAN	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
38	01-12-2024 20:56:00	UPPKB Klepu	H8047LM	UNR9190	SITI	KENDAL	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	16420	8420	106	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
39	01-12-2024 20:56:53	UPPKB Klepu	H9510QQ	SM136689	JASMANI	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1-2.2	8250	4020	0	0	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
40	01-12-2024 20:58:45	UPPKB Klepu	AA8094UA	UNR1854	SUS	SEMARANG	KERETA GANDENG BAK TERBUKA	1.2	7800	14460	6660	86	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DAYA ANGKUT,DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
41	01-12-2024 21:00:37	UPPKB Klepu	H8296EC	UNR1235	SASA	SEMARANG	KERETA GANDENG BAK TERBUKA	1.2	7800	19600	11800	152	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
42	01-12-2024 21:02:32	UPPKB Klepu	H8895DE	SM8956	SAS	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	7800	46200	38400	493	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
43	01-12-2024 21:03:00	UPPKB Klepu	H9854E	DM10489	SUDIRMAN	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	7500	18680	11180	150	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI		SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
44	01-12-2024 21:03:21	UPPKB Klepu	AA8067FE	MKD782454	KASMAN	MAGELANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2.2	25000	21560	0	0	5	KABUPATEN MAG	KOTA JAKARTA B	BRG KLONTONG	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
45	01-12-2024 21:05:00	UPPKB Klepu	H8122DN	DM9266	ARIF ZAENURI	NGEMPLAK RT 2/6	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2.2	19910	52060	32150	162	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN DEM	BAHAN KONSTRI	DAYA ANGKUT,DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
46	01-12-2024 21:05:17	UPPKB Klepu	H8922JE	SM2655	KARNI	SEMARANG	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	18360	10360	130	5	KABUPATEN MAG	KOTA SEMARANG	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
47	01-12-2024 21:15:54	UPPKB Klepu	L9557WA	SB229252K	THE SIAW FON	WISATA BUKIT MA	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	12990	16940	3950	30	5	KABUPATEN KEDI	KABUPATEN PAS	BARANG PAKET	DAYA ANGKUT	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
48	01-12-2024 21:16:36	UPPKB Klepu	H8667UM	KL10240	SARWO T	KENDAL	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	17380	9380	118	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN DEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN,DAYA ANGKUT	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
49	01-12-2024 21:17:06	UPPKB Klepu	H1397WL	SB2204G	SUGIYARTO	BERGAS	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	7780	3180	0	0	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN DEM	BAHAN KONSTRI	DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
50	01-12-2024 21:17:33	UPPKB Klepu	L9117UG	SB 299974 K	PT. CITRA NIAG	KOMP. PENGAMP	MOBIL BARANG BAK TERTUTUP	1.2	7310	12020	4710	65	5	KOTA SURABAYA	KABUPATEN MAL	PAKET	DAYA ANGKUT	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo
51	01-12-2024 21:19:46	UPPKB Klepu	H1926FL	SMN5436	ARI	undefined	MOBIL BARANG BAK TERBUKA	1.2	8000	19020	11020	138	5	KABUPATEN MAG	KABUPATEN SEM	BAHAN KONSTRI	DAYA ANGKUT,DOKUMEN	SHIFT 1	REGU B	Aji Wibowo

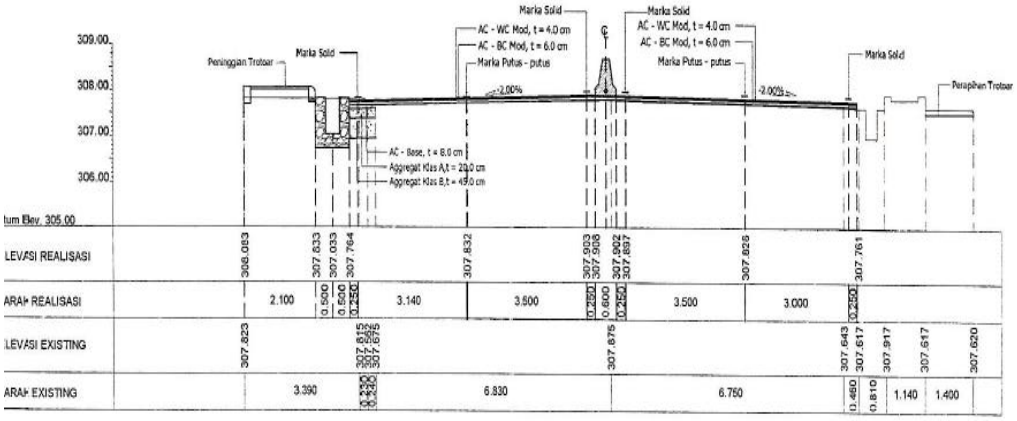
Lampiran 5. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Linkid	LINK-NAMA RUAS	Values	TAHUN SMD								
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
240911A	240911A-JLN. GATOT SUBROTO (UNGARAN)	Sum of Veh1	136998	16443	16998	17322	19632	21884	167621	113198	54043
		Sum of Veh2	6037	12271	13962	13121	14651	16389	37992	37171	17852
		Sum of Veh3	3224	3927	4739	4862	4895	4925	5065	5375	5665
		Sum of Veh4	3673	3969	4473	4688	4713	4812	5021	5385	5234
		Sum of Veh5a	1359	1424	1493	1564	1639	1595	1695	2056	2456
		Sum of Veh5b	1692	1873	1858	1948	2041	1975	2135	2564	2814
		Sum of Veh6a	1705	1787	1873	1962	2057	1985	2045	2585	2935
		Sum of Veh6b	4720	4847	4784	5433	5694	5575	5625	5848	6253
		Sum of Veh7a	1533	1407	1684	1765	1849	1795	1965	2427	2763
		Sum of Veh7b	443	464	487	510	534	510	575	782	957
		Sum of Veh7c	1370	1336	1505	1577	1653	1595	1687	1876	2402
		Sum of Veh8	72	650	685	712	85	91	45	35	5
		Total	162826	50398	54541	55464	59443	63131	231471	179302	103379

Lampiran 6. Gambar Lokasi Penelitian

Gambar L-1.1 Jembatan Timbang Klepu.

Gambar L-1.2 Perkerasan Jalan Jenderal Gatot Subroto Tahun 2024 km 18.



Gambar L-1.3 Struktur Perkerasan