

**ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN JALAN
LENTUR (ASPAL) PADA RUAS JALAN PANGKAH - BALAMOA
KAB. TEGAL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian Studi
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

ARIF MUKTIAJI

NPM. 6518500046

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul : Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan

Jalan Lentur (Aspal) Pada Ruas Jalan Pangkah - Balamoa

Kab. Tegal

Nama Penulis : Arif Muktiaji

NPM : 6518500046

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti

Tegal :

Hari : Jum'at

Tanggal : 19 Juli 2024

Pembimbing I



Okky Hendra Hermawan, ST., MT

NIPY. 24461531983

Pembimbing II



Nadva Shafira Salsabilla, ST., MT

NIPY. 30161841998

HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : Selasa

Tanggal : 6 Agustus 2024

Ketua Sidang

Teguh Haris Santoso, ST., MT
NIPY. 2466451973




Penguji Utama

Prof. Dr. Rr. MI Retno Susilorini, ST., MT
NIPY. 31572931970



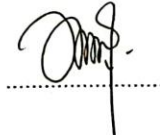
Penguji 1

Okky Hendra Hermawan, ST., MT
NIPY. 24461531983



Penguji 2

Nadva Shafira Salsabilla, ST., MT
NIPY. 30161841998



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer



Dr. Agus Wibowo, ST., MT. 
NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Lentur (Aspal) Pada Ruas Jalan Pangkah – Balamoa Kab. Tegal”** ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung resiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.

Tegal, 19 Juli 2024



Arif Muktiaji

NPM. 6518500046

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan. (HR Tirmidzi)
2. Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. (Q.S Al Baqarah :286)
3. Banyak kegagalan dalam hidup terjadi pada orang-orang yang tidak menyadari seberapa dekat mereka dengan kesuksesan saat mereka memilih menyerah. (Thomas Alfa Edison)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Ucapan syukur dan alhamdulillah kepada ALLAH SWT yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Terima kasih kepada orang tua dan adik yang selalu memberikan do'a.
3. Terima kasih kepada istri Mughni Isfahani Rahmadiar beserta anak Nayya dan Revan yang selalu memberikan semangat.
4. Terima kasih kepada Dosen Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal Bapak Okky Hendra H,ST.,MT dan Ibu Nadya Shafira Salsabilla, ST.,MT yang sudah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan saran hingga bisa selesainya skripsi ini
5. Terima kasih kepada Ka.UPTD Wilayah III yang sudah memberikan izinnya untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Fakultas Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal yang telah berjuang dan bekerjasama dalam menyelesaikan studi ini.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan (Aspal) Di Ruas Jalan Pangkah - Balamoa Kab. Tegal”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi S1 Program Studi Teknik Sipil.

Kelancaran skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra H., ST., MT selaku Kaprodi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
3. Bapak Okky Hendra H., ST., MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Nadya Shafira Salsabilla, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Penulis telah mencoba membuat laporan ini sesempurna mungkin sesuai dengan kemampuan penulis, namun demikian masih ada kekurangan yang dimiliki penulis, untuk itu mohon maaf atas kekhilafannya. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Tegal, 19 Juli 2024



Arif Muktiaji

ABSTRAK

Arif Muktiaji, 2024 “**Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Lentur (Aspal) Pada Ruas jalan Pangkah – Balamoa Kab. Tegal**”. Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2024.

Ruas jalan Pangkah-Balamoa secara administratif berada di Kabupaten Tegal dengan panjang fungsional 3,35 km dan lebar 5,25 m dengan lalu lintas volume yang padat dan perkembangan volume kendaraan baik kendaraan beroda dua, beroda empat atau lebih sehingga kondisi ini menyebabkan kerusakan jalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata dan pengaruh volume lalu lintas harian rata-rata terhadap tingkat kerusakan pada ruas jalan Pangkah-Balamoa.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode survei dengan analisis Bina Marga 1990 untuk mengetahui tingkat kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Pangkah-Balamoa. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 hari (Senin, Rabu, dan Sabtu) di jam sibuk yaitu pagi 08.00-09.00 wib, siang 12.00-13.00 wib, dan sore 16.00-17.00 wib dengan interval 15 menit.

Dari hasil survei volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Pangkah – Balamoa untuk kendaraan ringan 2284 kendaraan/hari, bus kecil 124 kendaraan/hari, bus besar 16 kendaraan/hari, truk 2 As 392 kendaraan/hari, truk 3 As 25 kendaraan/hari, truk 4 As 7 kendaraan/hari dengan total volume lalu lintas harian rata-rata 2848 kendaraan/hari. Hasil perhitungan truk faktor $1,1 > 1$ dimana nilai tersebut menunjukkan pengaruh volume lalu lintas terhadap tingkat kerusakan jalan akibat menerima beban lalu lintas dengan tipe kerusakan alur mencapai 61,19 m² masuk dalam kategori sedikit dengan golongan kerusakan ringan, kerusakan retak mencapai 83,73 m² masuk dalam kategori sedikit dengan golongan kerusakan ringan, kerusakan lubang mencapai 35,68 m² masuk dalam kategori sedikit sekali dengan golongan kerusakan sedang, dan kerusakan lepas mencapai 64,53 m² masuk dalam kategori sedikit dengan golongan kerusakan sedang.

Kata kunci : Analisis, Volume Kendaraan, Kerusakan Jalan

ABSTRACT

Arif Muktiaji, 2024 "Vehicle Load Analysis of Damage to Flexible Roads (Asphalt) on the Pangkah - Balamoa Road Section, Kab. Tegal." Civil Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University, Tegal 2024.

The Pangkah-Balamoa road section is administratively located in Tegal Regency with a functional length of 3.35 km and a width of 5.25 m with a heavy traffic volume and a growing volume of vehicles, both two-wheeled, four-wheeled or more, so that this condition causes road damage. The aim of this research is to determine the average daily traffic volume and the influence of the average daily traffic volume on the level of damage on the Pangkah-Balamoa road section.

The method used in this research is using a survey method with analysis of the 1990 Highways to determine the level of damage that occurred on the Pangkah-Balamoa road section. This research was carried out for 3 days (Monday, Wednesday and Saturday) during peak hours, namely morning 08.00-09.00 WIT, afternoon 12.00-13.00 WIT, and afternoon 16.00-17.00 WIT with 15 minute intervals.

From the survey results, the average daily traffic volume (LHR) on the Pangkah – Balamoa road section for light vehicles is 2284 vehicles/day, small buses 124 vehicles/day, large buses 16 vehicles/day, 2-axle trucks 392 vehicles/day, trucks 3 As 25 vehicles/day, 4 As trucks 7 vehicles/day with a total average daily traffic volume of 2848 vehicles/day. The results of the truck calculation factor $1.1 > 1$ where this value shows the influence of traffic volume on the level of road damage due to receiving traffic loads with the type of channel damage reaching 61.19 m² in the slight category with light damage, crack damage reaching 83.73 m² is in the slight category with light damage, hole damage reaching 35.68 m² is in the very slight category with moderate damage, and loose damage reaching 64.53 m² is in the slight category with moderate damage.

Keywords: Analysis, Vehicle Volume, Road Damage

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	2
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Landasan Teori.....	6
1. Pengertian Jalan Raya.....	6
2. Fungsi Jalan.....	6
3. Klasifikasi Jalan Raya.....	7
4. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR).....	8
5. Pertumbuhan Lalu Lintas.....	9
6. Angka Ekuivalen Beban Sumbu.....	10
7. Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E).....	12

8. Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih.....	13
9. Perkerasan Jalan	14
10. Perkerasan Lentur.....	16
a. Lapisan Perkerasan Lentur	16
1) Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>)	18
2) Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>).....	19
3) Lapisan Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>)	21
4) Lapisan Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	22
b. Jenis Kerusakan Pada Kerusakan Lentur	24
1) Retak (<i>Cracking</i>).....	25
a) Retak Halus (<i>Hair Cracking</i>).....	25
b) Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Crack</i>).....	26
c) Retak Pinggir (<i>Edge Crack</i>).....	27
d) Retak Refleksi (<i>Reflection Crack</i>)	28
e) Retak Susut (<i>Srinkake Crake</i>).....	28
f) Retak Slip (<i>Slippage Crake</i>)	29
2) Distorsi.....	30
3) Cacat Permukaan	31
4) Pengausan	32
5) Kegemukan	32
6) Penurunan Pada Bekas Penurunan Utilitas.....	32
11. Tingkat Kerusakan Jalan	32
a. Retak Kulit Buaya	33
b. Alur.....	33
c. Amblas.....	34
12. Data Pola Perkerasan Jalan Lentur.....	34
a. Deformasi	34
b. Bergelombang/Keriting	35
c. Alur (<i>Rutting</i>)	35
d. Ambles (<i>Depression</i>).....	36
e. Sungkur (<i>Shoving</i>).....	36

f. Sungkur (<i>Swell</i>)	37
g. Benjol dan Turun.....	37
h. Retak (<i>Cracking</i>)	38
i. Lubang.....	39
j. Pengelupasan Lapis Permukaan	39
13. Perhitungan Nilai Kerusakan	40
14. Nilai Jumlah Kerusakan (N_q).....	40
15. Nilai Bobot Kerusakan (N_j)	41
16. Persentase Luas Kerusakan	41
B. Tinjauan Pustaka.....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	52
A. Metode Penelitian	52
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	52
1. Waktu Penelitian	52
2. Tempat Penelitian.....	53
C. Metode Pengumpulan Data.....	55
1. Data Primer	55
2. Data Sekunder	55
3. Teknik Pengumpulan Data.....	56
a. Metode Survei Kerusakan Jalan	56
b. Metode Survei Volume Kendaraan	57
D. Metode Analisis Data.....	58
1. Analisa Perhitungan Kerusakan Jalan (N_p)	58
2. Analisa Jumlah Kerusakan (N_q)	58
3. Analisa Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	58
4. Analisa Data Pertumbuhan Lalu Lintas (i).....	58
5. Analisa Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E).....	59
6. Analisa Truk Faktor	59
E. Diagram Alir Penelitian	60
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	61
A. Hasil Penelitian	61

1. Data	61
2. Data Kondisi Jalan	61
3. Data Kerusakan Jalan	61
a. Data Kerusakan Jalan Segmen 0-50 (Km 2,39 – 2,44)	62
b. Data Kerusakan Jalan Segmen 50-100 (Km 2,44 – 2,49)	63
c. Data Kerusakan Jalan Segmen 100-150 (Km 2,49 – 2,54)	64
4. Data LHR Tahun 2023	64
5. Data LHR Tahun 2024	66
6. Volume Kendaraan Ruas jalan Pangkah-Balamoa.....	70
a. Kendaraan Ringan	70
b. Bus Kecil	72
c. Bus Besar	73
d. Truk 2 As	75
e. Truk 3 As	76
f. Truk 4 As	78
B. PEMBAHASAN	83
1. Perhitungan Luas Kerusakan Jalan	83
a. Perhitungan Kerusakan Jalan Segmen 0-50 (Km 2,39 – 2,44).....	84
b. Perhitungan Kerusakan Jalan Segmen 50-100 (Km 2,44 – 2,49)...	85
c. Perhitungan Kerusakan Jalan Segmen 100-150 (Km 2,49 – 2,54).	86
d. Rekapitulasi Luas Kerusakan jalan Segmen 0-150 (Km 2,39 – 2,54)	87
2. Analisa Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR).....	88
a. Volume LHR Kendaraan Ringan	88
b. Volume LHR Bus Kecil	89
c. Volume LHR Bus Besar	90
d. Volume LHR Truk 2 As	90
e. Volume LHR Truk 3 As	91
f. Volume LHR Truk 4 As	91
3. Analisa Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	93
a. Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	93

4. Faktor Lalu Lintas Kendaraan.....	94
a. Kendaraan Ringan	95
b. Bus Kecil	95
c. Bus Besar.....	96
d. Truk 2 As	96
e. Truk 3 As.....	97
f. Truk 4 As.....	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	101
1. Kesimpulan.....	101
2. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi ruas jalan Pangkah – Balamoa.....	2
Gambar 2.1 Konfigurasi Beban Sumbu.....	10
Gambar 2.2 Struktur Lapis Perkerasan Lentur.....	18
Gambar 2.3 Retak Halus	26
Gambar 2.4 Retak Kulit Buaya	27
Gambar 2.5 Retak Pinggir.....	28
Gambar 2.6 Retak Refleksi	28
Gambar 2.7 Retak Susut.....	29
Gambar 2.8 Retak Slip	30
Gambar 2.9 Deformasi	35
Gambar 2.10 Bergelombang/Keriting.....	35
Gambar 2.11 Alur.....	36
Gambar 2.12 Ambles	36
Gambar 2.13 Sungkur	37
Gambar 2.14 Mengembang.....	37
Gambar 2.15 Benjol	38
Gambar 2.16 Retak.....	38
Gambar 2.17 Lubang.....	39
Gambar 2.18 Pengelupasan Lapis Permukaan	39
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	54
Gambar 3.2 Denah Lokasi Penelitian.....	54
Gambar 3.3 Diagram Alir	60
Gambar 4.1 Grafik Rekapitulasi jam Puncak.....	70
Gambar 4.2 Grafik Volume Kendaraan Ringan.....	71
Gambar 4.3 Grafik Volume Bus Kecil.....	73
Gambar 4.4 Grafik Volume Bus Besar	74
Gambar 4.5 Grafik Volume Truk 2 As	76
Gambar 4.6 Grafik Volume Truk 3 As	77
Gambar 4.7 Grafik Volume Truk 4 As	79

Gambar 4.8 Grafik Volume Lalu Lintas Kendaraan.....	81
Gambar 4.9 Grafik Jumlah Volume Kendaraan Tahunan	82
Gambar 4.10 Prosentase Total Volume LHR Kendaraan	92
Gambar 4.11 Grafik LHR 2023 dan Grafik LHR 2024	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Secara Umum	7
Tabel 2.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas.....	9
Tabel 2.3 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan	12
Tabel 2.4 Kelebihan dan Kekurangan Lapisan Perkerasan Lentur dan Kaku.....	16
Tabel 2.5 Prosentase Kerusakan Jalan(Np).....	40
Tabel 2.6 Nilai Bobot Kerusakan (Nj)	41
Tabel 2.8 Persentase Luas Kerusakan	41
Tabel 2.9 Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan	43
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian	54
Tabel 4.1 Data Kondisi Ruas Jalan Pangkah-Balamoa.....	61
Tabel 4.2 Data Kerusakan Jalan Segmen 0-50 (Km 2,39 – 2,44)	62
Tabel 4.3 Data Kerusakan Jalan Segmen 50-100 (Km 2,44 – 2,49)	63
Tabel 4.4 Data Kerusakan Jalan Segmen 100-150 (Km 2,49 – 2,54)	64
Tabel 4.5 Data LHR Kecamatan Pangkah Tahun 2023	65
Tabel 4.6 Data Volume LHR Kendaraan Hari Senin 01 Juli 2024.....	66
Tabel 4.7 Data Volume LHR Kendaraan Hari Rabu 03 Juli 2024.....	67
Tabel 4.8 Data Volume LHR Kendaraan Hari Sabtu 06 Juli 2024.....	68
Tabel 4.9 Rekapitulasi Jam Puncak	69
Tabel 4.10 Volume Kendaraan Ringan.....	71
Tabel 4.11 Volume Bus Kecil.....	72
Tabel 4.12 Volume Bus Besar	74
Tabel 4.13 Volume Truk 2 As.....	75
Tabel 4.14 Volume Truk 3 As.....	77
Tabel 4.15 Volume Truk 4 As.....	78
Tabel 4.16 Rekapitulasi Volume Lalu Lintas Kendaraan 3 Hari	80
Tabel 4.17 Perhitungan Kerusakan Jalan Segmen 0-50 (Km 2,39 – 2,44)	84
Tabel 4.18 Perhitungan Kerusakan Jalan Segmen 50-100 (Km 2,44 – 2,49)	85
Tabel 4.19 Perhitungan Kerusakan jalan Segmen 100-150 (Km 2,49 – 2,54)	86

Tabel 4.20 Perhitungan Total Luas Kerusakan Jalan Segmen 0-150 (Km 2,39 – 2,54)	87
Tabel 4.21 Dokumentasi Kerusakan Jalan Pada Ruas jalan Pangkah – Balamoa Segmen 0-150 m (Km 2,39 – 2,54).....	88
Tabel 4.22 Volume LHR Kendaraan Ringan.....	89
Tabel 4.23 Volume LHR Bus Kecil.....	89
Tabel 4.24 Volume LHR Bus Besar	90
Tabel 4.25 Volume LHR Truk 2 As.....	90
Tabel 4.26 Volume LHR Truk 3 As.....	91
Tabel 4.27 Volume LHR Truk 4 As.....	91
Tabel 4.28 Total Volume Kendaraan LHR	92
Tabel 4.29 Nilai ESAL Harian Kendaraan	98
Tabel 4.30 Kendaraan Dengan Muatan Sumbu Terberat (MST).....	99

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Surat Izin Penelitian

Lampiran 2 : Dokumentasi Survei Kerusakan Jalan

Lampiran 3 : Dokumentasi Survei Volume Lalu Lintas

Lampiran 4 : Formulir Survei Perhitungan Lalu Lintas

Lampiran 5 : Data LHR Kecamatan Pangkah Tahun 2023

Lampiran 6 : Perhitungan Luas Kerusakan Jalan Segmen 0-50 (Km 2,39–2,44)

Lampiran 7: Perhitungan Luas Kerusakan Jalan Segmen 50-100 (Km 2,44–2,49)

Lampiran 8: Perhitungan Luas Kerusakan Jalan Segmen 100-150 (Km 2,49–2,54)

Lampiran 9 : Data Volume LHR Hari Senin, 01 Juli 2024

Lampiran 10 : Data Volume LHR Hari Rabu, 03 Juli 2024

Lampiran 11 : Data Volume LHR Hari Sabtu, 06 Juli 2024

Lampiran 12 : Formulir Survei

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Beban Sumbu	= Beban Sumbu Tunggal/Ganda
ESAL	= <i>Equivalent Standar Axel Load</i>
FE	= Faktor Ekvivalen
LHR	= Lalu-lintas Harian Rata-rata
MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
MST	= Muatan Sumbu Terpusat
N _j	= Nilai Bobot Kerusakan
N _p	= Prosentase Kerusakan
N _q	= Nilai Jumlah Kerusakan
Peek Hours	= Jam Sibuk
SMP	= Satuan Mobil Penumpang
STdRG	= Sumbu Tandem Roda Ganda
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Ganda
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
STrRG	= Sumbu Tridem Roda Ganda
TF	= <i>Truck Factor</i>
VDF	= Faktor Ekvivalen Beban

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Meningkatnya kemacetan pada jalan perkotaan maupun jalan luar kota yang diakibatkan bertambahnya kepemilikan kendaraan, terbatasnya sumberdaya untuk pembangunan jalan raya, dan belum optimalnya pengoperasian fasilitas lalu lintas yang ada, merupakan persoalan utama di banyak Negara(MKJI, 1997).

Jalan raya adalah jalan utama yang menghubungkan satu kawasan dengan kawasan lainnya. Jalan raya memiliki ukuran yang lebih lebar, besar, dilapisi aspal dan bisa dilewati dari dua arah berlawanan. Di Indonesia, pembangunan jalan raya tidak terlepas dari pengaruh era Belanda yang menduduki Indonesia waktu itu, jalan raya juga bertujuan untuk membangkitkan roda ekonomi dalam hal pengiriman barang dagang dari satu tempat ke tempat lainnya (Ir. Hanafiah H.Z., M.T., Ir. Sulaiman A.R., 2018).

Ruas Jalan Pangkah – Balamoa secara administratif berada di Kecamatan Pangkah Kabupaten Tegal dengan panjang fungsional 3,35 km dan lebar 5,25 m dengan memiliki 1 jalur 2 arah. Ruas jalan Pangkah - Balamoa merupakan salah satu jalan alternatif akses masuk atau menuju jalan Pantura dengan volume lalu lintas yang padat dan dilintasi kendaraan yang membawa muatan seperti truk pembawa barang, truk pembawa semen, truk pembawa BBM, bus kecil maupun bus besar antar provinsi dan kendaraan bertonase berat lainnya.



Gambar 1.1. Kondisi Ruas Jalan Pangkah – Balamoa
(Sumber : DPUPR Kab. Tegal Tahun 2023)

Perkembangan volume kendaraan baik kendaraan beroda dua, kendaraan beroda empat maupun lebih semakin meningkat di Kabupaten Tegal. Dan pada saat ini kondisi jalan di ruas jalan Pangkah – Balamoa mengalami kerusakan seperti jalan berlubang, retak-retak dan mengelupas. Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis ingin mengetahui penyebab kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Pangkah - Balamoa. Dan karena sebab itu kami sebagai penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Lentur (Aspal) Pada Ruas Jalan Pangkah - Balamoa Kab. Tegal**”.

B. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran maka penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian dibatasi pada ruas jalan Pangkah – Balamoa dengan panjang jalan 150 m dan lebar 5,23 m.
2. Dalam penelitian ini data volume lalu lintas harian rata-rata dilakukan selama 3 hari, yaitu hari Senin, Rabu dan Sabtu di saat jam sibuk (*peak hours*).
3. Menghitung volume lalu lintas harian rata-rata yang melewati jalan tersebut.
4. Jenis kendaraan yang diteliti adalah jenis kendaraan beroda 4 atau lebih untuk menentukan nilai *Truck Faktor*.
5. Analisa kerusakan jalan untuk mengetahui jenis kerusakan pada jalan tersebut.
6. Analisa perhitungan menggunakan metode Bina Marga 1990.

C. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini yaitu:

1. Berapa jumlah volume lalu lintas harian rata-rata pada ruas jalan Pangkah - Balamoa?
2. Bagaimana pengaruh volume lalu lintas terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Pangkah - Balamoa?

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui jumlah volume lalu lintas harian rata-rata pada ruas jalan Pangkah – Balamoa.
2. Untuk mengetahui pengaruh volume lalu lintas terhadap tingkat kerusakan jalan Pangkah – Balamoa.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi beberapa pihak berikut ini

1. Bidang Keilmuan, untuk nantinya dapat menambah pengetahuan dan wawasan tentang penyebab volume kendaraan terhadap kerusakan jalan.
2. Bidang Praktisi, dapat dijadikan bahan acuan dan evaluasi dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab volume kendaraan terhadap kerusakan jalan.
3. Pihak Pemerintah , sebagai bahan pertimbangan semua pihak yang terkait untuk mengkaji peraturan jumlah volume kendaraan yang semakin meningkat terhadap kerusakan jalan.

F. Sistematika Penulisan Skripsi

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, batasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian, serta penulisan sistematika yang digunakan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang landasan teori penelitian yang diambil, dan sebagai referensi yang mendukung tentang studi kasus yang diambil dari beberapa jurnal ilmiah, karya tulis ilmiah, atau penelitian-penelitian sebelumnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian yang dilakukan, waktu dan tempat penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan diagram alur penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil perhitungan dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian atau dari penelitian

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi tentang susunan tulisan di akhir sebuah karya ilmiah yang berupa nama penulis, judul penulis, penerbit, identitas penerbit, dan tahun terbit.

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. Pengertian Jalan Raya

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

2. Fungsi Jalan

Berdasarkan (UU RI No. 38 Tahun 2004) Pasal 8, jalan umum dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

- a. Jalan arteri sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
- b. Jalan kolektor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

- c. Jalan lokal sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan lingkungan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Ketentuan lebih lanjut mengenai jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan sebagaimana dimaksud pada ayat (2), ayat (3), ayat (4), dan ayat (5) diatur dalam peraturan pemerintah (UU RI No. 38 Tahun 2004).

3. Klasifikasi Jalan Raya

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Klasifikasi menurut kelas jalan dan ketentuannya serta kaitannya dengan klasifikasi menurut fungsi jalan dapat dilihat dalam Tabel 2.1 (MKJI, 1997)

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Secara Umum Menurut Kelas, Fungsi, Dimensi Kendaraan Maksimum Dan Muatan Sumbu Terberat (MST)

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan		Muatan Sumbu Terberat (ton)
		Panjang	Lebar	
I	Arteri	18	2,5	> 10

II		18	2,5	10
III A	Kolektor	18	2,5	8
III A		18	2,5	8
III B	Lokal	12	2,5	8
III C		9	2,1	8

(sumber : UU RI No 22 tahun 2009)

Berdasarkan Undang-Undang RI No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, maka jalan dapat di klasifikasikan menjadi 3 klasifikasi jalan, yaitu:

- a. Klasifikasi berdasarkan fungsi jalan.
- b. Klasifikasi berdasarkan administrasi pemerintahan.
- c. Klasifikasi berdasarkan beban muatan sumbu.

4. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Volume lalu-lintas harian rata-rata menyatakan jumlah lalu lintas perhari dalam 1 minggu untuk 2 jalur yang berbeda dinyatakan dalam LHR, maka harus dilakukan penyelidikan lapangan selama 24 jam dalam satu minggu yang dilaksanakan pada hari senin, selasa, rabu, kamis, jumat, sabtu, dan minggu dengan mencatat jenis kendaraan bermotor.

Jumlah volume lalu lintas dalam 1 tahun dinyatakan sebagai lalu-lintas harian rata- rata (LHR).

$$LHR = \left[\frac{\text{jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365} \right] \quad (2.1)$$

Volume lalu-lintas menyatakan jumlah lalu-lintas dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang besarnya menunjukkan jumlah lalu-lintas harian rata-

rata (LHR) maka volume lalu-lintas yang ada baik pada saat ini maupun pada saat tahun rencana menentukan klasifikasi jalan yang diperkirakan sanggup menerima volume lalu lintas tersebut. Klasifikasi ialah mencakup kelas jalan, jumlah jalur, kecepatan rencana, lebar perkerasan landai maksimum dan lain-lain. Volume lalu- lintas adalah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) didapat dari jumlah lalu-lintas pada satu tahun dibagi dengan 365 hari(Warrantyo, Muhammad Mulki Arief. 2019).

5. Pertumbuhan Lalu Lintas

Untuk memperkirakan pertumbuhan lalu-lintas untuk tahun yang akan datang dapat dihitung dengan rumus, yaitu :

$$\text{LHR}_n = \text{LHR}_o (1 + i)^n \quad (2.2)$$

Keterangan :

LHR_n = LHR tahun ke n

LHR_o = LHR Awal tahun rencana

i = Faktor pertumbuhan (%)

n = Umur rencana

Untuk memprediksikan faktor pertumbuhan (i), didapat dari data Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) yang ada dihitung tingkat pertumbuhan tahunannya.

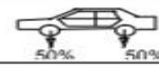





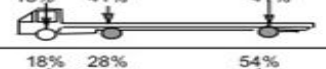
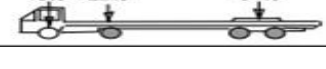
Tabel 2.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (sumber :Pd T-14-2003)

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) Per-tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,8	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9

15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

6. Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Jenis kendaraan yang memakai jalan beraneka ragam, bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi, beban sumbu dan sebagainya. Oleh karena itu volume lalu lintas kendaraan untuk perencanaan tebal perkerasan dapat umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan. Pengelompokan jenis dilakukan pada gambar 2.1.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAI KOSONG	UE 18 KSAI MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18	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 2.1 Konfigurasi Beban Sumbu(Direktorat Jendral Bina Marga, 2017)

Semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu berbeda di ekuivalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan “angka ekuivalen beban sumbu (E)”. Angka ekuivalen beban sumbu adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dan sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila beban sumbu standar lewat satu kali.

Contoh : $E_{\text{truk}} = 1,2$, ini berarti 1 kali lintasan kendaraan truk mengakibatkan penurunan indeks permukaan yang sama dengan 1,2 kali lintasan sumbu standar. Secara empiris angka ekuivalen ditulis sebagai berikut:

$$E = \frac{\text{beban sumbu (kg)}}{8160} \times X \quad (2.3)$$

Diketahui :

E = Angka ekuivalen beban sumbu

Beban sumbu = beban sumbu tunggal/ganda

Angka 8160 = Berat sumbu standar pada kendaraan

X = indeks permukaan jalan

Nilai X akan bertambah besar dengan semakin jelek atau tidak rata permukaan jalan. Indeks permukaan turun mengakibatkan nilai X bertambah besar. Untuk perencanaan tebal perkerasan, angka ekuivalen dapat diasumsikan tetap selama umur rencana dan dipergunakan angka ekuivalen pada kondisi akhir umur rencana (pada keadaan indeks permukaan akhir umur). Untuk menentukan angka ekuivalen beban sumbu, Bina Marga memberikan rumus sebagai berikut:

$$E_{\text{sumbu tunggal}} = \left[\frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (2.4)$$

$$E \text{ sumbu ganda} = \left[\frac{\text{beban sumbu ganda (kg)}}{8160} \right] 4 \times 0,0086 \quad (2.5)$$

7. Angka Ekivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus Bina Marga sebagai berikut:

$$STRT = \left[\frac{P}{5,4} \right]^4 \quad (2.6)$$

$$STRG = \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \quad (2.7)$$

$$STdRG = \left[\frac{P}{13,76} \right]^4 \quad (2.8)$$

$$STrRG = \left[\frac{P}{18,45} \right]^4 \quad (2.9)$$

Keterangan :

STRT = Sumbu tunggal roda tunggal

STRG = Sumbu tunggal roda ganda

STdRG = Sumbu tandem roda ganda

STrRG = Sumbu Tridem Roda Ganda

P = Beban gandar satu sumbu tunggal dalam ton

Departemen Pekerjaan Umum dalam hal ini Direktorat Jenderal Bina Marga telah membuat suatu ketentuan untuk menentukan nilai masing-masing sumbu kendaraan, hal ini dapat dilihat berdasarkan Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan (sumber :Pd T-14-2003)

Beban sumbu	Ekivalen beban sumbu kendaraan (E)				
	TON	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,0007	0,0007
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221	0,00221

5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27895	0,0863
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57834	0,17895
13	33,5891	6,44188	0,79671	0,24628
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,4369
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,9283	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,6353	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,4632	1,38081

8. Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih

Beban berlebih adalah berat as kendaraan yang melampaui batas maksimum yang diizinkan (MST = Muatan Sumbu Terberat). Selain itu beban berlebih dapat juga didefinisikan suatu kondisi beban gandar kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai yang biasa disebut kerusakan dini.

Terjadinya beban berlebih pada kendaraan yang mengangkut muatan melebihi ketentuan yang ditetapkan secara signifikan akan meningkatkan daya rusak (*Damage Factor*) kendaraan yang selanjutnya akan menyebabkan kerusakan pada struktural jalan. Jenis dan besarnya beban kendaraan yang beraneka ragam menyebabkan pengaruh daya rusak dari masing-masing kendaraan terhadap lapisan-lapisan perkerasan jalan raya tidaklah sama.

Semakin besar muatan atau beban suatu kendaraan yang dipikul lapisan perkerasan jalan, maka struktur perkerasan jalan akan cepat rusak.

Pendekatan muatan berlebih yaitu dengan menghitung nilai total faktor truk (*truck factor*). Truck Factor adalah nilai total *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) yang mana menyebabkan kerusakan jalan akibat beban berlebih pada kendaraan berat. Apabila nilai truck faktor lebih besar dari 1 ($TF > 1$) berarti telah terjadi kerusakan akibat beban berlebih.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai truck factor adalah :
[Wiyono, 2009]

$$TF = \frac{\text{Total ESAL}}{N} \quad (2.10)$$

Keterangan :

TF = Truk Faktor

Total ESAL = Nilai Total Esal

N = Jumlah Kendaraan Berat

9. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu-lintas. Konstruksi perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu-lintas. Pada umumnya ada tiga jenis konstruksi perkerasan jalan(Indriani, Made Novia. 2018) yaitu:

1) Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan Lentur adalah struktur lapisan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya dan akan melentur jika terkena beban kendaraan. Lapisan-lapisan perkerasan berisifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan ini terdiri dari empat lapis, yaitu *surface course*, *base course*, *sub base course* dan *subgrade*.

2) Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku merupakan struktur lapisan perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat sehingga sifatnya kaku dan tidak melentur jika terkena beban kendaraan. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton. Perkerasan jenis ini terdiri dari terdiri dari tiga lapis yaitu plat beton (*concrete slab*), lapisan pondasi bawah (*sub base course*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

3) Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan Komposit merupakan jenis perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas permukaan lentur. Perkerasan jenis ini mendapatkan kekuatan dan kenyamanan yang tinggi.

Konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku memiliki perbedaan dalam beberapa aspek seperti bahan pengikat yang dipakai, sifat perkerasan, tujuan penggunaan, biaya pelaksanaan, usia konstruksi dan perbaikan kerusakan.

Tabel 2.4. Kelebihan dan Kekurangan Lapisan Perkerasan Lentur dan Kaku

Uraian	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Bahan Pengikat	Aspal	Semen, Aspal dengan tebal besar
Sifat	- Melentur jika dibebani - Meredam getaran	- Tidak melentur - Tidak meredam getaran
Penggunaan	Beban ringan-berat	Beban berat
Biaya Pelaksanaan	Murah	Mahal
Usia	20 tahun (pemeliharaan rutin)	40 tahun (tanpa pemeliharaan rutin)
Perbaikan Kerusakan	- Mudah - Perbaikan setempat	- Sulit - Perbaikan menyeluruh

Sumber : (Purwanto, Satria Rahmad. 2021.)

10. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur pada umumnya digunakan untuk jalur lalu lintas dengan lalu lintas utama kendaraan penumpang, jalan perkotaan, untuk perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

a. Lapisan Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang saling mendukung antara satu lapisan dengan lapisan lainnya, dan perkerasan lentur ini memiliki kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan menggunakan perkerasan lentur adalah :

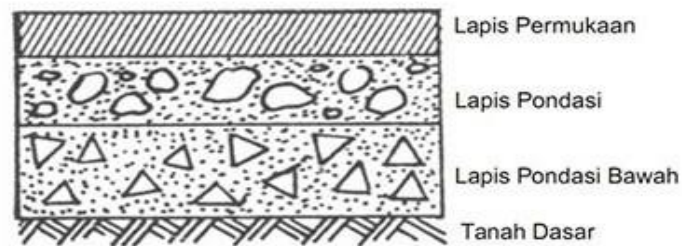
- 1) Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas;
- 2) Mudah diperbaiki;
- 3) Penambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja;
- 4) Memiliki tahanan gesek yang baik;
- 5) Warna perkerasan memberikan kesan yang tidak menyilaukan bagi pemakai jalan;
- 6) Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas.

Kekurangan menggunakan perkerasan lentur adalah :

- 1) Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari perkerasan kaku;
- 2) Kelenturan dan sifat kohesi berkurang seiring waktu;
- 3) Waktu pelayanan sampai membutuhkan pemeliharaan lebih cepat dari pada perkerasan kaku;
- 4) Tidak baik digunakan jika sering tergenang air;
- 5) Membutuhkan agregat lebih banyak.

Struktur perkerasan lentur dibangun dari beberapa lapisan yang makin kebawah memiliki daya dukung yang semakin jelek, yaitu:

- 1) Lapisan permukaan (*surface course*)
- 2) Lapisan pondasi atas (*base course*)
- 3) Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
- 4) Lapisan tanah dasar (*subgrade*)



Gambar 2.2 Struktur Lapis Perkerasan Lentur

Sumber :(Warrantyo, Muhammad Mulki Arief. 2019)

1) Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan adalah lapisan yang terletak paling atas yang langsung bergesekan dengan roda kendaraan. Fungsi lapisan permukaan antara lain:

- a) Sebagai lapisan perkerasan yang menahan beban roda, dengan persyaratan harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b) Sebagai lapisan kedap air sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- c) Sebagai lapisan aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d) Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih buruk.

Pada umumnya lapisan permukaan menggunakan bahan pengikat tinggi, sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memiliki daya tahan selama masa pelayanan. Lapis paling atas yang kontak langsung dengan roda kendaraan, cepat menjadi aus dan rusak karena berhubungan langsung dengan perubahan cuaca, hujan, panas, dan dingin.

Lapis paling atas dari lapisan permukaan disebut sebagai lapisan aus, dan berfungsi non struktural, sedangkan lapis di bawah lapis aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat disebut juga *binder course*, berfungsi struktural untuk memikul beban lalu lintas dan mendistribusikan ke lapis pondasi. Jadi, lapis permukaan dapat dibedakan menjadi:

- a) Lapis aus (*wearing course*), merupakan lapis permukaan yang kontak langsung dengan roda kendaraan dan cuaca;
- b) Lapis pengikat (*binder course*), merupakan lapis permukaan yang terletak di bawah lapis aus.

2) Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis pondasi permukaan dinamakan lapisan pondasi atas (*base course*). Jika tidak digunakan lapisan pondasi bawah, maka lapisan pondasi atas diletakan langsung di atas

permukaan tanah dasar. Lapisan pondasi atas berfungsi sebagai berikut :

- a) Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya;
- b) Lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah;
- c) Bantalan atau perletakan lapis permukaan.

Material yang digunakan untuk lapisan pondasi adalah material yang cukup kuat dan awet sesuai syarat teknik dalam spesifikasi pekerjaan. Lapisan pondasi dapat dipilih lapisan berbutir tanpa pengikat atau lapis dengan aspal sebagai pengikat. Untuk lapis pondasi tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material berbutir dengan CBR lebih besar dari 50 % dan indeks plastis lebih kecil dari 4 %. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah yang distabilisasi dengan semen, aspal, pozzolan atau kapur dapat digunakan sebagai lapisan pondasi.

Jenis lapisan pondasi yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

- a) Agregat bergradasi baik, dibagian atas agregat kelas A yang mempunyai gradasi yang lebih kasar, dan agregat kelas B. Kriteria dari masing-masing jenis lapisan pondasi agregat dapat diperoleh dari spesifikasi pekerjaan;

- b) Pondasi makadam;
- c) Pondasi telfond;
- d) Penetrasin makadam;
- e) Laston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*);
- f) Lataston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama HRS-Base (*Hot Rolled Sheet-Base*);
- g) Stabilisasi.

3) Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis perkerasan terletak diantara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapisan pondasi bawah (*subbase*). Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai:

- a) Bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan ke lapisan tanah dasar. Lapisan ini harus cukup stabil, mempunyai CBR sama atau lebih besar dari 20 % dan indeks Plastis (IP) sama atau lebih kecil dari 10 %;
- b) Efisiensi penggunaan material yang relatif murah, agar lapisan di atasnya dapat dikurangi tebalnya;
- c) Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi;
- d) Lapis pertama, agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar, sehubungan dengan kondisi lapangan

yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat.

- e) Lapisan filter untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi.

4) Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang berada di bawah pondasi bawah. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Berdasarkan elevasi muka tanah dimana konstruksi perkerasan jalan akan diletakan, lapisan tanah dasar dibedakan atas :

- a) Permukaan tanah asli, adalah lapisan tanah dasar yang merupakan muka tanah asli di lokasi jalan tersebut. Pada umumnya lapisan tanah dasar ini disiapkan hanya dengan membersihkan dan memadatkan lapisan atas setebal 30 – 50 cm dari muka tanah dimana elevasi struktur perkerasan direncanakan untuk diletakkan;
- b) Permukaan tanah timbunan, adalah lapisan tanah dasar yang lokasinya terletak di atas tanah asli. Hal ini

berkaitan dengan perencanaan alinemen vertikalnya.

Persiapan permukaan tanah timbunan perlu memperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan;

- c) Permukaan tanah galian, adalah lapisan tanah dasar yang lokasinya terletak di bawah muka tanah asli, sesuai dengan perencanaan alinemen vertikalnya; Dalam sekelompok ini termasuk pula yang kurang baik. Persiapan permukaan tanah timbunan perlu memperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan.

Daya dukung dan ketahanan struktur perkerasan jalan sangat ditentukan oleh karakteristik tanah dasar. masalah-masalah yang sering ditemui terkait dengan lapisan tanah dasar adalah :

- a) Daya dukung tanah dasar berpotensi mengakibatkan perubahan bentuk tetap dan rusaknya struktur perkerasan jalan secara menyeluruh;
- b) Sifat mengembang dan menyusut untuk jenis tanah yang dimiliki sifat plastisitas, dimana akibat perubahan kadar air berakibat terjadinya retak atau perubahan bentuk. Faktor drainase dan kadar air pada proses pemadatan tanah dasar sangat menentukan tingkat kerusakan yang mungkin terjadi;

- c) Perbedaan daya dukung tanah akibat perbedaan jenis tanah. Penelitian yang seksama akan jenis dan sifat tanah dasar sepanjang jalan dapat mengurangi akibat tidak meratanya daya dukung tanah dasar;
- d) Perbedaan penurunan (*different settlement*) akibat terdapatnya lapisan tanah lunak di bawah lapisan tanah dasar. penyelidikan jenis dan karakteristik lapisan tanah yang terletak di bawah lapisan tanah dasar sangat membantu mengatasi masalah ini;
- e) Kondisi geologi yang dapat berakibat terjadinya patahan, geseran dari lapisan lempengan bumi perlu diteliti dengan seksama terutama pada tahap penentuan trase jalan;
- f) Kondisi geologi di sekitar trase lapisan tanah dasar di atas tanah galian perlu diteliti dengan seksama, termasuk kestabilan lereng dan rembesan air yang mungkin diakibatkan oleh dilakukannya galian.

b. Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomor : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas : (Umum;, Departemen Pekerjaan. 1983)

- 1) Retak (*cracking*)
- 2) Distorsi (*distortion*)

- 3) Cacat permukaan (*disintegration*)
- 4) Pengausan (*polished aggregate*)
- 5) Kegemukan (*bleeding or flushing*)
- 6) Penurunan pada bekas penanaman utilitas

1) Retak (*Cracking*)

Retak adalah terjadinya patahan pada permukaan perkerasan (dalam konteks identifikasi kerusakan). Mekanisme retak dibagi menjadi dalam dua fase, yaitu awal terjadinya dan perkembangannya. Awal terjadinya retak merupakan waktu kejadian yang diskrit, dimana untuk keperluan pembuatan model, didefinisikan sebagai saat munculnya retak pada permukaan dengan jumlah 0,5%/km, pada fase berikutnya retak meluas secara cepat pada permukaan dan bukaan retak bertambah lebar. (HDM IV. 1995)

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas :

a) Retak Halus (*Hair Cracking*)

Lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air ke dalam lapis permukaan dan jika dibiarkan dapat berkembang menjadi retak kulit buaya.



Gambar 2.3 Retak Halus

(Sumber : DPUPR Kab. Tegal Tahun 2023)

b) Retak Kulit Buaya (*alligator crack*)

Retak kulit buaya adalah retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak (*poligon*) kecil-kecil menyerupai kulit buaya dengan lebar celah lebih dari 3 mm. Ukuran retak yang saling berhubungan berkisar antara 2,5 cm sampai 15 cm. (Shahin, 1994). Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa factor-faktor penyebab terjadinya kerusakan kulit buaya (*Alligator Crack*) adalah sebagai berikut :

- 1) Defleksi berlebihan dari permukaan perkerasan.
- 2) Gerakan satu atau lebih lapisan yang berada dibawah.
- 3) Modulus dari material lapis pondasirendah.
- 4) Lapis pondasi atau lapis aus terlalu getas.
- 5) Kelelahan (*fatigue*) dari permukaan.
- 6) Pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil.

- 7) Baha lapos pondasi keadaan jenuh air, karena tanah air naik.



Gambar 2.4 Retak Kulit Buaya

(Sumber : DPUPR Kab. Tegal Tahun 2023)

c) **Retak Pinggir (*Edge Crack*)**

Retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu jalan dan terletak dekat bahu. Retak ini disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya settlement di bawah daerah tersebut. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi sebab terjadinya retak pinggir ini. Di lokasi retak, air dapat meresap yang dapat semakin merusak lapis permukaan.



Gambar 2.5 Retak Pinggir

(Sumber : DPUPR Kab. Tegal Tahun 2023)

d) Retak Refleksi (*Reflection Crack*)

Retak refleksi terjadi bila retak yang telah terjadi pada lapisan di bawah merambat ke lapisan permukaan. Retak refleksi terjadi sebagai akibat dari pada konsentrasi tegangan pada ujung retak internal sehingga sangat penting mengurangi umur kelelahan yang tersedia pada lapis permukaan.



Gambar 2.6 Retak Refleksi

(Sumber : DPUPR Kab. Tegal Tahun 2023)

e) Retak Susut (*Shrinkage Crack*)

Retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Retak disebabkan oleh

perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.



Gambar 2.7 Retak Susut

(Sumber : DPUPR Kab. Tegal Tahun 2023)

f) Retak Slip (*Slippage crake*)

Retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Hal ini terjadi disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air atau benda non adhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya tackcoat sebagai bahan pengikat antara kedua lapisan. Retak selippun dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pepadatan lapis permukaan.



Gambar 2.8 Retak Slip

(Sumber : DPUPR Kab. Tegal Tahun 2023)

8) Distorsi

Distorsi atau perubahan bentuk disebabkan oleh lemahnya tanah dasar atau pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas.

Distorsi dibedakan menjadi 5 jenis.

- a) Alur (*rutting*), terjadi pada lintasan roda kendaraan yang sejajar dengan sumbu jalan, akibat terjadinya tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Alur dapat menjadi genangan air yang mengakibatkan timbulnya kerusakan yang lain.
- b) Keriting (*corrugation*), alur yang terjadi dalam arah melintang jalan, akibat rendahnya stabilitas struktur perkerasan,
- c) Sungkur (*solving*), deformasi plastis yang terjadi setempat, biasanya di tempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, atau tikungan tajam.

- d) Ambblas (*grade depressions*), terjadi setempat pada ruas jalan. Ambblas dapat dideteksi dengan adanya genangan air setempat. Adanya ambblas mempercepat terjadinya lubang pada perkerasan jalan.
- e) Jembul (*upheaval*), terjadi setempat pada ruas jalan, yang disebabkan adanya pengembangan tanah dasar akibat adanya tanah ekspansif.

9) Cacat Permukaan

Cacat permukaan biasanya merupakan kerusakan muka jalan akibat kimiawi dan mekanis material lapis permukaan. Cacat permukaan dibedakan menjadi 3 jenis :

- a) Lubang (*potholes*), berupa mangkuk, berukuran bervariasi dari kecil sampai dengan besar. Lubang menjadi tempat berkumpulnya air yang dapat meresap ke lapisan di bawahnya yang menyebabkan kerusakan semakin parah.
- b) Pelepasan butir (*raveling*) lapis permukaan, akibat buruknya material yang digunakan, adanya air yang terjebak, atau kurang baiknya pelaksanaan konstruksi.
- c) Pengelupasan lapis permukaan (*stripping*), akibat kurang baiknya ikatan antara aspal dengan agregat atau terlalu tipisnya lapis permukaan.

10) Pengausan

Pengausan (*polished agregat*) yaitu permukaan jalan licin sehingga mudah terjadi slip yang membahayakan lalu lintas. Pengausan terjadi akibat ukuran, bentuk, dan jenis agregat yang digunakan untuk lapis aus tidak memenuhi mutu yang disyaratkan.

11) Kegemukan

Kegemukan (*bleeding*) yaitu naik dan melelehnya aspal pada temperatur tinggi. Kegemukan yang mengakibatkan jejak roda kendaraan pada permukaan jalan dan licin disebabkan oleh penggunaan aspal yang terlalu banyak.

12) Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas

Penurunan pada penanaman utilitas (*utility cut depressions*) yaitu kerusakan yang terjadi akibat ditanamnya utilitas pada bagian perkerasan jalan dan tidak dipadatkan kembali dengan baik. Hal ini dapat mengakibatkan distorsi pada permukaan dan berlanjut dengan kerusakan lainnya.

11. Tingkat Kerusakan Jalan

Jenis-jenis kerusakan berdasarkan tingkat kerusakan menurut metode PCI yang digunakan sebagai acuan menentukan tingkat kerusakan jalan yang sering terjadi pada perkerasan jalan lentur, antara lain : (Purwanto, Satria Rahmad. 2021)

a. Retak Kulit Buaya

Retak kulit buaya (*aligator cracking*) dibedakan menjadi 3 tingkat kerusakan (*severity level*), sebagai berikut:

1) *Low severity level*

Kondisi perkerasan tergolong baik, retak rambut parallel satu sama lain

2) *Medium severity level*

Kondisi retak membentuk suatu jaringan retak dan berpola, bagian retak sedikit terbuka dan kemungkinan ada partikel yang terlepas.

3) *High severity level*

Jaringan retak terbuka dan dalam, sebagian partikel pada bagian yang retak sudah terlepas

b. Alur

Alur (*rutting*) dibedakan menjadi 3 tingkat kerusakan (*severity level*), sebagai berikut:

1) *Low severity level*

Dengan kedalaman alur antara 1/4 - 1/2 inchi.

2) *Medium severity level*

Dengan kedalaman alur antara 1/2 - 1 inchi.

3) *High severity level*

Dengan kedalaman alur >1 inchi.

c. Amblas

Amblas (*depression*) dibedakan menjadi 3 tingkat kerusakan (*severity level*), sebagai berikut:

1) *Low severity level*

Kondisi penurunan hampir tidak kelihatan, kedalaman amblas 1/2 – 1 inchi.

2) *Medium severity level*

Kondisi penurunan kelihatan dan dapat diobservasi tetapi tidak begitu berarti, kedalaman amblas 1 – 2 inchi.

3) *Hight severity level*

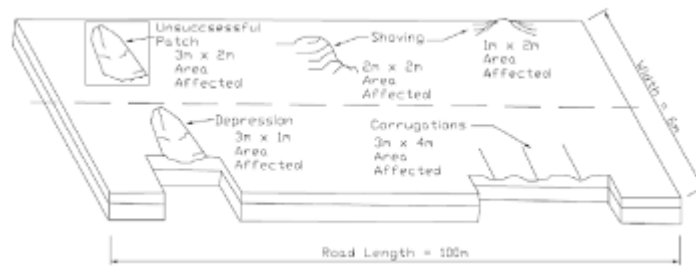
Kondisi penurunan sangat mencolok dan jelas kelihatan perbedaan elevasi pada permukaan perkerasan dan dapat diukur, kedalaman >2 inchi.

12. Pola Kerusakan Perkerasan Jalan Lentur

Ada beberapa jenis kerusakan perkerasan jalan lentur yaitu sebagai berikut:

a. Deformasi

Deformasi yaitu perubahan permukaan jalan dari profil aslinya, merupakan kerusakan penting karena mempengaruhi kualitas kenyamanan lalu lintas dan mencerminkan kerusakan struktur perkerasan. Perhatikan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9. Demormasi Pada Jalan
(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

b. Bergelombang/Keriting

Bergelombang/keriting yaitu gelombang melintang/tegak lurus arah pekerasan aspal akibat deformasi plastis, jarak gelombang related teratur, biasa terjadi pada lokasi dimana lalu lintas sering bergerak dan berhenti. Perhatikan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Bergelombang/Keriting
(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

c. Alur (*Rutting*)

Alur adalah bentuk turunnya perkerasan jalan ke arah memanjang pada lintasan roda kendaraan akibat beban lalu lintas yang berulang pada lintasan road sejajar dengan as jalan biasanya tampak jelas saat hujan. Perhatikan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11. Alur

(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

d. Ambles (*Depression*)

Ambles adalah penurunan pada area terbatas diukur dengan straightedge. Perhatikan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12. Ambles

(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

e. Sungkur (*Shoving*)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara local dan memanjang dari permukaan perkerasan karena saat lalu lintas mendorong perkerasan timbul gelombang pendek didalamnya. Perhatikan pada gambar 2.13.



Gambar 2.13. Sungkur

(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

f. Mengembang (*Swell*)

mengembang adalah gerakan ke atas local dari perkerasan akibat pengembangan atau pembekuan air dari tanah dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perhatikan pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Mengembang

(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

g. Benjol dan Turun

Benjol adalah gerakan atau perpindahan ke atas dari permukaan aspal yang bersifat local dan kecil. Perhatikan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Benjol

(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

h. Retak (*Cracking*)

Retak adalah suatu gejala kerusakan permukaan perkerasan sehingga akan menyebabkan air pada permukaan perkerasan masuk ke lapisan di bawahnya dan hal ini merupakan salah satu factor yang akan membuat parah kerusakan. Perhatikan pada gambar 2.16.



Gambar 4.16. Retak

(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

i. Lubang

Lubang adalah ketika retakan-retakan dibiarkan tanpa perbaikan sehingga akhirnya air meresap dan membuat rapuh lapisan-lapisan jalan. Lubang-lubang yang awalnya kecil bisa berkembang menjadi lubang-lubang besar yang dapat membahayakan pengguna jalan. Perhatikan pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Lubang

(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

j. Pengelupasan Lapis Permukaan

Pengelupasan lapis permukaan merupakan kerusakan yang disebabkan oleh kurangnya ikatan antar lapis permukaan dan lapis permukaan bawahnya atau terlalu tipis-tipis permukaannya. Perhatikan pada gambar 4.18.



Gambar 4.18. Pengelupasan Lapis Permukaan

(sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2007)

13. Perhitungan Nilai Kerusakan (Np)

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai prosentase kerusakan (%) adalah sebagai berikut :

$$\% = \frac{\text{Luas jalan rusak}}{\text{luas jalan keseluruhan}} \times 100 \quad (2.11)$$

Diketahui :

% = Prosentase kerusakan

Besarnya nilai prosentase kerusakan jalan diperoleh dari prosentase luas permukaan jalan yang rusak terhadap luas keseluruhan bagian jalan yang ditinjau. Nilai prosentase kerusakan bias dilihat dalam tabel 2.6.

Tabel 2.5. Prosentase Kerusakan jalan (Np)(Dirjen Bina Marga, 1990)

Prosentase	Kategori	Nilai
< 5%	Sedikit Sekali	2
5% - 20%	Sedikit	3
20%-40%	Sedang	5
> 40%	Banyak	7

14. Nilai Jumlah Kerusakan (Nq)

Berikut adalah rumus untuk mendapatkan nilai kerusakan jalan(Dirjen Bina Marga, 1990)

$$Nq = Np \times Nj \quad (2.12)$$

Dimana :

Np = Prosentase kerusakan

N_j = Bobot kerusakan

15. Nilai Bobot Kerusakan (N_j)

Besarnya nilai bobot kerusakan diperoleh dari jenis kerusakan pada permukaan jalan yang dilalui. Penilaiannya bias dilihat dalam tabel 2.6.

Tabel 2.6. Nilai Bobot Kerusakan (N_j)(Dirjen Bina Marga, 1990)

Kontruksi beton tanpa kerusakan	2
Kontruksi penetrasi tanpa kerusakan	3
Tambalan	4
Retak	5
Lepas	5,5
Lubang	6
Alur	6
Gelombang	6,6
Amblas	7
Belahan	7

16. Persentase Luas Kerusakan

Persentase luas kerusakan jalan bisa dilihat dalam tabel 2.8.

Tabel 2.8. Persentase Luas Area Kerusakan(Dirjen Bina Marga, 1990)

No	Jenis kerusakan	< 5 %	5% - 20%	20% - 40%	> 40 %
		Sedikit sekali	Sedikit	Sedang	Banyak
1	Aspal Beton	4			
2	Penetrasi	6			
3	Tambalan	8	12	20	28
4	Retak	10	15	25	35
5	Lepas	11	16,5	27,5	38,5

6	Lubang	12	18	30	42
7	Alur	12	18	30	42
8	Gelombang	13	19,5	32,5	45,5
9	Amblas	17	21	35	49
10	Belahan	14	21	35	49

Tabel 2.9. Nilai VDF Masing-Masing Kendaraan Niaga(Direktorat Jendral Bina Marga, 2017)

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan ² yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekvivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF4 Pangkat 4	VDF5 Pangkat 5
1	1	Sepeda motor	1.1	Muatan ² yang diangkut	2	30,4			
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / Pickup / Station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu – cargo ringan	1.1	muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu – ringan	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu – cargo sedang	1.2	muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu – sedang	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			1,6	1,7
6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu – berat	1.2	muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu – berat	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
7a1	9.1	Truk 3 sumbu – ringan	1.22	muatan umum	3	3,9	5,60	7,6	11,2
7a2	9.2	Truk 3 sumbu – sedang	1.22	tanah, pasir, besi, semen	3			28,1	64,4
7a3	9.3	Truk 3 sumbu – berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
7c2.1	12	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
7c2.2	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-222		5			30,3	69,7
7c3	14	Truk 6 sumbu - trailer	1.22-222		6	0,3	0,50	41,6	93,7

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Hariman Al Faritzie, Bahder Djohan, Berri Wijaya. (2019) penelitian ini berjudul “Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Tingkat kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)” tujuan penelitian untuk mengetahui jenis-jenis kerusakan, persentase kerusakan jalan dan tebal pelapisan tambahan (Overlay) pada perkerasan lentur jalan Simpang Talang Jambe – jalan AMD Sugiwaras. Melaksanakan survey secara langsung di lapangan sehingga diperoleh berupa data primer seperti jenis – jenis dan jumlah dari komposisi kerusakan jalan dan jumlah LHR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata) pada ruas jalan Simpang Talang Jambe – jalan AMD Sugiwaras. Analisis perhitungan tebal pelapisan tambahan (Overlay) dilakukan dengan menggunakan metode Analisa Komponen PU Bina Marga Tahun 1987. Berdasarkan hasil analisis maka diperoleh besar volume kendaraan pada ruas Jalan Simpang Talang Jambe sebesar 4581 kendaraan/hari/2 arah. Dan persentase kerusakan jalan sebesar 30,03% dengan perhitungan tebal perkerasan lapisan tambahan (Overlay) dengan umur rencana 5 tahun sebesar 14 cm dan untuk umur rencana 10 tahun sebesar 17 cm.
2. Muhammad Mulki Arief Warrantyo (2019) penelitian ini berjudul “Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan Lentur (Aspal) Di Jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah lalu-lintas harian rata-rata beban sumbu yang melalui jalan perkerasan aspal di jalan HR. Soebrantas

Panam, mengetahui pengaruh beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam. Metode penelitian ini menggunakan pedoman dari Bina Marga Pd T-14-2003. Penelitian ini dilakukan selama 7 hari (Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu). Hasil analisa lalu-lintas harian rata-rata pada kendaraan ringan seperti sedan, oplet, dan pick up memiliki jumlah kendaraan sebanyak 19.085 unit, untuk bus kecil berjumlah 53 unit, untuk bus besar berjumlah 78 unit, untuk truk 2 as berjumlah 1.208 unit, untuk truk 3 as berjumlah 488 unit, dan untuk truk 4 as berjumlah 99 unit. Total LHR dari hasil analisa kendaraan berjumlah 21.011 kendaraan/hari. Berdasarkan perhitungan faktor lalu-lintas kendaraan didapat nilai ESAL total sebesar 10.904,893 dan hasil perhitungan Truck Factor $5,823 > 1$, dimana nilai itu menunjukkan bahwa kondisi kerusakan jalan yang ada dikarenakan beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam ini mengalami beban berlebih (Over load). Faktor beban berlebih yang terjadi pada jalan HR. Soebrantas menyebabkan 2 jenis kerusakan yaitu distorsi alur dengan tingkat kerusakan yang tinggi dan retak buaya dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

3. Amri, Winayati, Lusi Dwi Putri (2021) penelitian ini berjudul “Analisa Kerusakan Jalan Aspal” Penelitian ini memiliki tujuan untuk mencari sisa umur rencana perkerasan dan derajat kerusakan perkerasan asphalt, dengan metode Bina Marga. Selama masa layanan, pekerasan akan mengalami pembebanan berulang yang menyebabkan kerusakan, khususnya pada ruas

jalan Terminal Kari Teluk Kuantan Kabupaten Kuantan Singingi STA 2+700 sampai dengan 4+175. Hasil analisis yang telah dilakukan, bahwa: Sisa umur perkerasan selama 10 tahun kedepan = 12%, dengan Truk Faktor $0.553 < 1$, yang artinya jalan tersebut sudah tidak layak untuk dilewati, Nilai derajat kerusakan untuk kendaraan ringan roda bagian depan 0.0001, bus 0.0246, Truk 2 as 0.0178. Derajat kerusakan untuk kendaraan ringan roda bagian belakang 0.0001, bus 0.1245, Truk 2 as 0.0900, artinya derajat kerusakan rata-rata untuk kendaraan ringan maupun kendaraan berat, kurang dari satu per sumbu, dalam hal ini maka kerusakan digolongkan pada keruntuhan akibat kelelahan, dengan beban kendaraan normal yang tidak terlalu berpengaruh terhadap derajat kerusakan pada jalan tersebut.

4. Sucitra Wijaya, Agung Prasetyo (2021) penelitian ini berjudul “Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Di Ruas Jalan Tembesi- Sarolangun” Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui berapa jumlah kendaraan dengan tingkat kerusakan jalan dan hubungan volume kendaraan dengan tingkat kerusakan jalan pada perkerasan lentur diruas jalan tembesi-sarolangun. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode visual untuk melihat jenis kerusakan lalu melakukan pengukuran pada bagian jalan yang rusak dan menghitung jumlah kendaraan pada jam puncak serta mendapatkan data umur jalan nya. Dengan begitu, didapatkan 3 (tiga) data, yaitu data inventori jalan, data nilai kerusakan dan data waktu setelah jalan terakhir diperbaiki. Setelah

dilakukan survey dan analisis data, maka didapatkan bahwa ruas jalan tembesi-sarolangun memiliki lebar jalan 7meter, panjang ruas jalan 39,8 km, jumlah jalur 2, jumlah lajur 2, tidak terdapat median dan jenis konstruksi perkerasan aspal. Pada perhitungan nilai kerusakan jalan didapatkan Nr sebesar 57,2. Nilai satuan mobil penumpang (smp) pada jam puncak sebesar 259,234 /jam pada arah Tembesi Sarolangun dan 180,23/jam pada arah Sarolangun-Tembesi. Dan pada umur jalan, didapatkan dari terakhir diperbaiki dan sampai pada saat dilakukan survey yaitu 32.400 jam.

5. Valens Cristover Pascoal da Cunha, Falderika (2022) Penelitian ini berjudul “Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur” Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh volume kendaraan dan waktu terhadap tingkat kerusakan jalan pada perkerasan lentur. Terdapat hubungan antara volume kendaraan, waktu dan nilai kerusakan jalan. Dengan hasil $R^2 = 0,923993351$ dan persamaan yang dihasilkan adalah $y = 0,104300097.x_1 + 0,006024178.x_2 + (-270,1407621)$. Hasil yang diperoleh dari analisis non linear menunjukkan besarnya pengaruh variabel x terhadap variabel y.
6. M. Andre Lasuandi Nst (2023) penelitian ini berjudul “Analisa Pengaruh Jumlah Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan Aspal Di Tanjung Pura Kabupaten Langkat” tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab kerusakan tersebut terjadi diakibatkan oleh beban kendaraan dan volume kendaraan atau tidak. Adapun beberapa tujuan dari penelitian ini

seperti, untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata yang melalui ruas jalan Tanjung Pura. Dan untuk mengetahui pengaruh beban kendaraan terhadap kerusakan jalan. Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan yang telah diteliti didapat total LHR dari Golongan 1 (sepeda motor) yaitu berjumlah 10422 kendaraan/hari, Golongan 2,3,4 (kendaraan ringan) yaitu berjumlah 1945 kendaraan/hari, Golongan 5b (bus) yaitu berjumlah 54 kendaraan/hari, Golongan 6b (truk 2 as) yaitu berjumlah 107 kendaraan/hari, Golongan 7a (truk 3 as) yaitu berjumlah 23 kendaraan/hari, Golongan 7c (truk 4 as) yaitu berjumlah 15 kendaraan/hari, Jadi, total LHR keseluruhannya adalah 12563 kendaraan/hari. Nilai ESAL total yang didapat sebesar 1338,56. Dan nilai Truck Factor $1,3 > 1$, dimana nilai itu menunjukkan jalan menjadi overloading akibat beban lalu lintas.

7. Galang Hafidh Bernanda (2023) Penelitian ini berjudul “Analisis Kerusakan pada Permukaan Perkerasan Jalan Desa Kendalserut dengan Metode Bina Marga” Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis dan tingkat kerusakan jalan dengan menggunakan metode Bina Marga 1990, mengetahui nilai prosentase dari tiap kerusakan dan menghitung urutan prioritas jalan sebagai acuan menentukan program perbaikan pada jalan tersebut. Pengumpulan data menggunakan survei LHR juga diperlukan untuk menentukan nilai kondisi jalan. Faktor penyebab terjadi kerusakan jalan adalah kurangnya perawatan rutin pada jalan dan belum terdapat saluran air sehingga banyak air menggenang ketika musim hujan yang

mengakibatkan kerusakan jalan menjadi lebih parah. Jenis kerusakan yang terdapat pada jalan lingkar Kota Slawi adalah kerusakan lubang, pelepasan butir, kegemukan dan retak kulit buaya.

8. Dinar Tuakia, Raudha Hakim, Nurmayasa Marsaoly (2023) penelitian ini berjudul "Pengaruh Volume Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan di Kota Ternate" Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh volume kendaraan terhadap kerusakan jalan dan hubungan volume kendaraan dengan tingkat kerusakan jalan. Sehingga dapat diperkirakan lebih awal nilai kerusakan yang akan terjadi, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis tingkat kerusakan volume kendaraan dengan metode regresi, yaitu untuk mendapatkan hubungan fungsi dengan nilai R (koefisien determinasi) yang menunjukkan pengaruh perubahan variasi volume kendaraan terhadap perubahan nilai kerusakan. Penelitian dilakukan di ruas Jl. Inpres Ubo- ubo, Jl. Perumnas, dan Jl. Jati lurus. Ada hubungan antara volume kendaraan tersebut dengan nilai kerusakan jalan. Dengan hasil $R = 0,974$ menunjukkan bahwa kerusakan dipengaruhi volume kendaraan ringan, kendaraan berat (X2), sepeda motor (X3) dan nilai kerusakan jalan (Y) adalah $Y = -45,595 + 0,007 X1 + 0.134 X2 + 0,0003 X3$.
9. Febrian Hadi, Mutiari Khumairah, Ikce Melianti, Vina Widiyanti (2023) penelitian ini berjudul "Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata Pada Persimpangan Adi Sucipto" Lalu lintas Harian Rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari dari cara memperoleh data dikenal 2

jenis lalu lintas harian rata-rata, yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan dan lalu lintas rata-rata harian. Lalu lintas Harian Rata-rata dapat di hitung dengan cara menjumlahkan volume lalu lintas dalam satu periode tertentu yang lebih dari satu hari dan kurang dari satu tahun. Pada Persimpangan Adi Sucipto volume lalu lintas harian rata-rata dihitung dengan metode pencacahan arus lalu-lintas yang dihitung pada peak hour dengan interval waktu 15 menit. Selama pengamatan tercatat jumlah kendaraan yang melintas pada persimpangan Adi Sucipto sebanyak 28.425 kendaraan dengan jumlah lalu-lintas harian rata-rata adalah 9.475 kendaraan/jam. Persimpangan Adi Sucipto terdiri dari empat ruas jalan yang saling bertemu dan merupakan jenis simpang sebidang dengan bentuk simpang empat bersinyal. Pergerakan arus lalu lintas kendaraan pada persimpangan Adi Sucipto terdiri dari 12 arah pergerakan dengan bentuk kombinasi dari tiga pergerakan arus lalu lintas yaitu Diverging, Merging dan Crossing.

10. Weimintoro, Okky Hendra Hermawan, Teguh Haris, S, (2021) Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal dengan judul “Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 Dan Rencana Anggaran Biaya Konstruksinya Pada Ruas Jalan Banjaran – Balamoa” tujuan penelitian ini dilakukan analisis untuk tebal lapis perkerasan jalan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 sehingga nantinya akan diperoleh tebal lapis perkerasan yang sesuai dengan kebutuhan. Data CBR diperoleh dari hasil DCP lapangan yang dilakukan pada proyek

Peningkatan Jalan Banjaran-Balamoa. Ruas jalan yang diteliti adalah jalan Banjaran-Balamoa dengan panjang jalan 1000 m atau pada KM 3 sampai dengan KM 4 dan lebar jalannya adalah 7 m. Untuk umur rencana direncanakan 10 tahun, angka pertumbuhan lalu lintas sebesar 5% dan klasifikasi fungsional jalan adalah jalan kolektor. Dari hasil perhitungan dan pembahasan secara keseluruhan untuk perencanaan tebal perkerasan jalan ini menggunakan Laston MS 744 kg dengan tebal minimum 5 cm untuk lapis permukaan, Laston Atas MS 590 kg dengan tebal 10 cm untuk lapis pondasi atas dan Sirtu/Pitrun Kelas B dengan tebal diperoleh 5 cm untuk lapis pondasi bawah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Secara umum, penelitian diartikan sebagai suatu proses pengumpulan dan analisis data yang dilakukan secara sistematis dan logis untuk mencapai tujuan-tujuan tertentu. Pengumpulan dan analisis data menggunakan metode-metode ilmiah, baik yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif, eksperimental atau non-eksperimental, interaktif, dan non-interaktif . Adapun menurut Hermawan (2006: 13), penelitian merupakan suatu investigasi yang terorganisasi untuk menyajikan suatu informasi dalam upaya memecahkan masalah(Sudaryono, 2008).

Jenis penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Dalam penelitian ini menggunakan metode survey atau cek lokasi di lapangan dimana dalam survey lokasi tersebut dapat mengetahui kondisi lapangan serta menggunakan instrument penelitian untuk mengumpulkan data-data dilapangan..

B. Waktu Dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Waktu atau kondisi dilakukanya penelitian yaitu setelah dilaksanakannya seminar proposal sampai dengan terselesaikannya tahap penelitian itu sendiri. lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel berikut :

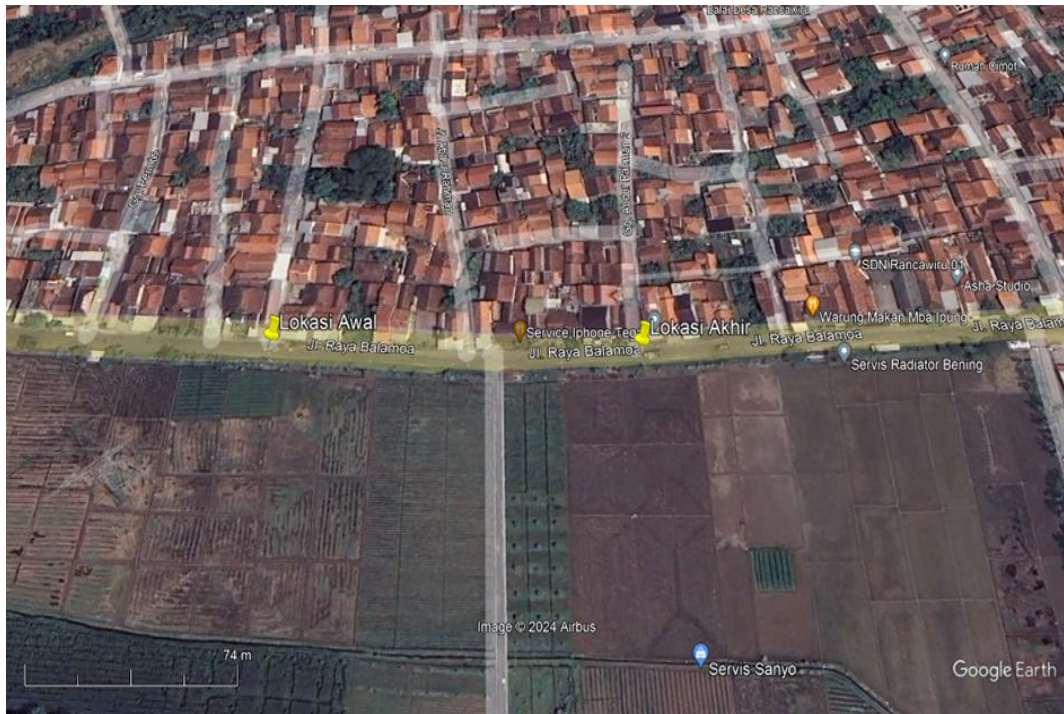
Tabel 3.1 Waktu Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2024						
		Bulan I	Bulan II	Bulan III	Bulan IV	Bulan V	Bulan VI	Bulan VII
1.	Penentuan Judul	✓						
2.	Pencarian Referensi	✓						
3.	Penentuan Studi kasus	✓						
4.	Penyusunan Proposal		✓					
5.	Bimbingan Proposal			✓	✓			
6.	Seminar Proposal				✓			
7.	Pengolahan Data					✓		
8.	Penyusunan Skripsi						✓	
9.	Pengujian Skripsi							✓

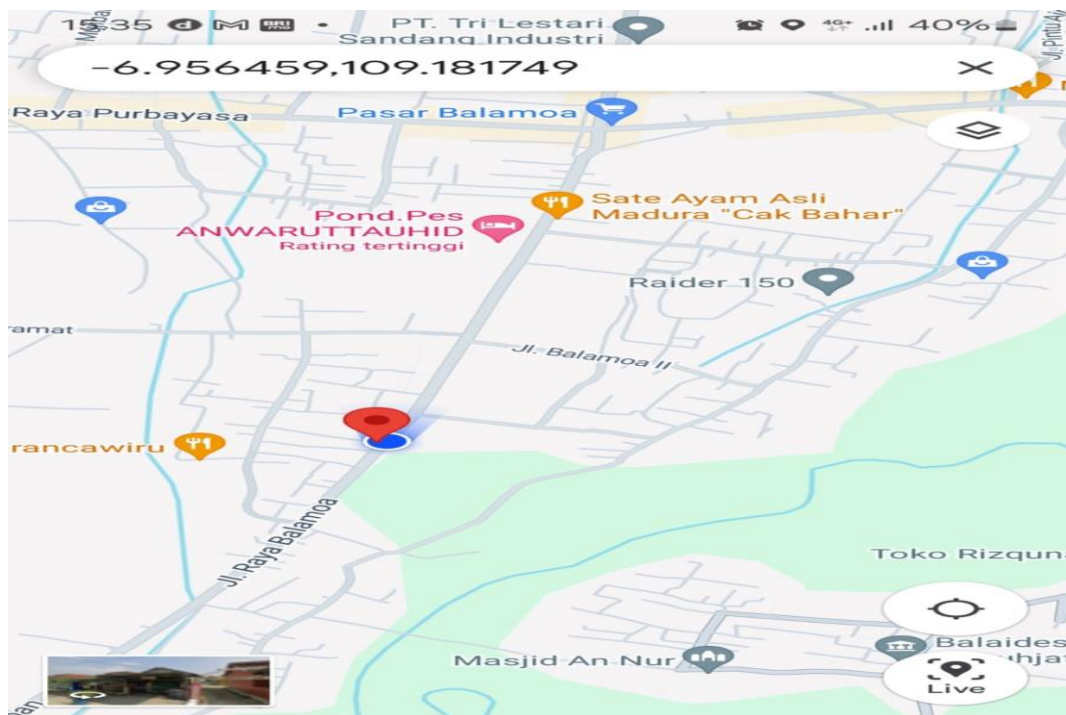
2. Tempat Penelitian

Lokasi yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian yaitu pada ruas jalan Pangkah – Balamoa yaitu pada titik koordinat 6°95'64.59" S 109°18'17.49" E, jalan ini mempunyai panjang fungsional ±3,35 km dan lebar 5,25 m dengan panjang efektif penelitian 150 m dan lebar 5,25 m.

Lokasi penelitian dapat dilihat seperti gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber : Google Earth, 2024)



3.2 Denah lokasi penelitian
(Sumber : Google Maps, 2024)

C. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan pelaksanaan survei dan pengumpulan data yang berkaitan dengan kebutuhan data untuk dianalisis.

Data tersebut tersebut dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Data Primer

Data primer yang dimaksud adalah data pengamatan langsung di ruas jalan Pangkah – Balamoa, data primer yang diperoleh di lapangan antara lain :

a. Data kerusakan jalan

Data kerusakan jalan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan di ruas jalan Pangkah – Balamoa.

b. Data volume lalu lintas

Data volume lalu lintas untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan Pangkah – Balamoa.

c. Data geometri jalan

Data tersebut untuk mengetahui panjang, lebar, lajur dan jenis perkerasan jalan pada ruas jalan Pangkah – Balamoa.

2. Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari instansi terkait yaitu:

a. Data LHR tahun 2023 dari Dishub Kabupaten Tegal

Data tersebut untuk mengetahui laju pertumbuhan lalu lintas pada kerusakan ruas Pangkah – Balamoa.

3. Teknik Pengumpulan Data

Menurut (Prof. DR. Lexy J. Moleong, 2018) teknik pengumpulan data bertujuan untuk memperoleh data dengan cara yang sesuai dengan penelitian sehingga peneliti akan memperoleh data yang lengkap baik secara lisan maupun tertulis. Dalam penelitian ini peneliti mengumpulkan data dengan melakukan survei kerusakan jalan dan survei volume kendaraan.

a. Metode Survei Kerusakan Jalan

Dalam survei kerusakan jalan alat alat yang harus ditentukan adalah :

- 1) Formulir survei
- 2) Alat tulis
- 3) Alat ukur
- 4) Kamera
- 5) Waktu

Waktu survei untuk pengambilan data kerusakan jalan yaitu pada hari Kamis tanggal 16 Mei 2024 pukul 08.00 wib s/d selesai.

6) Metode survei

Tahapan – tahapan dalam pengambilan data kerusakan jalan, yaitu :

- a) Persiapan alat

- b) Mengidentifikasi jenis kerusakan jalan dari segmen awal sampai segmen akhir, jenis kerusakan disesuaikan menurut kriteria kerusakan.

b. Metode Survei Volume Kendaraan

Dalam survei volume kendaraan hal yang harus diperhatikan adalah :

- 1) Alat survei
 - a) Formulir survei
 - b) Alat tulis
 - c) Kamera

2) Waktu

Waktu pengambilan data volume kendaraan di ruas jalan Pangkah - Balamoa dilakukan di jam sibuk (*peak hours*) baik kendaraan ringan maupun kendaraan berat, mengingat keterbatasan waktu, tenaga dan biaya pengambilan data dilakukan selama 3 hari, yaitu hari Senin, Rabu dan Sabtu tanggal 01, 03, dan 06 Juli 2024 pagi pukul 08.00-09.00 wib, siang pukul 12.00-13.00 wib, sore pukul 16.00-17.00 wib dengan interval 15 menit.

3) Metode survei

Dalam survei pengambilan data volume kendaraan peneliti dengan survei di lapangan.

D. Metode Analisa Data

Analisa data merupakan bagian dari pembahasan berdasarkan rangkuman dari pengolahan data. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Analisa Perhitungan Kerusakan Jalan (Np)

$$\% = \frac{\text{Luas jalan rusak}}{\text{luas jalan keseluruhan}} \times 100$$

Diketahui :

%r = Prosentase kerusakan

2. Analisa Nilai Jumlah Kerusakan (Nq)

$$Nq = Np \times Nj$$

Dimana :

Np = Persentase kerusakan

Nj = Bobot kerusakan

3. Analisa Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

$$LHR = \frac{N}{t}$$

Diketahui :

LHR = Lalu lintas Harian Rata – Rata

N = Jumlah Kendaraan Selama Pengamatan

t = Lama Pengamatan

4. Analisa Data Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

$$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n$$

Diketahui :

LHR_n = LHR tahun ke n

LHR_o = LHR Awal tahun rencana

i = Faktor pertumbuhan (%)

n = Umur rencana

5. Analisa Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

$$STRT = \left[\frac{P}{5,4} \right]$$

$$STRT = \left[\frac{P}{8,16} \right]$$

$$STdRT = \left[\frac{P}{13,76} \right]$$

$$STrRG = \left[\frac{P}{18,45} \right]$$

Keterangan :

STRT = Sumbu tunggal roda tunggal

STRG = Sumbu tunggal roda ganda

STdRG = Sumbu tandem roda ganda

STrRG = Sumbu Tridem Roda Ganda

P = Beban gandar satu sumbu tunggal dalam ton

6. Analisa Truk Faktor

$$TF = \frac{\text{Total ESAL}}{N}$$

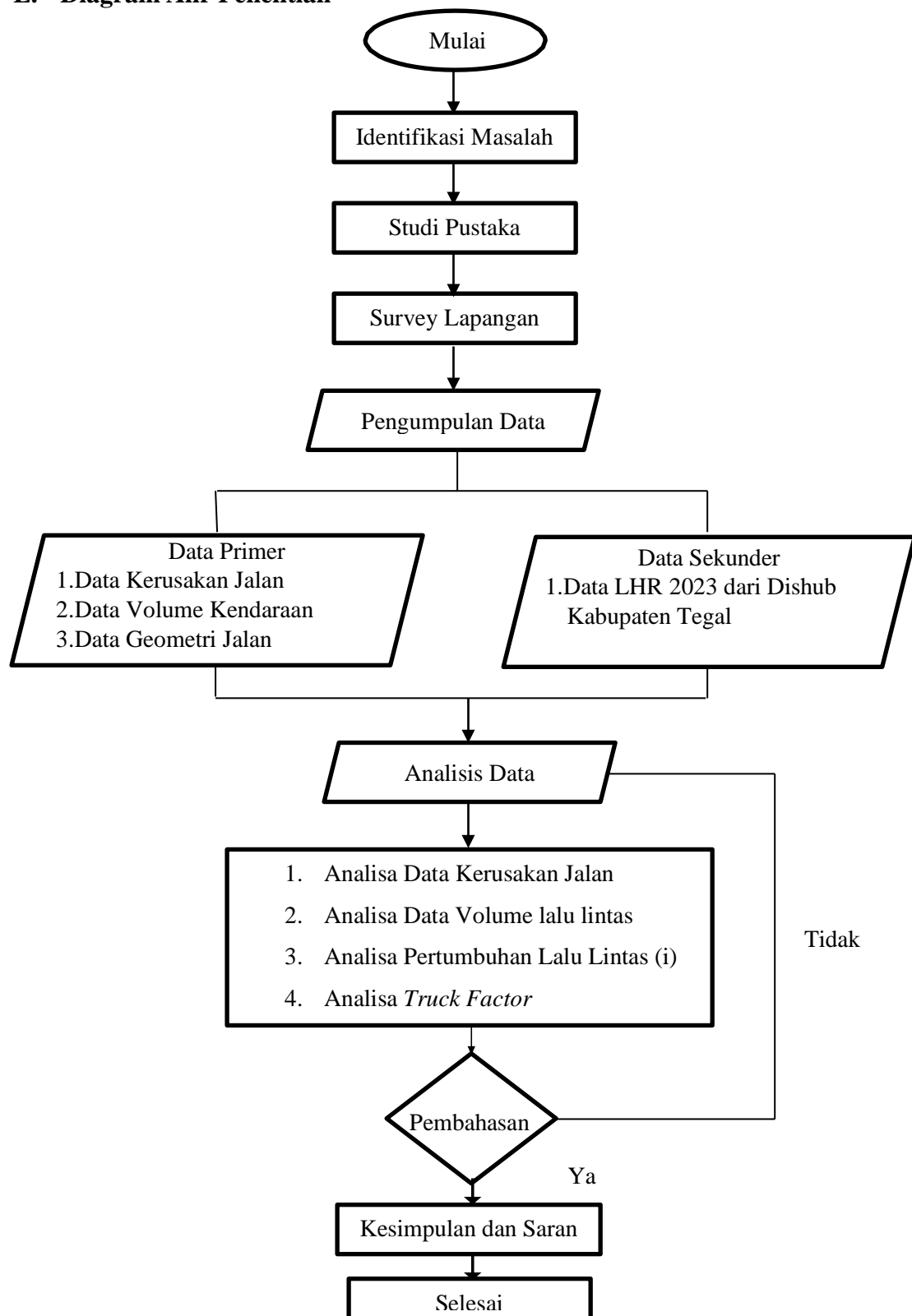
Diketahui :

TF = Truk Faktor

Total ESAL = Nilai Total Esal

N = Jumlah Kendaraan Berat

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3. Diagram Alir