

**SKRIPSI**

**ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN  
PERKERASAN LENTUR (ASPAL) Di Jl. BRAWIJAYA  
KECAMATAN KUANTAN TENGAH**



**Disusun Oleh :**  
**RIVALDO**  
**NPM : 210204010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI  
TELUK KUANTAN  
2025**

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

### **ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR (ASPAL) Di Jl. BRAWIJAYA KECAMATAN KUANTAN TENGAH**

**Disusun Oleh:**

**RIVALDO**

**NPM. 210204010**

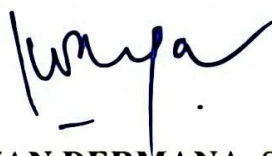
**Skripsi ini telah disetujui untuk dilaksanakan ujian pada 28 Juli 2025 Dan di  
nyatakan telah memenuhi syarat.**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

  
**CITRA HERMAWAN, S.T., M.T**  
**NIDN. 1022068901**

  
**IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc**  
**NIDN. 1002118301**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN  
PERKERASAN LENTUR (ASPAL) Di Jl. BRAWIJAYA  
KECAMATAN KUANTAN TENGAH**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi  
Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana  
Strata Satu Teknik Sipil**

**Disusun Oleh:**

**RIVALDO**

**NPM. 210204010**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**CHITRA HERMAWAN, S.T., M.T**

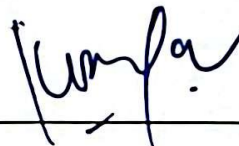
**Dosen Pembimbing I**



**Tanggal : 28 Juli 2025**

**IWAYAN DERMANA, S.T., M.Sc**

**Dosen Pembimbing II**



**Tanggal : 28 Juli 2025**

## LEMBAR TIM PENGUJI

### SKRIPSI

#### ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR (ASPAL) Di Jl. BRAWIJAYA KECAMATAN KUANTAN TENGAH

Disusun Oleh :

RIVALDO

NPM : 210204010

Telah Dipertahankan Didepan Dosen Penguji

Pada Tanggal 28 Juli 2025 Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas

Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi

Ketua : AGUS CANDRA, ST., Msi

Pembimbing I : CHITRA HERMAWAN, ST., MT

Pembimbing II : IWAYAN DERMANA, ST., Msc

Penguji I : SURYA ADINATA, ST., MT

Penguji II : ADE IRAWAN, ST., MT

(  )  
(  )  
(  )  
(  )  
(  )



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah diujikan didepan Dosen Penguji dan dinyatakan diterima sebagai syarat untuk memeuhi gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.

Pada hari : Senin

Tanggal : 28 Juli 2025

Dosen Penguji

1. AGUS CANDRA, ST., Msi

NIDN. 1020088701

2. CHITRA HERMAWAN, ST., MT

NIDN. 1022068901

3. IWAYAN DERMANA, ST., Msc

NIDN. 1002118301

4. SURYA ADINATA, ST., MT

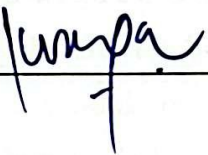
NIDN. 1005097703

5. ADE IRAWAN, ST., MT

NIDN. 1027117901

1. 

2. 

3. 

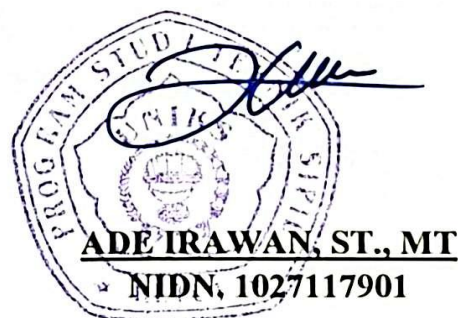
4. 

5. 

Taluk Kuantan, 28 Juli 2025

Fakultas Teknik  
Universitas Islam Kuantan Singingi  
Dekan

Program Studi Teknik Sipil  
Ketua



## PERNYATAAN TENTANG ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RIVALDO

NPM : 210204010

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**“Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) di Jl. Brawijaya Kecamatan Kuantan Tengah”** Adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyalin seluruhnya karya orang lain kecuali yang disebutkan dari sumber aslinya.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini jiplakan atau mengambil karya tulis orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Taluk Kuantan, 28 Juli 2025  
Hormat Saya,



**RIVALDO**  
**NPM. 210204010**

## MOTTO

*“Persiapkan lah segala hal yg patut untuk di persiapkan,jangan lalai dalam menjalankan tugas karna kita tidak tau apakah hari esok akan lebih baik atau lebih buruk dari hari sebelumnya”.*

**(Mama)**

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”.*

**(Al Baqarah 286)**

*"We walk the talk, not only talk the talk".*

**(Jokowi)**

*“Keberhasilan adalah perjalanan panjang dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat”.*

**(Winston Churchill)**

*“Semua jatuh bangunmu, hal yang biasa angan dan pertanyaan, waktu yang menjawabnya berikan tenggat waktu, bersedihlah secukupnya rayakan perasaanmu sebagai manusia”.*

**(Baskara Putra-Hindia)**

## ABSTRAK

### ***Rivaldo (2025): “Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) Di Jl.Brawijaya Kecamatan Kuantan Tengah”***

Jalan Brawijaya Kecamatan Kuantan Tengah ini merupakan jalur yang sangat sibuk. Di sepanjang jalan Brawijaya banyak dilewati oleh kendaraan berat karena jalan ini merupakan salah satu jalan yang dibuka untuk dilintasi kendaraan berat yang membawa muatan. Ini juga yang menjadikan salah satu penyebab cepat rusaknya perkerasan jalan lentur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah lalu-lintas harian rata-rata beban sumbu yang melalui jalan perkerasan aspal di jalan Brawijaya Kecamatan Kuantan Tengah, mengetahui pengaruh beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Brawijaya Kecamatan Kuantan Tengah.

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 3.059 unit, untuk bus kecil berjumlah 12 unit, untuk bus besar berjumlah 33 unit, untuk truk 2 as berjumlah 780 unit, untuk truk 3 as berjumlah 690 unit, dan untuk truk 4 as berjumlah 48 unit. Total LHR dari hasil analisa kendaraan berjumlah 4.622 kendaraan/hari. Berdasarkan perhitungan faktor lalu-lintas kendaraan didapat nilai ESAL total sebesar 22.399,47271 dan hasil perhitungan Truck Factor  $14,44195 > 1$ , dimana nilai itu menunjukkan bahwa kondisi kerusakan jalan yang ada dikarenakan beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan Brawijaya Kecamatan Kuantan Tengah ini mengalami beban berlebih (Over load). Faktor beban berlebih yang terjadi pada jalan Brawijaya menyebabkan 2 jenis kerusakan yaitu distorsi alur dengan tingkat kerusakan yang tinggi dan cacat permukaan dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

***Kata kunci: Beban Sumbu Berlebih, Kerusakan Jalan, LHR, Perkerasan Jalan***



## **ABSTRACT**

***Rivaldo (2025): “Analysis of Vehicle Load on Flexible Pavement (Asphalt) Damage on Jl. Brawijaya, Kuantan Tengah District”***

*Brawijaya Road in Kuantan Tengah District is a very busy route. Along Brawijaya Road, many heavy vehicles pass through because this road is one of the roads opened for heavy vehicles carrying loads. This is also one of the causes of the rapid deterioration of the flexible pavement. The purpose of this study is to determine the average daily traffic load on the asphalt pavement on Brawijaya Road in Kuantan Tengah District, and to determine the effect of vehicle axle load on the level of road damage on Brawijaya Road in Kuantan Tengah District.*

*This research method uses guidelines from Bina Marga Pd T-14-2003. This research was conducted for 7 days (Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday, Saturday, and Sunday).*

*The results of the average daily traffic analysis on light vehicles such as sedans, jeepneys, and pickups have a total of 3,059 units, for small buses 12 units, for large buses 33 units, for 2-axle trucks 780 units, for 3-axle trucks 690 units, and for 4-axle trucks 48 units. The total average daily traffic from the vehicle analysis is 4,622 vehicles/day. Based on the calculation of vehicle traffic factors, the total ESAL value is 22,399.47271 and the Truck Factor calculation result is  $14.44195 > 1$ , which indicates that the road damage condition is due to the load of vehicles passing through Brawijaya Road in Kuantan Tengah District experiencing overload. The overload factor that occurs on Brawijaya Road causes 2 types of damage, namely rutting with a high level of damage and surface defects with a high level of damage.*

***Keywords: Excess Axis Load, Road Damage, Road Pavement***

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Rivaldo

Tempat/Tgl Lahir : Sangau / 04 November 2002

Anak ke : 1 (Pertama)

Alamat : Sangau

No. Handphone : 0853-7085-6272

E-mail : rivaldo041102rvl@gmail.com

Nama Orang Tua :

Ayah : Alm. Suandi Eka Putra

Ibu : Rita Adiaستی

Riwayat Pendidikan : 1. SDN 011 Sangau (2008-2014)

2. SMPN 1 Kuantan Mudik (2014-2017)

3. SMAN 1 Kuantan Mudik (2017-2020)

4. Universitas Islam Kuantan Singingi (2021-2025)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) Di Jl. Brawijaya Kecamatan Kuantan Tengah**”. Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji pengaruh beban sumbu dan volume kendaraan yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan yang di alami pada perkerasan lentur tersebut.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa program studi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi untuk memperoleh gelar sarjana pada program studi S1 Teknik Sipil.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang tulus dan ikhlas kepada semua pihak-pihak yang telah membantu penulis, antara lain:

Dalam kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ikrima Mailani S.Pd.I., M.Pd.I selaku Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi.
2. Bapak Agus Candra, S.T.,M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
3. Bapak Ade Irawan, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Bapak Chitra Hermawan, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membantu dan membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Iwayan Dermana, ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membantu dan membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Surya Adinata, ST., MT selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil.
7. Ibu Melia Nurafni, ST., M.Si selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil
8. Kepada Orang Tua dan keluarga yang selalu memberikan kasih sayang dan do'a kepada penulis.
9. Teman-teman satu angkatan di Program Studi Teknik Sipil

Akhirnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir yang disusun ini dapat bermanfaat hendaknya, baik bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca.

Teluk Kuantan, 28 Juli 2025

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'R' followed by a horizontal line and a small dot.

---

**RIVALDO**

## DAFTAR ISI

|                                                        |                                     |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                             | <b>I</b>                            |
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>                        | <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b> |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                         | <b>II</b>                           |
| <b>LEMBAR TIM PENGUJI.....</b>                         | <b>III</b>                          |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                        | <b>IV</b>                           |
| <b>PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS .....</b>           | <b>V</b>                            |
| <b>MOTTO .....</b>                                     | <b>VI</b>                           |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                   | <b>VIII</b>                         |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>                      | <b>X</b>                            |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                             | <b>XI</b>                           |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                 | <b>XIII</b>                         |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                              | <b>XVI</b>                          |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                              | <b>XVII</b>                         |
| <b>DAFTAR NOTASI.....</b>                              | <b>XIX</b>                          |
| <br><b>BAB I.....</b>                                  | <br><b>1</b>                        |
| <b>PENDAHULUAN.....</b>                                | <b>1</b>                            |
| 1.1 Latar Belakang .....                               | 1                                   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                              | 2                                   |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                            | 2                                   |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                           | 2                                   |
| 1.5 Batasan Masalah.....                               | 3                                   |
| <br><b>BAB II .....</b>                                | <br><b>4</b>                        |
| <b>LANDASAN TEORI.....</b>                             | <b>4</b>                            |
| 2.1 Umum.....                                          | 4                                   |
| 2.2 Penelitian Sebelumnya .....                        | 4                                   |
| 2.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) .....           | 8                                   |
| 2.4 Klasifikasi Jalan Raya .....                       | 10                                  |
| 2.4.1 Jalan Arteri .....                               | 10                                  |
| 2.4.2 Jalan Kolektor.....                              | 11                                  |
| 2.4.3 Jalan Lokal.....                                 | 13                                  |
| 2.5 Jalan Lintas.....                                  | 14                                  |
| 2.5.1 Kategori Muatan Sumbu Terberat .....             | 14                                  |
| 2.5.2 Faktor Kerusakan Jalan .....                     | 15                                  |
| 2.5.3 Lajur Rencana.....                               | 16                                  |
| 2.5.4 Faktor Disribusi Lajur dan Kapasitas Lajur ..... | 16                                  |



|                             |                                                        |                                     |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 2.5.5                       | Koefisien Distribusi Kendaraan .....                   | 17                                  |
| 2.5.6                       | Umur Rencana .....                                     | 17                                  |
| 2.5.7                       | Muatan Sumbu Terberat (MST) .....                      | 18                                  |
| 2.6                         | Sifat Dan Komposisi Lalu-lintas .....                  | 19                                  |
| 2.7                         | Pertumbuhan Lalu-lintas .....                          | 19                                  |
| 2.8                         | Angka Ekvivalen Beban Sumbu .....                      | 20                                  |
| 2.9                         | Angka Ekvivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E) ..... | 23                                  |
| 2.10                        | Perkerasan Jalan .....                                 | 25                                  |
| 2.11                        | Perkerasan Lentur ( <i>Flexible Pavement</i> ) .....   | 26                                  |
| 2.11.1                      | Lapisan Perkerasan Lentur .....                        | 26                                  |
| 2.11.1.1                    | Lapisan Permukaan ( <i>Surface Course</i> ) .....      | 28                                  |
| 2.11.1.2                    | Lapisan Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> ) .....      | 29                                  |
| 2.11.1.3                    | Lapisan Pondasi Bawah ( <i>Subbase Course</i> ) .....  | 30                                  |
| 2.11.1.4                    | Lapisan Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ) .....          | 30                                  |
| 2.11.2                      | Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur .....           | 32                                  |
| 2.11.2.1                    | Retak ( <i>Cracking</i> ) .....                        | 32                                  |
| 2.11.2.2                    | Distorsi ( <i>Distortion</i> ) .....                   | 35                                  |
| 2.11.2.3                    | Cacat permukaan ( <i>Disintegration</i> ) .....        | 37                                  |
| 2.11.2.4                    | Kegemukan ( <i>Bleeding or Flushing</i> ) .....        | 38                                  |
| 2.12                        | Tingkat Kerusakan Jalan .....                          | 38                                  |
| 2.13                        | Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih .....            | 39                                  |
| 2.14                        | Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur .....          | 40                                  |
| 2.15                        | Metode Survey .....                                    | 41                                  |
| <b>BAB III</b>              | .....                                                  | <b>43</b>                           |
| <b>METODE PENELITIAN</b>    | .....                                                  | <b>43</b>                           |
| 3.1                         | Lokasi Penelitian .....                                | 43                                  |
| 3.2                         | Jenis Penelitian .....                                 | 43                                  |
| 3.3                         | Teknik Pengumpulan Data .....                          | 43                                  |
| 3.4                         | Tahapan Pelaksanaan Penelitian .....                   | 45                                  |
| <b>BAB IV</b>               | .....                                                  | <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b> |
| <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> | .....                                                  | <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b> |
| 4.1                         | Gambaran Umum Objek Penelitian .....                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2                         | Hasil Analisis Lalu-Lintas Harian Rata-rata (LHR) .    | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.1                       | LHR 2024 .....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|                             |                                                                                 |                                     |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 4.2.2                       | Analisis LHR 2025 .....                                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3                         | Hasil Analisa Pertumbuhan Lalu-lintas (i).. <b>Error! Bookmark not defined.</b> |                                     |
| 4.4                         | Hasil Wawancara Analisa Jumlah Tonase Semua Jenis Kendaraan... <b>Error!</b>    |                                     |
|                             | <b>Bookmark not defined.</b>                                                    |                                     |
| 4.5                         | Faktor Lalu-lintas Kendaraan..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>           |                                     |
| 4.6                         | Hasil Analisis Kerusakan Jalan..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>         |                                     |
| 4.7                         | Komparasi .....                                                                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB V</b>                | .....                                                                           | <b>67</b>                           |
| <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> | .....                                                                           | <b>67</b>                           |
| 5.1                         | Kesimpulan .....                                                                | 67                                  |
| 5.2                         | Saran.....                                                                      | 67                                  |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>       | .....                                                                           | <b>69</b>                           |
| <b>LAMPIRAN</b>             |                                                                                 |                                     |

## DAFTAR TABEL

|                   |                                                                        |    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b>  | Faktor Ekivalen (FE).....                                              | 9  |
| <b>Tabel 2.2</b>  | Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan pada lajur rencana .....     | 16 |
| <b>Tabel 2.3</b>  | Faktor Distribusi Lajur (DL) (Pt T-01-2002-B).....                     | 17 |
| <b>Tabel 2.4</b>  | Koefisien Distribusi Kendaraan (Pd T-14-2003) .....                    | 17 |
| <b>Tabel 2.5</b>  | Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas.....                                    | 20 |
| <b>Tabel 2.6</b>  | Angka Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan .....                             | 24 |
| <b>Tabel 2.7</b>  | Kelebihan dan Kekurangan Lapisan Perkerasan Lentur dan Kaku.....       | 26 |
| <b>Tabel 4.1</b>  | LHR Kendaraan Ringan (Hasil Analisa).....                              | 49 |
| <b>Tabel 4.2</b>  | LHR Bus Kecil (Hasil Analisa).....                                     | 50 |
| <b>Tabel 4.3</b>  | LHR Bus Besar (Hasil Analisa) .....                                    | 51 |
| <b>Tabel 4.4</b>  | LHR Truk 2 As (Hasil Analisa) .....                                    | 52 |
| <b>Tabel 4.5</b>  | LHR Truk 3 As (Hasil Analisa) .....                                    | 53 |
| <b>Tabel 4.6</b>  | LHR Truk 4 As (Hasil Analisa) .....                                    | 54 |
| <b>Tabel 4.7</b>  | LHR Semua Jenis Kendaraan (Hasil Analisa) .....                        | 55 |
| <b>Tabel 4.8</b>  | Jumlah Tonase Semua Jenis Kendaraan (Hasil Analisa) .....              | 59 |
| <b>Tabel 4.9</b>  | Angka Ekivalen Beban Sumbu Semua Jenis Kendaraan (Hasil Analisa) ..... | 60 |
| <b>Tabel 4.10</b> | Nilai Esal Harian (Hasil Analisa).....                                 | 61 |
| <b>Tabel 4.11</b> | Nilai Esal Tahunan (Hasil Analisa).....                                | 62 |
| <b>Tabel 4.12</b> | Tingkat Kerusakan Jalan (Hasil Analisa).....                           | 64 |
| <b>Tabel 4.13</b> | Komparasi .....                                                        | 65 |

## DAFTAR GAMBAR

|                    |                                                                                            |    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2.1</b>  | Konfigurasi MST = 10 t, 8 t, 5 t dan 3,5 t .....                                           | 14 |
| <b>Gambar 2.2</b>  | Sumbu Standar 18.000 lbs.....                                                              | 21 |
| <b>Gambar 2.3</b>  | Struktur Lapisan Perkerasan Lentur .....                                                   | 27 |
| <b>Gambar 2.4</b>  | Retak Halus .....                                                                          | 32 |
| <b>Gambar 2.5</b>  | Retak Kulit Buaya .....                                                                    | 33 |
| <b>Gambar 2.6</b>  | Retak pinggir .....                                                                        | 33 |
| <b>Gambar 2.7</b>  | Retak refleksi.....                                                                        | 34 |
| <b>Gambar 2.8</b>  | Retak Susut.....                                                                           | 34 |
| <b>Gambar 2.9</b>  | Retak Selip.....                                                                           | 34 |
| <b>Gambar 2.10</b> | Alur.....                                                                                  | 35 |
| <b>Gambar 2.11</b> | Bergelombang ( <i>Corrugation</i> ) .....                                                  | 35 |
| <b>Gambar 2.12</b> | Sungkur.....                                                                               | 36 |
| <b>Gambar 2.13</b> | Amblas.....                                                                                | 36 |
| <b>Gambar 2.14</b> | Lubang.....                                                                                | 37 |
| <b>Gambar 2.15</b> | Pelepasan butir.....                                                                       | 37 |
| <b>Gambar 2.16</b> | Kegemukan.....                                                                             | 38 |
| <b>Gambar 2.17</b> | Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur .....                                              | 40 |
| <b>Gambar 2.18</b> | Distribusi Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan Lentur .....                                 | 41 |
| <b>Gambar 3.1</b>  | Peta Lokasi Penelitian .....                                                               | 43 |
| <b>Gambar 3.2</b>  | <i>Flowchart</i> Penelitian .....                                                          | 46 |
| <b>Gambar 4.1</b>  | Lokasi Penelitian .....                                                                    | 48 |
| <b>Gambar 4.2</b>  | Grafik Volume Lalu-Lintas Kendaraan Ringan di Jalan Brawijaya<br>Kec. Kuantan Tengah ..... | 50 |

|                    |                                                                                                     |    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 4.3</b>  | Grafik Volume Lalu-Lintas Kendaraan Bus Kecil di Jalan Brawijaya<br>Kec. Kuantan Tengah .....       | 51 |
| <b>Gambar 4.4</b>  | Grafik Volume Lalu-Lintas Kendaraan Bus Besar di Jalan Brawijaya<br>Kec. Kuantan Tengah .....       | 52 |
| <b>Gambar 4.5</b>  | Grafik Volume Lalu-Lintas Kendaraan Truk 2 As di Jalan Brawijaya<br>Kec. Kuantan Tengah .....       | 53 |
| <b>Gambar 4.6</b>  | Grafik Volume Lalu-Lintas Kendaraan Truk 3 As di Jalan Brawijaya<br>Kec. Kuantan Tengah .....       | 54 |
| <b>Gambar 4.7</b>  | Grafik Volume Lalu-Lintas Kendaraan Truk 4 As di Jalan Brawijaya<br>Kec. Kuantan Tengah .....       | 55 |
| <b>Gambar 4.8</b>  | Grafik Jumlah Kendaraan/Hari (SMP) Rata-Rata di Jalan Brawijaya<br>Kec. Kuantan Tengah .....        | 56 |
| <b>Gambar 4.9</b>  | Grafik Jumlah Kendaraan/Hari (SMP) Tahunan Rata-Rata di Jalan<br>Brawijaya Kec. Kuantan Tengah..... | 57 |
| <b>Gambar 4.10</b> | Grafik LHR 2024 dan LHR 2025 .....                                                                  | 58 |
| <b>Gambar 4.11</b> | Kerusakan Alur Pada Konstruksi Perkerasan .....                                                     | 63 |
| <b>Gambar 4.12</b> | Kerusakan Lubang Pada Konstruksi Perkerasan .....                                                   | 64 |

## DAFTAR NOTASI

|       |                                             |
|-------|---------------------------------------------|
| BS    | = Beban Sumbu                               |
| CBR   | = <i>California Bearing Ratio</i>           |
| DL    | = Distribusi Lajur                          |
| E     | = Ekvivalen Beban Sumbu                     |
| ESAL  | = <i>Equivalent Standar Axel Load</i>       |
| FE    | = Faktor Ekvivalen                          |
| HV    | = Kendaraan Berat                           |
| I     | = Pertumbuhan Lalu-lintas                   |
| JS    | = Jumlah Sumbu                              |
| LHR   | = Lalu-lintas Harian Rata-rata              |
| LV    | = Kendaraan Ringan                          |
| MC    | = Kendaraan Bermotor Roda Dua               |
| MKJI  | = Manual Kapasitas Jalan Indonesia          |
| MST   | = Muatan Sumbu Terpusat                     |
| N     | = Jumlah Kendaraan Berat                    |
| P     | = Beban Gandar Satu Sumbu Tunggal Dalam Ton |
| P0    | = Beban Awal                                |
| RVK   | = Rasio Volume Kapasitas                    |
| SMP   | = Satuan Mobil Penumpang                    |
| STA   | = <i>Stasioning</i>                         |
| STdRG | = Sumbu Tandem Roda Ganda                   |
| STRG  | = Sumbu Tunggal Roda Ganda                  |
| STRT  | = Sumbu Tunggal Roda Tunggal                |
| TF    | = <i>Truck Factor</i>                       |
| UM    | = Kendaraan Tak Bermotor                    |
| UR    | = Umur Rencana                              |

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi darat terpenting, sehingga desain perkerasan jalan yang baik adalah suatu keharusan. Selain untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain, perkerasan jalan yang baik juga diharapkan dapat memberi rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

Seiring pertumbuhan populasi yang bergerak lurus dengan pertumbuhan lalu lintas, infrastruktur jalan akan mengalami penurunan fungsi strukturalnya sesuai dengan bertambahnya umur, apalagi jika dilewati oleh kendaraan dengan muatan yang berlebih. Infrastruktur jalan akan mengalami keausan yang berakibat terjadinya kerusakan dalam waktu yang relatif sangat pendek (kerusakan dini) baik jalan yang baru dibangun maupun jalan yang baru diperbaiki (*overlay*). Pembangunan infrastruktur dalam bidang transportasi juga mempengaruhi keberlanjutan di bidang sosial, ekonomi, dan lingkungan. Ketersediaan sistem transportasi mempermudah masyarakat dalam mengakses pelayanan sosial dasar seperti kesehatan, pendidikan, dan rekreasi. Selain itu juga mendukung kegiatan ekonomi masyarakat dengan ketersediaan akses ke pasar dan lapangan kerja. Perubahan peruntukan lahan, perubahan sosial-budaya, perubahan ekonomi, atau perubahan lingkungan merupakan dampak dari adanya pembangunan tersebut, baik dampak positif maupun dampak negatif. Pemeliharaan jalan rutin maupun berkala perlu dilakukan untuk mempertahankan keamanan dan kenyamanan jalan bagi pengguna dan menjaga daya tahan atau keawetan sampai umur rencana (Suwardo & Sugiarto 2004).

Jalan Brawijaya desa Pintu Gobang yang berada di Kuantan Tengah ini merupakan jalur yang sangat sibuk. Di sepanjang jalan Brawijaya banyak dilewati oleh kendaraan berat karena jalan ini merupakan salah satu jalan yang dibuka untuk dilintasi kendaraan berat yang bermuatan. Jalur ini memang sering dijadikan arus angkutan barang yang keluar masuk Kuansing. Kualitas aspal yang baik seperti jalan pada umumnya, sekarang sudah rusak dan bergelombang. Kendaraan berat yang melintas secara terus-menerus dengan muatan yang melebihi kapasitas



menyebabkan struktur jalan rusak, membentuk lubang dan retakan. Risiko kecelakaan juga meningkat karena kondisi jalan yang tidak stabil. Dengan beban yang tidak merata pada kendaraan serta juga berkontribusi sebagai faktor penyebab rusaknya perkerasan jalan.

Berdasarkan pada uraian di atas, maka penulis tertarik untuk mengkaji kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan di jalan Brawijaya desa Pintu Gobang dengan judul “Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan Lentur (Aspal) di jl. Brawijaya, Kec. Kuantan Tengah”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dengan latar belakang tersebut di atas, maka yang menjadi permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Berapa jumlah lalu lintas harian rata-rata serta beban sumbu pada ruas jalan Brawijaya, Kec. Kuantan Tengah?
2. Bagaimana pengaruh beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Brawijaya, Kec. Kuantan Tengah?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata beban sumbu yang melalui jalan perkerasan aspal di jalan Brawijaya.
2. Untuk mengetahui pengaruh beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Brawijaya.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian yang akan dicapai dalam skripsi ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan khususnya bagi masyarakat Kec. Kuantan Tengah dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan.
2. Dengan penelitian ini bisa memberikan bahan referensi baru kepada mahasiswa teknik sipil, peneliti dan akademisi dalam upaya meningkatkan

pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar.

3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan oleh pemerintah dan instansi terkait untuk mengkaji peraturan yang sudah ada maupun dalam pembuatan peraturan baru yang berhubungan dengan perkerasan jalan dan muatan.

### **1.5 Batasan Masalah**

Agar pembahasan dan penyusunan skripsi terarah dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan maka perlu adanya batasan masalah, adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian dibatasi pada ruas jalan Brawijaya Kec. Kuantan Tengah STA 5+225 – STA 6+225 dari arah Taluk kuantan menuju Batas Sumbar.
2. Dalam penelitian ini data LHR serta kondisi jalan khususnya ruas jalan Brawijaya, Kec. Kuantan Tengah yang banyak dilewati kendaraan berat maka dilakukan pengambilan data selama 7 hari.
3. Jenis kendaraan yang diteliti adalah jenis kendaraan bermotor roda empat atau lebih. Kendaraan roda 2 dan roda 3 tidak dianggap sebagai arus lalu lintas, tetapi sebagai unsur hambatan samping.
4. Menghitung beban sumbu kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.
5. Analisa kerusakan dilihat dari faktor beban sumbu kendaraan yang melewati ruas jalan Brawijaya, Kec. Kuantan Tengah.
6. Analisa perhitungan pada penelitian ini menggunakan metode Bina Marga 2003.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Umum**

Tinjauan pustaka memuat tentang hasil-hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu serta memiliki hubungan yang erat dengan penelitian yang sedang dilakukan untuk pemecahan pada penelitian terdahulu dapat membantu memberikan solusi untuk pemecahan masalah pada penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian mengenai kerusakan perkerasan jalan ini telah banyak dilakukan pada berbagai ruas jalan ditempat berbeda. Beberapa referensi diantaranya yang melakukan penelitian ini adalah Widya Ayu Prawesthi (2022), Pafras Leonard Zalukhu (2021), Muhammad Mulki Arief Warrantyo (2019), Laras Raditia Andiasti (2018), Zainal (2016), Suhendra (2014), Dian Novita Sari (2014), Zulhafiz (2013), Sentosa (2012).

#### **2.2 Penelitian Sebelumnya**

Dari berbagai penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa mahasiswa terkait dengan yang dilakukan oleh penulis, maka dalam hal ini penulis mencoba melakukan penelitian berdasarkan studi pustaka terhadap hasil penelitian yang ada, dan literatur yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya :

**Widya Ayu Prawesthi (2022)**, dengan judul “*Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Jalan pada Persimpangan Bersinyal (Studi Kasus : Traffic Light Depan Kampus UNISSULA Jl. Raya Kaligawe KM. 4 Semarang)*”. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada persimpangan bersinyal ruas Jl. Raya Kaligawe KM. 4 depan kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Selain itu juga untuk mengetahui faktor penyebab kerusakan pada persimpangan bersinyal ruas jalan tersebut. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah berdasarkan nilai RCI (*Road Condition Index*) rata-rata yang diperoleh yaitu sebesar 4,4 yang menunjukkan bahwa kondisi jalan adalah jelek dengan kondisi jalan berlubang, jalan tidak rata dan secara visual terjadi pengelupasan lapisan aspal yang cukup signifikan. Faktor penyebab kerusakan pada ruas jalan tersebut terjadi

akibat gaya rem kendaraan yang akan berhenti saat sinyal menyala merah serta di daerah tersebut merupakan daerah rawan ROB (naiknya permukaan air laut).

**Pafras Leonard Zalukhu (2021)**, dengan judul “*Analisa Dampak Beban Kendaraan dan Lalu Lintas Harian Rata-Rata Terhadap Kerusakan Jalan*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada jalan akibat LHR dan beban Tonase yang dilampaui dan dampak yang terjadi jika terdapat pelanggaran terhadap beban Tonase yang dilampaui. Penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa tonase kendaraan menjadi faktor utama kerusakan yang terjadi pada ruas jalan di Patumbak, dimana terjadi ketidaksesuaian kelas jalan dengan tonase kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.

**Muhammad Mulki Arief Warrantyo (2019)**, dengan judul “*Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) di Jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata beban sumbu yang melalui jalan perkerasan aspal di jalan HR. Soebrantas Panam dan mengetahui pengaruh beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru. Dalam penelitian tersebut, didapatkan kesimpulan bahwa berdasarkan perhitungan faktor lalu lintas kendaraan didapatkan nilai ESAL total sebesar 10904,893 dan hasil perhitungan truck factor 5,823 dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi kerusakan jalan disebabkan oleh beban kendaraan yang berlebih (*over load*) yang melewati ruas jalan tersebut dimana terdapat 2 jenis kerusakan yaitu distorsi alur dengan tingkat kerusakan yang tinggi dan retak buaya dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

**Laras Raditia Andiasti (2018)**, dengan judul “*Dampak Lalu Lintas Berat dengan Muatan Berlebihan Terhadap Umur Rencana Akses Jalan Tol Suramadu Sisi Madura*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar beban gandar lalu lintas berat dengan muatan berlebih dapat mempengaruhi umur rencana akses jalan tol Suramadu sisi Madura dan mengetahui tebal perkerasan tambahan (*overlay*) yang dibutuhkan agar mencapai umur rencana. Kesimpulan dari penelitian ini adalah faktor kerusakan jalan lebih dominan disebabkan oleh kendaraan berat yang membawa muatan berlebih (*overload*) yang mempengaruhi penurunan umur rencana sampai dengan 10 (sepuluh) tahun sehingga dibutuhkan

penanganan dengan penambahan perkerasan jalan (*overlay*) untuk memenuhi umur rencana jalan tersebut.

**Zainal (2016)**, dengan judul “*Analisa Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan*”. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung umur perkerasan jalan dan menghitung tebal penambahan perkerasan jalan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Bina Marga. Adapun dari hasil penelitian kendaraan berat yang banyak menyebabkan kerusakan jalan pada ruas jalan Pahlawan, Kec. Citereup, Kab. Bogor yaitu kendaraan berat dengan muatan yang melebihi batas Muatan Sumbu Terberat (MST) jalan Pahlawan dengan jenis kendaraan semi trailer dengan persentase pengaruhnya sampai 46,621%, dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) diatas 8 ton. Dari hasil analisa didapat umur perkerasan ruas jalan pahlawan yang seharusnya 1,61 tahun pada awal rencana, menjadi lebih singkat 0,51 tahun. Maka perlu ada penambahan perkerasan jalan dengan tebal 6 cm.

**Suhendra (2014)**, dengan judul “*Analisa Kerusakan Jalan Perkerasan Jalan Dengan Pemisah/Median Di Kota Pekanbaru Studi Kasus Jalan Jenderal Sudirman Kota Pekanbaru*”. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung nilai ESAL dan menentukan tingkat kerusakan jalan. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan metode Bina Marga terdapat beberapa jenis kerusakan (Sedang), Ambblas (Rendah), Retak (Rendah), Alur (Rendah), dan Lobang (Tinggi), total ESAL 186,3 dan didapat nilai *Truck Factor*  $TF = 0,44 < 1$ , Karena  $TF < 1$  kerusakan tidak disebabkan oleh beban berlebih (*Over Loading*). Faktor geometrik berupa kemiringan jalan berpengaruh terhadap kerusakan jalan, kedua lokasi tersebut mengalami kemiringan yang mengarah ke median sehingga air permukaan mengalir menuju median tidak menuju drainase mengakibatkan tanah diperbatasan median dan lapisan pondasi mengalami penurunan. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi nilai koefisien drainase (m) sehingga berpengaruh pula terhadap tebal lapisan perkerasan (d).

**Sari (2014)**, dengan judul “*Analisa Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan dan Umur Sisa*”. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa beban lalu lintas yang melanggar peraturan over load dan menghitung umur sisa rencana jalan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan metode Bina Marga dapat diketahui bahwa kendaraan yang melanggar Muatan Sumbu Terberat (MST)

banyak terjadi. Pada golongan 4 banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25% - 60% sebanyak 16 kendaraan/tahun. Pada golongan 6b banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25% - >60% sebanyak 28 kendaraan/tahun. Pada golongan 7a banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25% - 60% sebanyak 29 kendaraan/tahun. Sedangkan untuk kendaraan golongan 7c hanya 1 kendaraan yang melanggar/tahun. Dari hasil perhitungan nilai derajat kerusakan pada kendaraan *overloading* didapatkan bahwa truk 2 as yang memiliki beban >20 ton hampir sama 2 – 3 as tunggal yang lewat, truk 2 as yang memiliki beban >40 ton hampir sama dengan 12-13 ton 2 as tunggal yang lewat. Dari hasil perhitungan umur sisa diketahui bahwa dalam keadaan normal dengan n selama 10 tahun didapat umur sisa 99,955% yang dapat diartikan bahwa jalan tersebut masih aman untuk 10 tahun kedepan.

**Zulhafiz (2013)**, dengan judul “*Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (Overload) Pada Ruas Jalan Lintas Timur KM 98 – KM 103 Sorek Kabupaten Pelalawan*”. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa LHR dan menghitung nilai *Truck Factor*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Metode Bina Marga. Dari hasil perhitungan LHR jumlah kendaraan ringan sebanyak 4136 kendaraan/ dua arah dan untuk kendaraan berat sebanyak 1837 kendaraan perhari/2 hari dari data tersebut dihasilkan persentase kendaraan ringan 69,24% dan 30,76% untuk kerusakan banyak terdapat di kanan jalan arah pekanbaru –rengat dengan lubang 527,86 buah dan kiri 179,29 buah dan persentase keretakan yang terdapat sepanjang 5 kilometer yaitu sebesar 1,37%. Nilai ESAL kendaraan total perhari sebesar 15497,4 dan nilai faktor truk (*truck factor*) melebihi yaitu  $TF = 8,44$ . Maka salah satu penyebab kerusakan jalan tersebut adalah disebabkan oleh *Over Load*.

**Sentosa (2012)**, “*Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan pada Struktur Rigid Pavement Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simpang Lago – Sorek Km 77 S/D 78)*”. Dalam penelitian ini, penulis bertujuan untuk mengevaluasi struktur perkerasan kaku dengan metode AASHTO 1993. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumbu beban kendaraan lebih dari 17,98% melebihi beban gandar maksimum. Jika dihitung dengan kondisi *overload* maka terjadi penurunan umur layanan sebesar 8 tahun dari 20 tahun umur rencana. Jika dihitung menggunakan persamaan kehidupan sisa dari, AASHTO 1993

penurunan dalam kehidupan pelayanan usia 25,94%. Jika dihitung menggunakan persamaan *Remaining life* dari AASHTO 1993, terjadi pengurangan umur layanan sebesar 25,94%.

### 2.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata merupakan volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Menurut perolehannya, terdapat dua jenis lalu lintas harian rata-rata yaitu lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan 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.

LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh. Perhitungan LHRT adalah sebagai berikut:

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

LHR adalah hasil bagi dari jumlah kendaraan yang diperoleh selama observasi dan lamanya observasi. Data LHR cukup teliti apabila pengamatan dilakukan pada interval-interval waktu yang cukup menggambarkan fluktuasi arus selama satu tahun. Perhitungan LHR adalah sebagai berikut:

$$LHR = \left[ \frac{\text{jumlah lalu lintas selama pengamatan (kendaraan)}}{\text{lamanya pengamatan}} \right] \dots\dots\dots (2.2)$$

Pada umumnya lalu lintas jalan raya terdiri dari campuran kendaraan berat dan kendaraan ringan, cepat atau lambat, motor atau tak bermotor, maka dalam hubungannya dengan kapasitas jalan (jumlah kendaraan maksimum yang melewati satu titik/ satu tempat dalam satuan waktu) mengakibatkan adanya pengaruh dari

setiap jenis kendaraan tersebut terhadap keseluruhan arus lalu lintas. pengaruh ini diperhitungkan dengan mengekivalenkan terhadap kendaraan standar.

Pengaruh ini diperhitungkan dengan mengekivalenkan terhadap keadaan standar. Dari data lalu-lintas dapat juga diperkirakan perhitungan lalu-lintas setiap tahunnya yang mana hal ini sangat berkaitan dengan umur rencana jalan. Sehingga jalan tersebut dapat memenuhi syarat secara ekonomis. Pada umumnya lalu-lintas pada jalan raya terdiri dari campuran kendaraan cepat, kendaraan lambat, kendaraan berat, kendaraan ringan dan kendaraan tidak bermotor maka kapasitas jalan mengakibatkan adanya pengaruh dari setiap jenis kendaraan tersebut terhadap keseluruhan arus lalu lintas. Untuk mempermudah perhitungan maka dipakai Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Faktor Ekivalen (FE)

| <b>Tipe Kendaraan</b>                | <b>FE</b> |
|--------------------------------------|-----------|
| Sepeda motor                         | 0,2       |
| Kendaraan Tak Bermotor               | 0,5       |
| Mobil Penumpang                      | 1,0       |
| <i>Mikro Truck</i>                   | 1,0       |
| Bus Kecil                            | 1,0       |
| Bus Besar                            | 1,3       |
| Truk Ringan (berat kotor < 5 ton)    | 1,3       |
| Truk Sedang (berat kotor 5 – 10 ton) | 1,3       |
| Truk Berat (berat kotor > 10 ton)    | 1,3       |

*Sumber: (Sukirman, 1999)*

Keterangan Tabel 2.1 :

LV = Kendaraan ringan yang terdiri dari bak terbuka, sedan dan mobil

HV = Kendaraan berat yang terdiri dari truk 2 as 10 ton, truk 3 as 20 ton

MC = Kendaraan bermotor roda dua

UM = Kendaraan tak bermotor



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 lalulintas adalah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) didapat dari jumlah lalu-lintas pada suatu tahun dibagi dengan 365 hari.

## **2.4 Klasifikasi Jalan Raya**

Klasifikasi jalan raya menunjukkan standar operasi yang dibutuhkan dan merupakan suatu bangunan yang berguna bagi perencanaan. Di Indonesia berdasarkan peraturan perencanaan geojalan raya yang dikeluarkan Bina Marga, jalan dibagi dalam kelas-kelas yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu : jalan arteri, jalan kolektor dan jalan sekunder.

### **2.4.1 Jalan Arteri**

Jalan arteri menurut Ditjen Bina Marga (1997) merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara efisien. Jalan arteri dibagi menjadi dua yaitu jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder :

#### **1. Jalan Arteri Primer**

Jalan arteri primer menurut ditjen Bina Marga (1997) Menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

- a. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 kilometer per jam (km/h).
- b. Lebar jalan manfaat minimal 11 meter.
- c. Persimpangan pada jalan arteri primer diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan lalu lintas dan karakteristiknya.
- d. Harus memiliki perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas, lampu penerangan jalan dan lain-lain.

- e. Jalur khusus harusnya disediakan, yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
- f. Jalan arteri primer mempunyai 4 lajur lalu lintas atau lebih dan seharusnya dilengkapi dengan median (sesuai dengan ketentuan geometrik).
- g. Apabila persyaratan jarak akses jalan dan atau lahan tidak dapat dipenuhi, maka jalan arteri harus disediakan jalur lambat (*Frontage road*) dan juga jalur khusus untuk kendaraan tidak bermotor.

## 2. Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi efisien, dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota. Di daerah perkotaan juga disebut sebagai jalan protokol.

Karakteristik Jalan Arteri sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1990) adalah sebagai berikut :

- a. Jalan arteri sekunder menghubungkan : kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, antar kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dan sekunder kedua dan jalan arteri atau kolektor primer dengan kawasan sekunder kesatu.
- b. Jalan arteri sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah yaitu 30 km per jam.
- c. Lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter.
- d. Akses langsung dibatasi tidak boleh lebih pendek dari 250 meter.
- e. Kendaraan angkutan umum barang ringan dan bus untuk pelayanan tingkat kota dapat diizinkan melalui jalan ini.

### 2.4.2 Jalan Kolektor

Jalan kolektor Ditjen Bina Marga (1997) merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan umum atau pembagi dengan ciri perjalanan sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan kolektor dibagi menjadi dua jalan kolektor primer dan jalan kolektor sekunder :

### 1. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan kota-kota antar pusat kegiatan wilayah dan pusat kegiatan lokal dan atau kawasan-kawasan berskala kecil dan atau pelabuhan pengumpan regional dan pelabuhan pengumpan lokal.

- a. Jalan kolektor primer dalam kota merupakan terusan jalan kolektor primer luar kota.
- b. Jalan kolektor primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan arteri primer.
- c. Jalan arteri primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km per jam.
- d. Lebar badan jalan kolektor primer tidak kurang dari 7 meter.

### 2. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa konstruksi distribusi untuk masyarakat di dalam kota.

Karakteristik dalam kolektor sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah sebagai berikut.

- a. Jalan kolektor sekunder menghubungkan: antar kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.
- b. Jalan kolektor sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km per jam.
- c. Lebar jalan kolektor sekunder tidak kurang dari 7 meter. Kendaraan angkutan barang berat tidak diizinkan melalui fungsi jalan ini di daerah pemukiman.

Lokasi parkir pada badan jalan dibatasi. Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup. Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya lebih rendah dari sistem primer dan arteri sekunder.

### 2.4.3 Jalan Lokal

Jalan lokal, menurut Ditjen Bina Marga (1997) merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

#### 1. Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antar pusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan.

- a. Jalan primer dalam kota merupakan terusan jalan lokal primer luar kota.
- b. Jalan lokal primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan primer lainnya.
- c. Jalan lokal primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km per jam.
- d. Kendaraan angkutan barang dan bus dapat diizinkan melalui jalan ini.
- e. Lebar badan jalan lokal primer tidak kurang dari 6 meter.
- f. Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling rendah pada sistem primer.

#### 2. Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder adalah menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan. Karakteristik jalan lokal sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1990) adalah sebagai berikut. Jalan lokal sekunder menghubungkan: antar kawasan sekunder ketiga atau dibawahnya, kawasan sekunder dengan perumahan. Jalan lokal sekunder atau didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km per jam. Lebar badan jalan lokal sekunder tidak kurang dari 5 meter. Kendaraan angkutan barang berat dan bus tidak diizinkan melalui fungsi jalan jenis ini di daerah pemukiman. Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling rendah dibandingkan dengan fungsi jalan lain.

## 2.5 Jalan Lintas

Menurut Saodang, 2005. Kendaraan secara nyata dilapangan mempunyai beban total yang berbeda, tergantung pada berat sendiri kendaraan dan muatan yang diangkutnya. Beban ini didistribusikan ke perkerasan jalan melalui sumbu kendaraan, selanjutnya roda kendaraan baru ke perkerasan jalan. Makin berat muatan akan memerlukan jumlah sumbu kendaraan yang makin banyak, agar muatan sumbu tidak melampaui muatan sumbu yang disyaratkan. Pembebanan setiap sumbu ditentukan oleh muatan dan konfigurasi sumbu kendaraan. Ada beberapa konfigurasi sumbu kendaraan, yaitu:

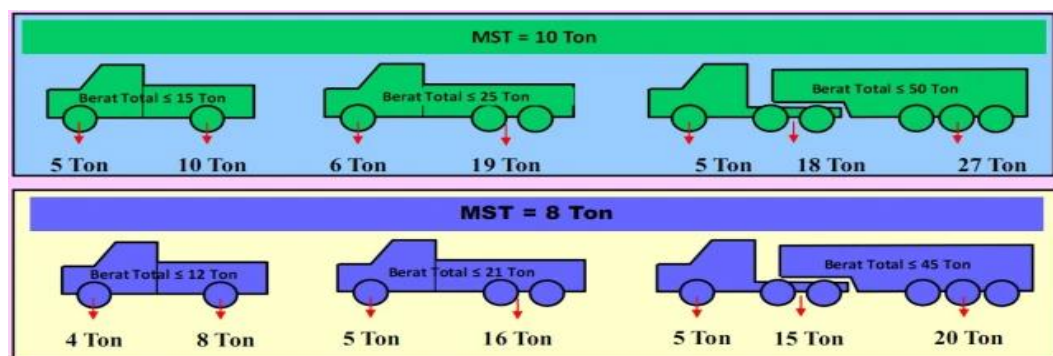
1. Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)
2. Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)
3. Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG)
4. Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG)

### 2.5.1 Kategori Muatan Sumbu Terberat

Masing-masing kelas jalan dibatasi untuk menerima muatan sumbu terberat agar jalan tidak cepat rusak akibat beban berlebih. Ada 4 kategori MST, yaitu :

1. MST = 10 ton
2. MST = 8 ton
3. MST = 5 ton
4. MST = 3,5 ton

Dalam hal ini, MST sumbu tunggal = 8 ton, MST sumbu tandem = 15 ton, MST sumbu tridem = 20 ton. Dengan konfigurasi MST, sebagaimana terlihat pada Gambar 2.1:



Sumber: (Sukirman, 1999)

**Gambar 2.1** Konfigurasi MST = 10 t, 8 t, 5 t dan 3,5 t.

### 2.5.2 Faktor Kerusakan Jalan

Dengan mengetahui secara tepat tingkat kemampuan suatu jalan dalam menerima suatu beban lalu lintas, maka tebal lapisan perkerasan tersebut akan sesuai dengan yang direncanakan. Beban berulang atau *repetition load* merupakan beban yang diterima struktur perkerasan dari roda-roda kendaraan yang melintasi jalan raya secara dimanis selama umur rencana. Besar beban yang diterima bergantung dari berat kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan jalan serta kecepatan dari kendaraan itu sendiri. Hal ini akan memberi suatu nilai kerusakan pada perkerasan akibat muatan sumbu roda yang melintas setiap kali pada ruas jalan.

Kerusakan jalan dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Fungsi jalan

Kendaraan berat yang memakai jalan arteri umumnya muatan yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.

2. Keadaan medan

Jalan yang mendaki mengakibatkan truk tidak mungkin memuat beban yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.

3. Aktivitas ekonomi di daerah yang bersangkutan

Jenis dan beban yang diangkut oleh kendaraan berat sangat tergantung dari jenis kegiatan yang ada di daerah tersebut, truk di daerah industri mengangkut beban yang berbeda jenis dan beratnya dengan di daerah perkebunan.

4. Perkembangan daerah

Bahan yang diangkut kendaraan dapat berkembang sesuai dengan perkembangan daerah di sekitar lokasi jalan.

5. Cuaca

Perubahan cuaca yang ekstrem dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan perkerasan jalan, seperti retak dan deformasi, yang dapat memperlemah struktur jalan dan tidak dapat menahan beban kendaraan yang berlebih.

6. Tanah

Tanah yang tidak stabil dapat menyebabkan kerusakan pada struktur jalan, seperti penurunan dan pergeseran, yang dapat diperburuk oleh beban kendaraan yang berlebih dan menyebabkan kerusakan yang lebih parah.

Dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas tidaklah sama antara satu dengan yang lain. Perbedaan ini mengharuskan suatu standar yang bisa mewakili semua jenis kendaraan, sehingga semua beban yang diterima oleh struktur perkerasan jalan dapat disamakan ke dalam beban standar. Beban standar ini digunakan sebagai batasan maksimum yang diijinkan suatu kendaraan.

Beban yang sering digunakan sebagai batasan maksimum yang diijinkan untuk suatu kendaraan adalah beban gandar maksimum. Beban gandar ini diambil sebesar 18.000 pounds (8 ton) pada sumbu standar tunggal. Diambilnya angka ini karena daya pengrusak yang ditimbulkan beban gandar terhadap stuktur perkerasan adalah bernilai satu.

### 2.5.3 Lajur Rencana

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar (lajur dengan volume tertinggi). Umumnya lajur rencana adalah salah satu lajur dari jalan raya dua lajur atau tepi dari jalan raya yang berlajur banyak. Persentase kendaraan pada jalur rencana dapat juga diperoleh dengan melakukan survey volume lalu lintas. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka ditentukan dari lebar perkerasan berdasarkan Bina Marga 2003. (Nofrianto 2013)

**Tabel 2.2** Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan pada lajur rencana.

| Lebar Perkerasan                           | Jumlah lajur |
|--------------------------------------------|--------------|
| $L < 5,50 \text{ m}$                       | 1 lajur      |
| $5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$   | 2 lajur      |
| $8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$  | 3 lajur      |
| $11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$ | 4 lajur      |
| $15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$ | 5 lajur      |
| $18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$ | 6 lajur      |

Sumber: (Bina Marga Pd T-14-2003)

### 2.5.4 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditetapkan dalam Tabel 3.2 Beban rencana pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas

lajur pada setiap tahun selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu kepada peraturan menteri PU No. 19/PRT/M2011 mengenai Persyaratan Teknis Jalan berkaitan Rasio Volume Kapasitas (RVK) yang harus dipenuhi.

Kapasitas lajur maksimum agar mengacu pada MKJI dapat dilihat pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Faktor Distribusi Lajur (DL) (Pt T-01-2002-B)

| Jumlah lajur/arah | %beban gandar standar dalam lajur rencana |
|-------------------|-------------------------------------------|
| 1                 | 100                                       |
| 2                 | 80-100                                    |
| 3                 | 60-80                                     |
| 4                 | 50-75                                     |

*Sumber: (Nofrianto, 2013)*

### 2.5.5 Koefisien Distribusi Kendaraan

Koefisien distribusi kendaraan untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan berdasarkan Bina Marga 2003.

**Tabel 2.4** Koefisien Distribusi Kendaraan (Pd T-14-2003)

| Jumlah<br>jalur | Kendaraan Ringan |        | Kendaraan Berat |        |
|-----------------|------------------|--------|-----------------|--------|
|                 | 1 arah           | 2 arah | 1 arah          | 2 arah |
| 1 jalur         | 1,00             | 1,00   | 1,00            | 1,00   |
| 2 jalur         | 0,60             | 0,60   | 0,70            | 0,50   |
| 3 jalur         | 0,40             | 0,40   | 0,50            | 0,475  |
| 4 jalur         | -                | 0,30   | -               | 0,45   |
| 5 jalur         | -                | 0,25   | -               | 0,425  |
| 6 jalur         | -                | 0,20   | -               | 0,40   |

*Sumber: (Nofrianto, 2013)*

### 2.5.6 Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan baru agar jalan tersebut berfungsi dengan baik sebagaimana dengan direncanakan (Nofrianto, 2013). Perbaikan bangunan jalan



didasarkan pada lalu lintas sekarang dan yang akan datang dalam batas umur rencana jalan. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan:

1. Klasifikasi fungsional jalan
2. Pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah.

Beberapa tipikal umur rencana : (Hendarsin. 2013)

1. Lapisan perkerasan aspal baru, 20 – 25 tahun
2. Lapisan perkerasan kaku baru, 20 – 40 tahun
3. Lapisan tambahan (aspal, 10 – 15), (batu pasir, 10 – 20) tahun

#### **2.5.7 Muatan Sumbu Terberat (MST)**

Muatan adalah jumlah tekanan roda dari satu sumbu kendaraan terhadap jalan. Jika dilihat pada PP nomor 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan dapat disimpulkan bahwa muatan sumbu terberat adalah beban sumbu salah satu terbesar dari beberapa beban sumbu kendaraan yang harus dipikul oleh jalan. Pada Undan-undang No 22 tahun 2009 lalu lintas dan angkutan jalan, pengelompokan jalan menurut kelas jalan terdiri atas:

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat 10 ton.
2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm dan muatan sumbu terberat 8 ton.

4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

## 2.6 Sifat Dan Komposisi Lalu-lintas

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan peningkatan jalan adalah terdapatnya bermacam ukuran, berat kendaraan yang mana sifat operasinya berbeda. Truk disamping lebih berat, berjalan lebih lambat dan mengambil ruang jalan lebih banyak akibatnya memberi pengaruh lebih besar dari pada kendaraan penumpang terhadap lalu-lintas. Untuk memperhitungkan pengaruh terhadap arus lalu-lintas dan kapasitas dari bermacam-macam ukuran dan beratnya dibagi menjadi dalam 2 golongan yaitu :

1. Mobil penumpang (P), yang termasuk dalam golongan ini semua jenis mobil penumpang dengan kendaraan truk ringan seperti *Pick-Up* dengan ukuran dan sifat operasi serupa mobil.
2. Kendaraan Truk (T), termasuk truk tunggal, truk gandengan yang mempunyai berat kotor lebih dari 3.5 ton.

## 2.7 Pertumbuhan Lalu-lintas

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

$$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n \dots\dots\dots (2.3)$$

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 2.5** Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

| 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 |

Sumber: (Bina Marga Pd-T-14-2003)

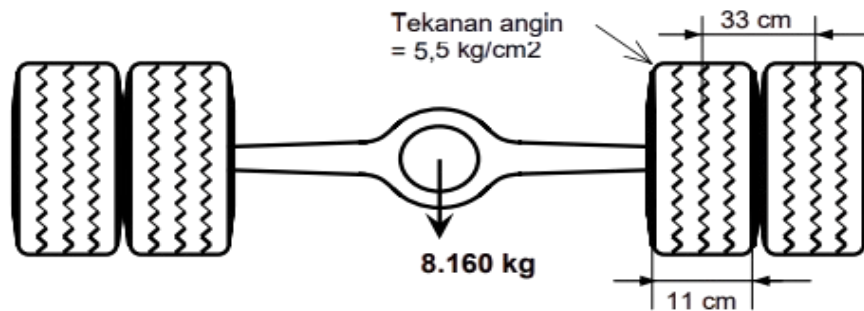
## 2.8 Angka Ekuivalen Beban Sumbu

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

1. Mobil penumpang, termasuk di dalamnya semua kendaraan dengan berat total (2 ton)
2. Bus
3. Truk 2 Sumbu
4. Truk 3 Sumbu
5. Truk 4 Sumbu
6. Semi Trailer

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dan berat kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, kecepatan kendaraan dan sebagainya. Dengan demikian efek dan

masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat disetarakan dengan beban standar tersebut yang merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 lbs (8 ton).



Sumber: (Sukirman, 1999)

**Gambar 2.2** Sumbu Standar 18.000 lbs.

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 :

$$E = \left[ \frac{\text{Beban sumbu (kg)}}{8160} \right]^x \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

X merupakan konstanta yang besarnya dipengaruhi oleh:

1. Bidang kontak antara ban dengan perkerasan jalan. Luas bidang kontak ditentukan oleh tekanan ban.
2. Kelandaian, kendaraan yang berjalan di jalan mendaki mempunyai efek yang berbeda dibandingkan dengan kendaraan yang bergerak di jalan datar.

3. Fungsi jalan, kendaraan yang bergerak pada jalan yang menghubungkan dua kota berkecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kendaraan yang bergerak di dalam kota. Di dalam kota di tempat-tempat yang banyak ditemukan persimpangan, kendaraan bergerak dengan kecepatan lebih rendah dan seringkali berhenti.
4. Beban sumbu, kendaraan dengan beban sumbu yang lebih besar akan mempunyai angka ekivalen lebih besar dan pada kendaraan dengan beban sumbu yang lebih kecil.
5. Kecepatan kendaraan, kendaraan sejenis akan menghasilkan kerusakan yang berbeda jika kendaraan tersebut bergerak dengan kecepatan yang berbeda pula. Kendaraan yang bergerak dengan kecepatan rendah akan mempunyai efek lebih cepat merusak jalan.
6. Ketebalan lapisan perkerasan, kerusakan yang ditimbulkan oleh kendaraan pada lapisan perkerasan dengan nilai struktural lebih tinggi akan lebih kecil dibandingkan dengan kerusakan yang terjadi pada lapisan perkerasan dengan nilai struktural lebih rendah.

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 ekivalen dapat diasumsikan tetap selama umur rencana dan dipergunakan angka ekivalen pada kondisi akhir umur rencana (pada keadaan indeks permukaan akhir umur). Untuk menentukan angka ekivalen beban sumbu, Bina Marga memberikan rumus sebagai berikut:

$$E \text{ sumbu tunggal} = \left[ \frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$E \text{ sumbu ganda} = \left[ \frac{\text{beban sumbu ganda (kg)}}{8160} \right]^4 \times 0,0086 \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

- E sumbu tunggal/ganda = Angka ekivalen beban sumbu.  
 Beban sumbu tunggal/ganda = Beban sumbu pada roda setiap kendaraan.  
 Angka (8160) = Berat sumbu standar pada kendaraan.

## 2.9 Angka Ekivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

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

$$STRT = \left[ \frac{P}{5,4} \right]^4 \dots\dots\dots (2.7)$$

$$STRG = \left[ \frac{P}{8,16} \right]^4 \dots\dots\dots (2.8)$$

$$STdRG = \left[ \frac{P}{13,76} \right]^4 \dots\dots\dots (2.9)$$

$$STrRG = \left[ \frac{P}{18,45} \right]^4 \dots\dots\dots (2.10)$$

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 2.6.

**Tabel 2.6** Angka Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan

| Angka Ekvivalen |               |             |              |
|-----------------|---------------|-------------|--------------|
| Kg              | Sumbu Tunggal | Sumbu Ganda | Sumbu Tripel |
| 1000            | 0,002         | -           | -            |
| 2000            | 0,0036        | 0,0003      | -            |
| 3000            | 0,0183        | 0,0016      | -            |
| 4000            | 0,0570        | 0,0050      | -            |
| 5000            | 0,1410        | 0,0121      | -            |
| 6000            | 0,2923        | 0,0251      | -            |
| 7000            | 0,5415        | 0,0466      | -            |
| 8000            | 0,9238        | 0,0794      | 0,0489       |
| 8160            | 1,0000        | 0,0860      | 0,053        |
| 9000            | 1,4798        | 0,1273      | 0,0784       |
| 10000           | 2,2555        | 0,1940      | 0,1195       |
| 11000           | 3,3033        | 0,2840      | 0,175        |
| 12000           | 4,6770        | 0,4022      | 0,2475       |
| 13000           | 6,4419        | 0,5540      | 0,3414       |
| 14000           | 8,6647        | 0,7452      | 0,4592       |
| 15000           | 11,4148       | 0,9820      | 0,4592       |
| 16000           | 14,7815       | 1,2712      | 0,6052       |
| 17000           | 18,838        | 1,6201      | 0,7834       |
| 18000           | 23,6771       | 2,0362      | 1,2549       |
| 19000           | 29,3937       | 2,5278      | 1,5578       |
| 21000           | 43,8648       | 3,7724      | 2,3248       |
| 22000           | 52,836        | 4,5439      | 2,8003       |
| 23000           | 63,1176       | 5,4282      | 3,3452       |
| 24000           | 74,8314       | 6,4355      | 3,966        |
| 25000           | 88,1047       | 7,577       | 4,6695       |

Sumber: (Bina Marga Pd-T-05-2005)

## 2.10 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, yaitu: (Nofrianto, 2013)

### 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 kostruksi dan perbaikan kerusakan.



**Tabel 2.7** 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<br>- Meredam getaran | - Tidak melentur jika dibebani<br>- 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<br>- Perbaikan setempat               | - Sulit<br>- Perbaikan menyeluruh                         |

*Sumber: Konstruksi Perkerasan Jalan (Overlay) Hand Out I*

## 2.11 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.

### 2.11.1 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;

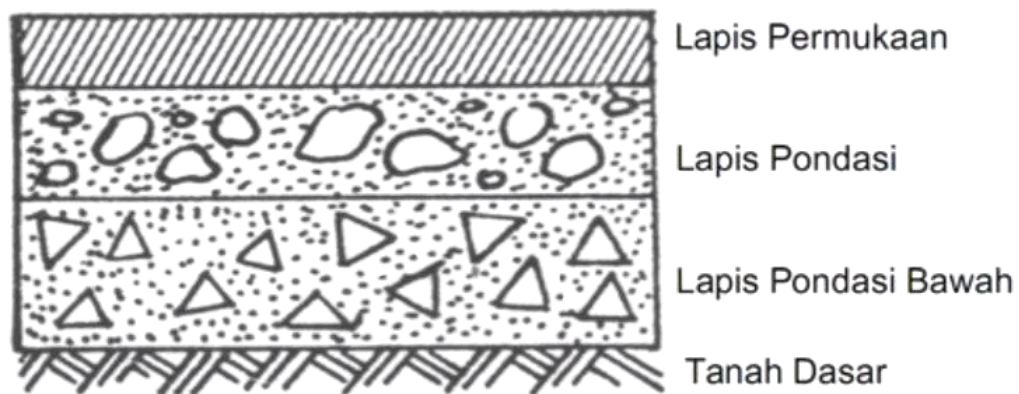
5. Warna perkerasan memberikan kesan yang tidak menyilaukan bagi pemakai jalan;
6. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas.

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; Membutuhkan agregat lebih banyak.

Struktur perkerasan lentur dibangun dari beberapa lapisan yang makin kebawah memiliki daya dukung yang semakin jelek, yaitu: (Nofrianto, H., 2013)

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



Sumber: (Sukirman, 1999)

**Gambar 2.3** Struktur Lapisan Perkerasan Lentur.

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

Lapisan adalah lapisan yang terletak paling atas yang langsung bergesekan dengan roda kendaraan. Fungsi lapisan permukaan antara lain: (Nofrianto, 2013)

1. Sebagai lapisan perkerasan yang menahan beban roda, dengan persyaratan harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Sebagai lapisan kedap air sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
3. Sebagai lapisan aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. 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: (Sukirman, 1999)

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

### 2.11.1.2 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 :

1. Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya;
2. Lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah;
3. 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: (Sukirman, 1999)

1. 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;
2. Pondasi makadam;
3. Pondasi telfond;
4. Penetrasin makadam;
5. Laston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*);
6. Lataston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama HRS-Base (*Hot Rolled Sheet-Base*);
7. Stabilisasi.

### 2.11.1.3 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: (Nofrianto, 2013)

1. 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 %;
2. Efisiensi penggunaan material yang relatif murah, agar lapisan di atasnya dapat dikurangi tebalnya;
3. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi;
4. 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.
5. Lapisan filter untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi.

### 2.11.1.4 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 :

1. 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 – 5 cm dari muka tanah dimana elevasi struktur perkerasan direncanakan untuk diletakkan;

2. 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;
3. 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 : (Sukirman, 1999)

1. Daya dukung tanah dasar berpotensi mengakibatkan perubahan bentuk tetap dan rusaknya struktur perkerasan jalan secara menyeluruh;
2. Sifat mengembang dan menyusut untuk jenis tanah yang memiliki 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;
3. 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;
4. 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;
5. Kondisi geologi yang dapat berakibat terjadinya patahan, geseran dari lapisan lempengan bumi perlu diteliti dengan seksama terutama pada tahap penentuan trase jalan;
6. 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.

### 2.11.2 Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur

Berdasarkan Manual Pemeliharaan Jalan Nomor : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas : (Sukirman, 1999)

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

#### 2.11.2.1 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 :

1. 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 (Sukirman, 1999)



Sumber: (<https://dpu.kulonprogokab.go.id>)

**Gambar 2.4** Retak Halus

## 2. Retak kulit buaya (*alligator crack*)

Retak kulit buaya adalah retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak (poligon) kecil-kecil menyerupai kulit buaya seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3, dengan lebar celah lebih dari 3 mm. Ukuran retak yang saling berhubungan berkisar antara 2,5 cm sampai 15 cm. (Shahin, 1994)



Sumber: Dokumen Pribadi

**Gambar 2.5** Retak Kulit Buaya.

## 3. 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. (Sukirman, 1999)



Sumber: Dokumen Pribadi

**Gambar 2.6** Retak pinggir.

## 4. 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. (Wiyono, 2009)





Sumber: (<https://www.tensor.co.uk/resources/articles/what-are-the-types-of-cracking-in-roads>)

**Gambar 2.7** Retak refleksi.

#### 5. 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. (Sukirman, 1999)



Sumber: (<https://lauwtjunnji.weebly.com/retak-overview---non-struktur.html>)

**Gambar 2.8** Retak Susut.

#### 6. Retak selip (*Slippage crack*)

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 pemadatan lapis permukaan. (Sukirman, 1999)



Sumber: (<https://dpu.kulonprogokab.go.id>)

**Gambar 2.9** Retak Selip.

### 2.11.2.2 Distorsi (*Distortion*)

Distorsi perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Sebelum perbaikan dilakukan sebaiknya ditentukan terlebih dahulu jenis dan penyebab distorsi yang terjadi. Dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang tepat. Distorsi dapat dibedakan atas:

#### 1. Alur (*ruts*)

Alur adalah permanen deformasi pada lapisan perkerasan akibat lalu lintas yang terbentuk pada jejak roda secara terus menerus yang akhirnya berbentuk alur (Paterson, 1987). Alur akan timbul karena perlemahan material, aus permukaan atau struktur yang tidak kuat.



Sumber : Dokumen Pribadi

**Gambar 2.10** Alur.

#### 2. Bergelombang/kerut (*corrugation*)

Alur yang terjadi melintang jalan. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas jalan campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak mempergunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang mempergunakan aspal cair). (Sukirman, 1999)



Sumber : (Christady Hardiyatmo, 2015)

**Gambar 2.11** Bergelombang (*Corrugation*).

### 3. Sungkur (*shoving*)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Ketika lalu lintas mendorong perkerasan, maka mendadak timbul gelombang pendek di permukaannya atau berbentuk seperti ombak. Faktor penyebab terjadinya kerusakan sungkur adalah stabilitas campuran lapisan aspal rendah, terlalu banyak kadar air dalam lapis pondasi granuler, dan ikatan antara lapis perkerasan tidak bagus dan tebal perkerasan kurang. (Shahin, 1994)



*Sumber : Dokumen Pribadi*

**Gambar 2.12** Sungkur.

### 4. Amblas (*grade depression*)

Terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami settlement. (Sukirman, 1999)



*Sumber : Christady Hardiyatmo, 2015*

**Gambar 2.13** Amblas.



### 2.11.2.3 Cacat permukaan (*Disintegration*)

Kerusakan ini mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

#### 1. Lubang (*potholes*)

Lubang adalah kerusakan yang berbentuk lekukan dipermukaan perkerasan akibat hilangnya lapis aus dan material lapis pondasi. Kerusakan ini biasa terjadi didekat retakan atau didaerah yang darinasenya kurang baik sehingga perkerasan tergenang oleh air. Faktor penyebab kerusakan ini adalah campuran material lapis permukaan yang kurang baik, air masuk kedalam lapis pondasi lewat retakan dipermukaan perkerasan yang terbuka, beban lalu lintas yang mengakibatkan disintegrasi lapis pondasi. (Shahin, 1994)



Sumber: Dokumen Pribadi

**Gambar 2.14** Lubang.

#### 2. Pelepasan butir (*raveling*)

Pelepasan butir adalah lepasnya butir-butir agregat permukaan dari campuran agregat aspal (Bennet, 1995). Kejadian pelepasan butir menunjukkan perilaku yang berbeda dari setiap daerah dan negara tergantung metode dalam pelaksanaan konstruksinya. Pelepasan butir adalah kerusakan yang umumnya disebabkan oleh pelaksanaan yang jelek, dan akibat selaput aspal yang tipis (pada laburan aspal/surface treatment), jarang terlihat pada perkerasan aspal dengan campuran panas mutu tinggi. (Wiyono, 2009)



Sumber: Dokumen Pribadi

**Gambar 2.15** Pelepasan butir.

#### 2.11.2.4 Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Kegemukan adalah terjadinya konsentrasi aspal pada suatu tempat tertentu dipermukaan jalan. Bentuk fisik dari kerusakan ini dapat dikenali dengan terlihatnya lapisan tipis aspal pada permukaan perkerasan. Kerusakan ini menyebabkan jalan menjadi licin, adapun faktor penyebab terjadinya kerusakan ini adalah pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, kadar udara pada campuran aspal terlalu rendah, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *tack coat*, dan agregat terpenetrasi ke dalam lapis pondasi sehingga lapis pondasi menjadi lemah. (Shahin, 1994)



Sumber: (<https://dpu.kulonprogokab.go.id>)

**Gambar 2.16** Kegemukan.

### 2.12 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 : (Shahin, 1994)

#### 1. Retak Kulit Buaya

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

##### a. Low severity level

Kondisi perkerasan tergolong baik, retak rambut parallel satu sama lain.

##### b. Medium severity level

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

##### c. High severity level

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

## 2. Alur

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

### a. *Low severity level*

Dengan kedalaman alur antara  $\frac{1}{4}$  –  $\frac{1}{2}$  inchi.

### b. *Medium severity level*

Dengan kedalaman alur antara  $\frac{1}{2}$  - 1 inchi.

### c. *High severity level*

Dengan kedalaman alur >1 inchi.

## 3. Amblas

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

### a. *Low severity level*

Kondisi penurunan hampir tidak kelihatan, kedalaman amblas  $\frac{1}{2}$  - 1 inchi.

### b. *Medium severity level*

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

### c. *Hight severity level*

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

## 2.13 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]

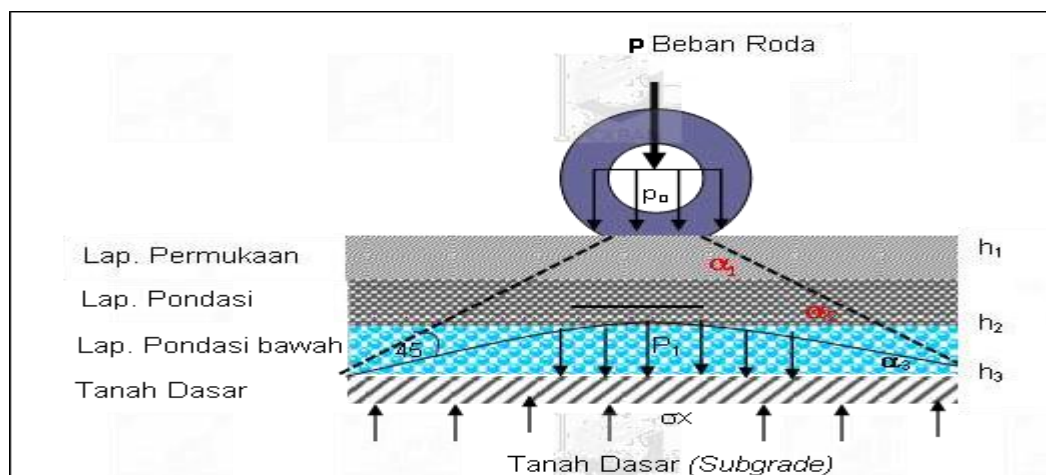
$$TF = \frac{\text{Total ESAL}}{N} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| TF         | = Truk Faktor            |
| Total ESAL | = Nilai Total Esal       |
| N          | = Jumlah Kendaraan Berat |

## 2.14 Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur ini terdiri atas beberapa lapisan dengan material tertentu, dimana masing-masing lapisan akan menerima beban dari lapisan di atasnya dan menyebarkan kelapisan dibawahnya, sehingga lapisan struktur perkerasan dibawahnya akan menerima dan mendukung beban yang lebih ringan.



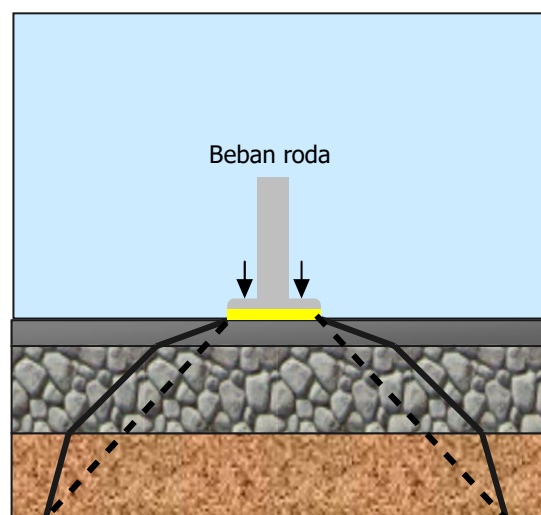
Sumber: (Modul Pemeliharaan Perkerasan Lentur dalam Rakhmatika, 2011)

**Gambar 2.17** Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur.

|              |                 |                                            |
|--------------|-----------------|--------------------------------------------|
| Keterangan : | $P$             | = Beban roda kendaraan                     |
|              | $P_o$           | = Beban Awal                               |
|              | $a_1, a_2, a_3$ | = Sudut penyebaran beban setiap lapis      |
|              | $\sigma_x$      | = Tegangan yang diberikan oleh tanah dasar |
|              | $h_1, h_2, h_3$ | = Tebal setiap lapisan perkerasan          |

Pada Gambar 2.18 beban kendaraan didistribusikan pada perkerasan lentur yang luasnya lebih sempit sehingga  $P_1$  lebih besar dari pada  $P_o$ .  $P_1$  selanjutnya didistribusikan kelapisan dibawahnya lagi, demikian seterusnya. Karena  $P_2 < P_1$  maka lapisan perkerasan lentur dibuat berlapis-lapis, dengan lapisan paling atas sifat yang lebih baik dari lapisan dibawahnya.

Akibat tidak samanya kekakuan setiap lapisan perkerasan, maka distribusi beban lalu lintas kelapis dibawahnya dapat dilihat pada gambar 2.18.



Sumber: (Sukirman, 2006)

**Gambar 2.18** Distribusi Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan Lentur.

## 2.15 Metode Survey

Survey adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi dari responden melalui pertanyaan-pertanyaan yang telah disiapkan sebelumnya. Tujuan survey adalah untuk mengumpulkan data yang akurat dan representatif tentang suatu populasi atau fenomena, sehingga dapat digunakan untuk membuat keputusan atau mengambil tindakan yang tepat. Disini peneliti menggunakan 2 metode survey yaitu:



## 1. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) adalah suatu metode pengumpulan data yang digunakan untuk mengukur volume lalu lintas harian pada suatu ruas jalan. LHR dihitung berdasarkan jumlah kendaraan yang melintas pada suatu ruas jalan dalam waktu 24 jam.

Kelebihan LHR:

- Dapat mengukur volume lalu lintas harian dengan akurat
- Dapat digunakan untuk memantau perubahan volume lalu lintas harian

Kekurangan LHR:

- Hanya dapat mengukur volume lalu lintas harian, tidak dapat mengukur kecepatan atau waktu tempuh
- Memerlukan peralatan khusus untuk mengukur volume lalu lintas

## 2. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan percakapan langsung dengan responden. Wawancara dapat digunakan untuk mengumpulkan data tentang perilaku, preferensi, dan opini responden terkait dengan lalu lintas dan transportasi.

Kelebihan wawancara:

- Dapat mengumpulkan data yang mendalam dan rinci
- Dapat memungkinkan peneliti untuk meminta klarifikasi atau informasi tambahan

Kekurangan wawancara:

- Dapat memerlukan waktu dan biaya yang besar
- Dapat dipengaruhi oleh bias peneliti atau responden

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Lokasi Penelitian**

Dalam penelitian ini yang akan dijadikan sebagai lokasi penelitian oleh peneliti adalah Jalan Brawijaya, Kec. Kuantan Tengah (lintas Taluk Kuantan-batas Sumbar dimulai dari STA 5+225 sampai STA 6 + 225). Lokasi penelitian dapat dilihat seperti gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Peta Lokasi Penelitian. *Sumber: (Googel Maps, 2025)*

### **3.2 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini termasuk penelitian studi literatur dengan mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi teori yang diperoleh dengan jalan penelitian studi literatur dijadikan sebagai fondasi dasar dan alat utama bagi praktek penelitian di tengah lapangan.

### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

Jenis data yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah data primer dengan melakukan observasi dan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari jurnal, buku dokumentasi, instansi pemerintahan dan internet.

## 1. Data Primer

Data primer yang dimaksud ada 2 yaitu data wawancara ke sopir truk yang berhenti dipinggir jalan dan data lalu lintas kendaraan (LHR) yang melintas di jalan Brawijaya, Kec. Kuantan Tengah. Pengumpulan data dilakukan selama 24 jam perhari dimulai dari tanggal 19 Mei dan selesai pada tanggal 31 Mei 2025 selama 7 hari, baik kendaraan ringan maupun kendaraan berat yang melintas pada jalan tersebut.

Setelah data pengamatan terkumpul dapat dilakukan perhitungan jumlah lalu lintas harian rata-rata :

- a. Data wawancara dilakukan di lapangan dengan memberikan beberapa pertanyaan seperti :
  - 1) Nama pengemudi
  - 2) Tujuan kendaraan
  - 3) Angkutan kendaraan
  - 4) Jumlah tonase kendaraan
  - 5) KIR (Jika diperbolehkan)
- b. Pengamatan yang dilakukan *surveyor* dilakukan oleh 4 orang, yang terdiri dari 1 koordinator lapangan
- c. Pengamatan dilakukan 2 arah
- d. Mencatat secara manual setiap jenis kendaraan dan beban sumbu yang lewat sesuai dengan formulir isian yang telah disiapkan
- e. Setelah penelitian dilaksanakan maka dilakukan pengumpulan data primer tersebut untuk tahapan perhitungan sesuai dengan ketentuan dan rumus yang berlaku

## 2. Data Sekunder

Data sekunder ini diperoleh dari data hasil survey penelitian terdahulu. Data ini meliputi data volume kendaraan yang melewati jalan yang diteliti, serta data beban sumbu. Data ini tidak digunakan untuk analisis penelitian akan tetapi digunakan untuk acuan pengambilan data primer yang dilakukan di jam-jam padat.

### 3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah proses mempelajari, memahami, menganalisis serta memecahkan masalah berdasarkan fenomena yang ada dan juga merupakan rangkaian proses yang panjang dan terkait secara sistematis.

Adapun langkah yang harus diperhatikan antara lain:

1. Persiapan

Untuk memulai penelitian harus melakukan persiapan pengumpulan data berupa alat dan bahan penelitian (formulir survey, alat tulis, jam, kamera).

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data primer. Penelitian ini dilakukan selama 1 minggu yaitu pada hari senin, selasa, rabu, kamis, jumat, sabtu dan minggu. Pengumpulan data sekunder didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau.

3. Analisa Data

Analisa data dapat diartikan upaya untuk mengolah data baku untuk menjadi satu informasi, sehingga karakteristik data dapat dengan mudah dipahami dan dipelajari.

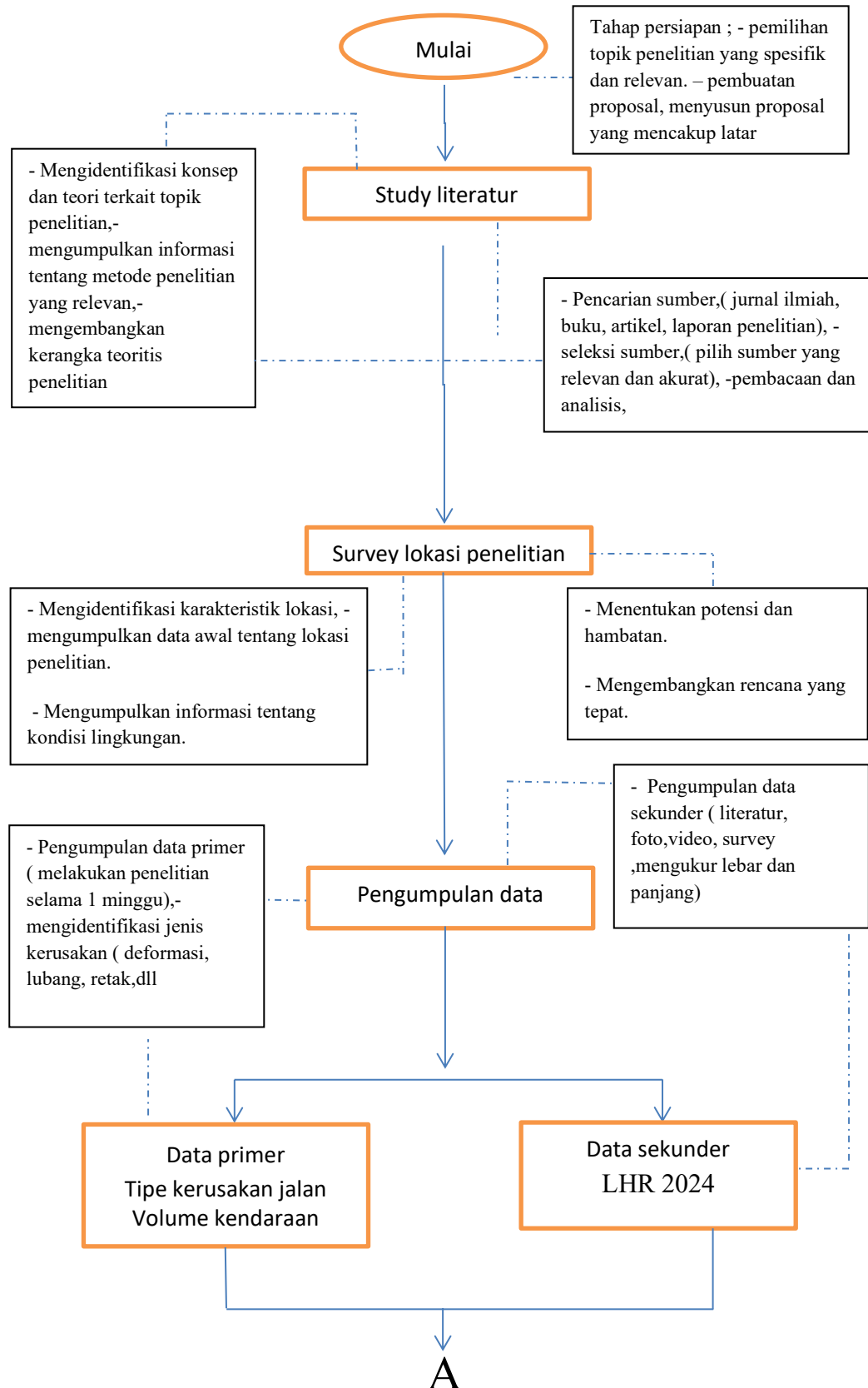
4. Hasil dan Pembahasan

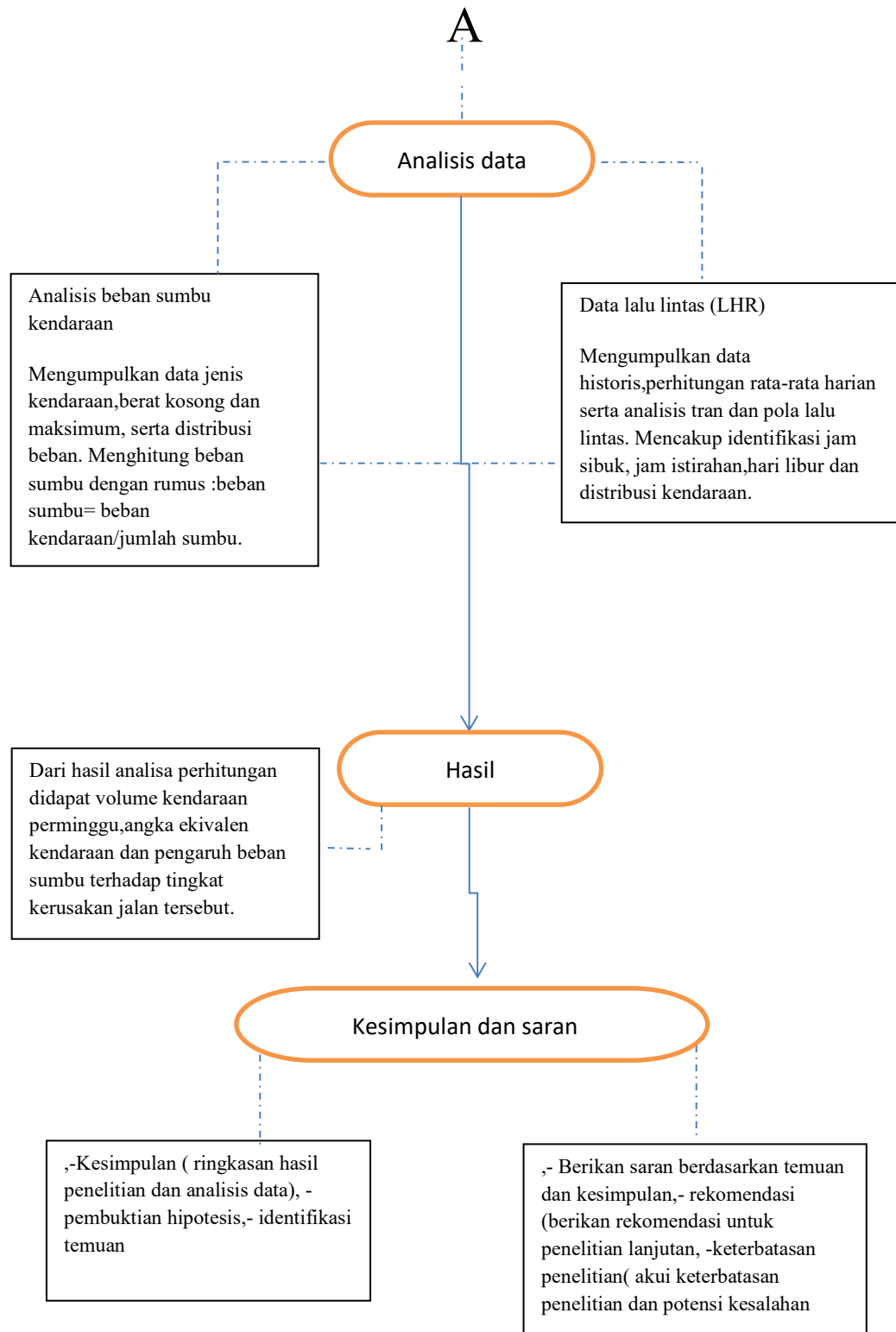
Dari hasil analisa perhitungan didapat volume kendaraan perminggu, angka ekivalen kendaraan dan pengaruh beban sumbu terhadap tingkat kerusakan jalan tersebut.

5. Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata dan pengaruh tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh beban sumbu kendaraan tersebut.

Secara keseluruhan proses kegiatan penelitian ini dapat digambarkan seperti  
Gambar 3.2





**Gambar 3.2** *Flowchart* Penelitian

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan penelitian pada ruas jalan Brawijaya Kec. Kuantan Tengah dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data lalu-lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Brawijaya Kec. Kuantan Tengah untuk kendaraan ringan seperti sedan, oplet, dan pick up dengan jumlah kendaraan sebanyak 3.059 unit, untuk bus kecil berjumlah 12 unit, untuk bus besar berjumlah 33 unit, untuk truk 2 as berjumlah 780 unit, untuk truk 3 as berjumlah 690 unit, dan untuk truk 4 as berjumlah 48 unit. Dari data tersebut dihasilkan persentase kendaraan ringan 66,18%, bus kecil 0,26%, bus besar 0,71%, truk 2 as 16,88%, truk 3as 14,93%, dan truk 4 As 1,04%. Total LHR dari hasil analisa kendaraan berjumlah 4.622 kendaraan/hari.
2. Berdasarkan perhitungan faktor lalu-lintas kendaraan didapat nilai ESAL total sebesar 22.399,47271 dan hasil perhitungan Truck Factor  $14,44195 > 1$ , dimana nilai itu menunjukkan bahwa kondisi kerusakan jalan yang ada dikarenakan beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan Brawijaya Kec. Kuantan Tengah ini mengalami beban berlebih (Over load). Faktor beban berlebih yang terjadi pada jalan Brawijaya menyebabkan 2 jenis kerusakan yaitu distorsi alur dengan tingkat kerusakan yang tinggi dan cacat permukaan (lubang) dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, peneliti menyampaikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penanganan terhadap tingkat kerusakan jalan untuk mengurangi resiko kecelakaan dan memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Selain itu agar tidak menimbulkan kerusakan yang lebih tinggi pada perkerasan lentur di jalan Brawijaya Kec. Kuantan Tengah.
2. Dalam upaya mengendalikan tingkat kerusakan jalan diharapkan perlu adanya pengawasan dilapangan agar dapat menyesuaikan beban muatan pada kendaraan-kendaraan yang melewati jalan Brawijaya Kec. Kuantan Tengah.

3. Perlu dilakukan analisis tentang faktor-faktor yang mempengaruhi beban berlebih dan efektifitas solusi untuk mengurangi kerusakan jalan. Penelitian ini telah menunjukkan bahwa beban berlebih pada ruas jalan Brawijaya Kec. Kuantan Tengah disebabkan oleh kendaraan yang melintas dengan beban yang berlebihan, sehingga peneliti selanjutnya dapat melakukan analisis tentang faktor-faktor yang mempengaruhi beban berlebih seperti jenis kendaraan, berat kendaraan, dan kondisi jalan, serta mencari solusi yang efektif untuk mengurangi kerusakan jalan seperti perbaikan jalan, pengaturan lalu lintas, dan penggunaan teknologi. Dengan demikian, peneliti dapat memperoleh hasil yang lebih komprehensif dan dapat memberikan kontribusi yang lebih signifikan pada bidang transportasi dan infrastruktur jalan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ayu Prawesthi, Widya. (2022), “*Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Jalan pada Persimpangan Bersinyal (Studi Kasus : Traffic Light Depan Kampus UNISSULA Jl. Raya Kaligawe KM. 4 Semarang)*”.
- Direktorat Jendral Bina Marga (1990), *Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan Di Wilayah Perkotaan, Dinas Pekerjaan Umum*, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Bina Karya. Jakarta*.
- Direktorat Jendral Bina Marga (2002), *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Pt-T-01-2002-B*, Yayasan Penerbit Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga (2003), *Perencanaan Perkerasan Jalan (Pd T-14-2003)*. BSN.
- Fathahillah. (2016), “*Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Sebagai Dasar Penentuan Perbaikan Jalan*”.
- Kusuma, Yusmiati. (2007), “*Konstruksi Perkerasan Jalan (Overlay) Hand Out I*”. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Leonard Zalukhu, Pafras. (2021), “*Analisa Dampak Beban Kendaraan dan Lalu Lintas Harian Rata-Rata Terhadap Kerusakan Jalan*”.
- Raditia Andiasti, Laras. (2018), “*Dampak Lalu Lintas Berat dengan Muatan Berlebihan Terhadap Umur Rencana Akses Jalan Tol Suramadu Sisi Madura*”.
- Sari. (2014), “*Analisa Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan dan Umur Sisa*”.
- Sentosa. (2012), “*Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan Pada Struktur Rigid Pavement Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simpang Lago – Sorek Km 77 S/D 78)*”.
- Suhendra. (2014), “*Analisa Kerusakan Jalan Perkerasan Jalan Dengan Pemisah/Median Di Kota Pekanbaru Studi Kasus Jalan Jenderal Sudirman Kota Pekanbaru*”.
- Sukirman, Silvia : *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, 1999.

- Sukirman, Silvia. (2006), "*Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*". Bandung : Institut Teknologi Nasional.
- Suwardo dan Sugiarto. (2004), "*Tingkat Kerataan Jalan Berdasarkan Alat Rolling Straight Edge Untuk Mengestimasi Kondisi Pelayanan Jalan (PSI dan RCI)*". Simposium VII FSTPT. Universitas Katolik Parahyangan Bandung.
- Warrantyo, Muhammad Mulki Arief. (2019), "*Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) di Jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru*".
- Zainal. (2016), "*Analisa Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan*".
- Zulhafiz. (2013), "*Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (Overload) Pada Ruas Jalan Lintas Timur KM 98 – KM 103 Sorek Kabupaten Pelalawan*".