

# **SKRIPSI**

## **ANALISA STRUKTUR PERKERASAN JALAN METODE MDP NO.02/M/BM/2017 PADA PEKERJAAN PENINGKATAN JALAN MOTENG A-BANGKAT MONTEH (DAK)**

**Diajukan sebagai bagian dari persyaratan untuk mencapai kebulatan  
Studi srata satu (S-1) pada Fakultas Teknik  
Program Studi Rekayasa Sipil  
Universitas Muhammadiyah Mataram**



Disusun Oleh :

**INDRA JAYADI**  
**NIM : 41411A0112**

**PROGRAM STUDI REKAYASA SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**

**2020**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### ANALISA STRUKTUR PERKERASAN JALAN METODE MDP NO.02/M/BM/2017 PADA PEKERJAAN PENINGKATAN JALAN MOTENG A-BANGKAT MONTEH (DAK)

Disusun oleh :

**NAMA : INDRA JAYADI**

**NIM : 41411A0112**

Telah diperiksa oleh dan disetujui oleh pembimbing :

1. Pembimbing utama,

2. Pembimbing Pendamping,

  
Isfanari, ST.,MT  
NIDN.0830086701

  
Titik Wahyuningsih, ST.,MT.  
NIDN.0819097401

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram

Ketua Program Studi Rekayasa Sipil  
Universitas Muhammadiyah Mataram

  
  
Isfanari, ST.,MT  
NIDN.0830086701

  
  
Titik Wahyuningsih, ST.,MT.  
NIDN.0819097401

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI**  
**ANALISA STRUKTUR PERKERASAN JALAN METODE MDP**  
**NO.02/M/BM/2017 PADA PEKERJAAN PENINGKATAN**  
**JALAN MOTENG A-BANGKAT MONTEH (DAK)**

Yang dipersiapkan dan disusun Oleh :

**NAMA : INDRA JAYADI**

**NIM : 41411A0112**

Telah dipertahankan di Depan Tim Penguji:

Pada tanggal : Kamis, 30 Januari 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji :

Tanda Tangan

1. Isfanari, ST.,MT



.....(Ketua)

2. Titik Wahyuningsih, ST.,MT.



.....(Anggota I)

3. Dr. Eng. Haryadi,ST.,M. Eng



.....(Anggota II)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Mataram

Ketua Program Studi Rekayasa Sipil  
Universitas Muhammadiyah Mataram



Isfanari, ST.,MT  
NIDN.0830086701



\*Titik Wahyuningsih, ST.,MT.  
NIDN.0819097401

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul :

**ANALISA STRUKTUR PERKERASAN JALAN METODE MDP NO.02/M/BM/2017 PADA PEKERJAAN PENINGKATAN JALAN MOTENG A-BANGKAT MONTEH (DAK).**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, Februari 2020

Yang membuat pernyataan,



**INDRA JAYADI**  
**NIM :41411A0112**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM  
**UPT. PERPUSTAKAAN**

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat  
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906  
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : [upt\\_perpusummat@gmail.com](mailto:upt_perpusummat@gmail.com)

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : INDRA JAYADI  
NIM : 41411A0112  
Tempat/Tgl Lahir : Bangkit Monteh 03-06-1996  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
No. Hp/Email : 082 340 517 094  
Jenis Penelitian :  Skripsi  KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Analisa struktur Perkerasan Jalan metode MDP  
No.02/Im/Bm/2017 Pada pekerjaan peningkatan jalan  
moteng A-Bangkit monteh (DAK)

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 15-02-2020

Penulis

METERAI TEMPEL  
TOL 20  
88198AHF263294889  
6000  
ENAM RIBU RUPIAH  
IMUKA UNTANI  
NIM. 41411A0112

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.

NIDN. 0802048904

## **MOTTO**

- Rencanakan masa depan mu dengan belajar dari masa lalu mu.
- Jika diantara kalian memiliki beban hidup maka hadapilah, jika diantara kalian memiliki masalah maka selesaikanlah, dan jika diantara kalian memiliki masalah dalam hidup maka selesaikanlah dengan menghadapinya.
- Percayalah bahwa diatas langit itu masih ada langit.

## **PERSEMBAHAN**

Dengan rasa syukur yang mendalam, skripsi ini penulis mempersembahkan kepada :

- Ibunda tercinta Linda Damayanti dan Ayahanda tercinta Sulhadi yang tiada henti-hentinya memberikan doa dan dukungannya disetiap langkahku.
- Keluarga besarku yang turut juga memberikan semangat dan do'anya.
- Almamater Universitas Muhammadiyah Mataram terutama rekan-rekan Fakultas Teknik Khususnya angkatan "2014" terimakasih atas dukungan dan motivasinya.
- Sahabat-Sahabat seperjuanganku terimakasih atas bantuan, dukungan dan do'anya selama ini.

## ABSTRAK

Struktur perkerasan jalan merupakan struktur yang terdiri dari satu atau beberapa lapis perkerasan dari bahan-bahan yang diproses, yang berfungsi untuk mendukung berat dari beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Pekerjaan peningkatan jalan dengan panjang jalan 2.365 m berlokasi pada dua desa (Moteng A dan Bangkat Monteh), Kecamatan Brang Rea Kabupaten Sumbawa Barat. Proyek ini dikerjakan selama 180 hari (6 bulan), dimulai tanggal 9 Maret 2018 dan selesai 3 September 2018, dengan biaya pelaksanaan sebesar Rp6.059.539.800. Analisis struktur perkerasan jalan ini menggunakan Metode Manual Desain perkerasan jalan (MDP) No.02/M/BM/2017. Data-data yang digunakan dalam analisa perkerasan meliputi data sekunder. Hasil analisa menunjukkan tebal perkerasan direncanakan untuk umur 20 tahun. Metode Manual Desain Perkerasan jalan No.02/M/BM/2017 memperoleh Nilai Equivalent Standard Axles (ESA) sebesar 397.815,02 dan tebal perkerasan yang digunakan adalah 10 cm untuk Surface Course, 20 cm untuk Base Course, dan 50 cm untuk Sub Base Course.

*Kata kunci: struktur perkerasan, Metode Manual Desain (MDP), perkerasan jalan, umur rencana*

## ABSTRACT

Road pavement structure is a structure consisting of one or several layers of pavement of processed materials, which serves to support the weight of the traffic load without causing significant damage to the road construction itself. The road improvement work with a length of 2,365 m is located in two villages (Moteng A and Bangkat Monteh), Brang Rea District, West Sumbawa Regency. The project was carried out for 180 days (6 months), starting on March 9, 2018 and completed on September 3, 2018, with an implementation fee of Rp6,059,539,800. This road pavement structure analysis uses the Manual Pavement Design Method (MDP) No.02/M/BM/2017. The data used in the pavement analysis includes secondary data. The analysis shows that pavement thickness is planned for the age of 20 years. The Pavement Design Manual Method No.02/M/BM/2017 obtained Equivalent Standard Axles (ESA) value of 397,815.02 and the thickness of pavement used was 10 cm for Surface Course, 20 cm for Base Course, and 50 cm for Sub Base Course .

*Keywords : Road Pavement Manual Design (MDP) Method*

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum Wr, Wb.**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisa Struktur Perkerasan Jalan Metode MDP No.02/M/BM/2017 Pada Pekerjaan Peningkatan Jalan Moteng A-Bangkat Monteh (Dak)*” tepat pada waktunya, yang merupakan syarat untuk menyelesaikan program strata 1 (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Drs. H. Arsyad Gani, Mpd, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Isfanari,ST., MT, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram, serta selaku Dosen pembimbing I.
3. Titik Wahyuni'ngsih, ST.,MT, selaku ketua jurusan Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram, serta selaku Dosen pembimbing II.
4. Semua pihak terkait yang ikut membantu hingga selesainya penyusunan skripsi ini, yang tak mungkin penulis sebutkan satu-persatu.

**Wassalamu 'alaikum Wr, Wb.**

Mataram,      Februari 2020

**INDRA JAYADI**  
**NIM :41411A0112**

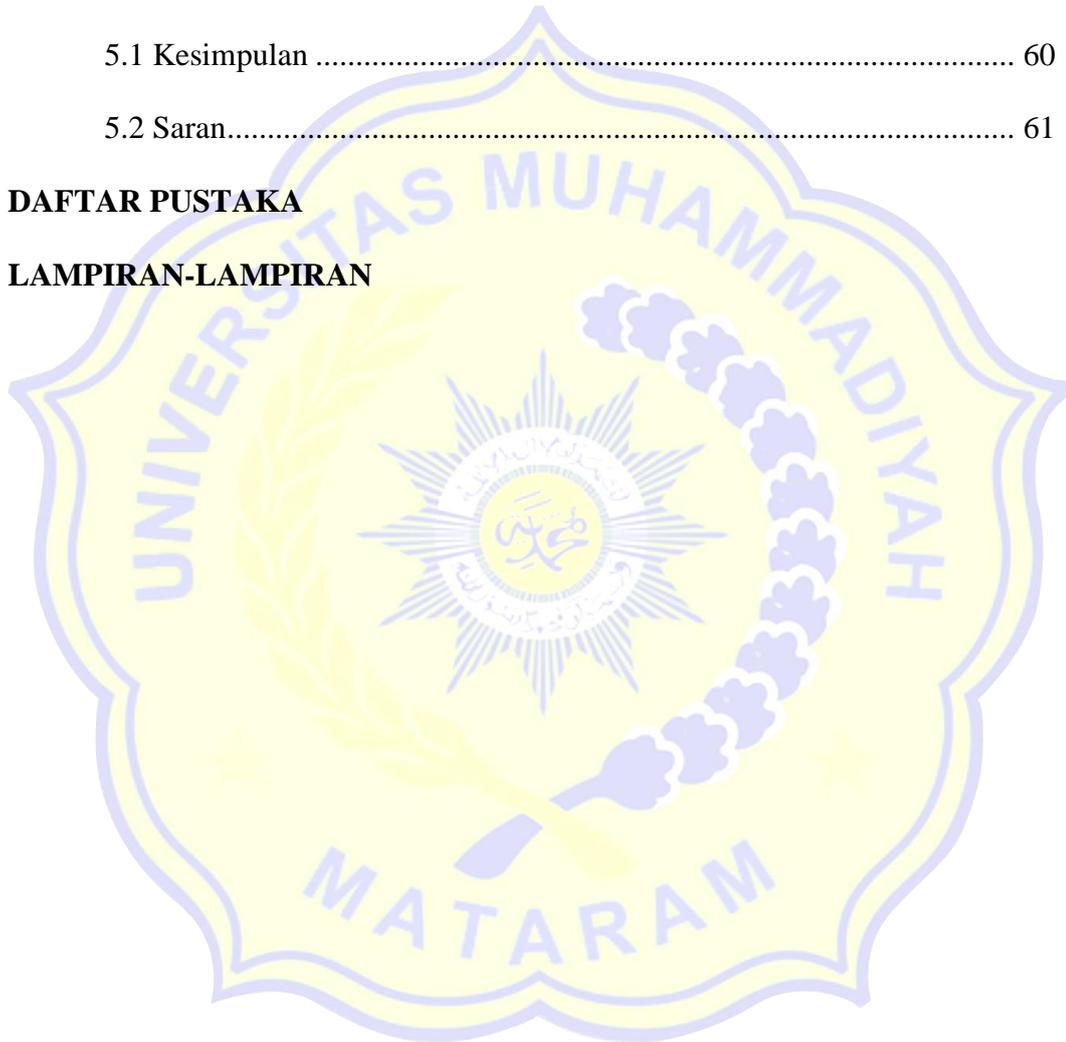
## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Umur Rencana .....	4
2.2 Pemilihan Struktur Perkerasan .....	5
2.2.1 Sumber Daya Setempat dan Nilai Pekerjaan .....	7

2.2.2 Perkerasan Aspal Beton dengan <i>Cement Treated Base</i> (CTB) ....	7
2.2.3 Perkerasan Beton Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir .....	8
2.2.4 Perkerasan Beton Aspal dengan Aspal Modifikasi .....	9
2.2.5 Lapis Aus Tipe SMA ( <i>split Mastik Aspal</i> ) .....	9
2.2.6 Lapis Pondasi dengan Aspal Modifikasi .....	9
2.2.7 Perkerasan kaku .....	10
2.2.8 Perkerasan Kaku Untuk Lalu Lintas Rendah .....	11
2.2.9 Perkerasan Tanpa Penutup (Jalan Kerikil) .....	11
2.2.10 Pelebaran Jalan dan Penambalan ( <i>Heavy Patching</i> ) .....	11
2.2.11 Perkerasan pada Lahan Gambut .....	12
2.2.12 Pelaburan( <i>Surface Dressing</i> ) di Atas Lapis Pondasi Berbutir ....	12
2.2.13 HRS-WC Tebal $\leq 50$ mm di Atas Tanah Pondasi Berbutir .....	13
2.2.14 Lapis Pondasi <i>Soil Cement</i> .....	13
2.2.15 Jenis Penanganan pada Pelebaran .....	13
2.3 Lalu Lintas .....	14
2.3.1 Analisa Volume Lalu Lintas .....	14
2.3.2 Data Lalu Lintas .....	15
2.3.3 Jenis Kendaraan .....	15
2.3.4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas .....	16
2.3.5 Lalu Lintas pada Lajur Rencana .....	17
2.3.6 Faktor Ekuivalen Beban ( <i>Vehicle Damage Factor</i> ) .....	18
2.4 Desain Pondasi Jalan .....	21
2.4.1 Pendahuluan .....	21

2.4.2 Pengujian .....	22
2.4.3 Persyaratan Umum Persiapan Tanah Dasar .....	24
2.4.4 Umur Rencana Pondasi Perkerasan .....	25
2.4.5 CBR Desain Tanah Dasar .....	25
2.4.6 Tanah Ekspansif .....	27
2.4.7 Lapis Penopang ( <i>capping Layers</i> ) .....	27
2.5 Desain Perkerasan .....	29
2.5.1 Struktur Perkerasan .....	29
2.5.2 Metode Desain Perkerasan Lentur dengan Lapis Beraspal .....	30
2.5.3 Metode Desain Perkerasan Jalan Kerikil atau Perkerasan dengan Penutup Tipis.....	32
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	37
3.2 Deskripsi Proyek .....	38
3.3 Acuan Perhitungan .....	38
3.4 Metode Pengumpulan Data .....	40
3.5 Prosedur Perhitungan .....	40
3.6 Bagan Alir Perhitungan .....	41
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Data Perhitungan .....	42
4.2 Menentukan Umur Rencana .....	42
4.3 Perhitungan Pertumbuhan Lalu Lintas .....	43
4.4 Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) .....	44

4.5 Perhitungan <i>Cumulative Equivalent Standart Axles</i> (CESA) .....	45
4.5.1 Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaran Niaga .....	45
4.5.2 Perhitungan <i>Cumulative Equivalent Standart Axles</i> (CESA) .....	46
4.6 Penentuan Jenis Perkerasan dan Tebal Perkerasan .....	58
<b>BAB V HASIL KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR ISTILAH

### *Capping Layer* (lapis penopang)

Lapisan material berbutir atau lapis timbunan pilihan yang digunakan sebagai lantai kerja dari lapis pondasi bawah, dan berfungsi untuk meminimalkan efek dari tanah dasar yang lemah ke struktur perkerasan.

### *Cement Treated Base* (CTB)

Campuran agregat berbutir dengan semen dan air dalam proporsi tertentu, dan digunakan sebagai lapis pondasi.

### *Discounted Life-cycle Cost*

Biaya konstruksi, pemeliharaan dan pengoperasian jalan yang dihitung ke nilai sekarang (*present value*) dengan nilai bunga (*discounted rate*) yang disetujui.

### Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Suatu faktor yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan perkerasan yang diakibatkan satu lintasan kendaraan tertentu relatif terhadap kerusakan yang ditimbulkan satu lintasan beban sumbu standar dalam satuan setara beban gandar standar (*equivalent standard axle load, ESA*).

penambalan berat (*Heavy Patching*)

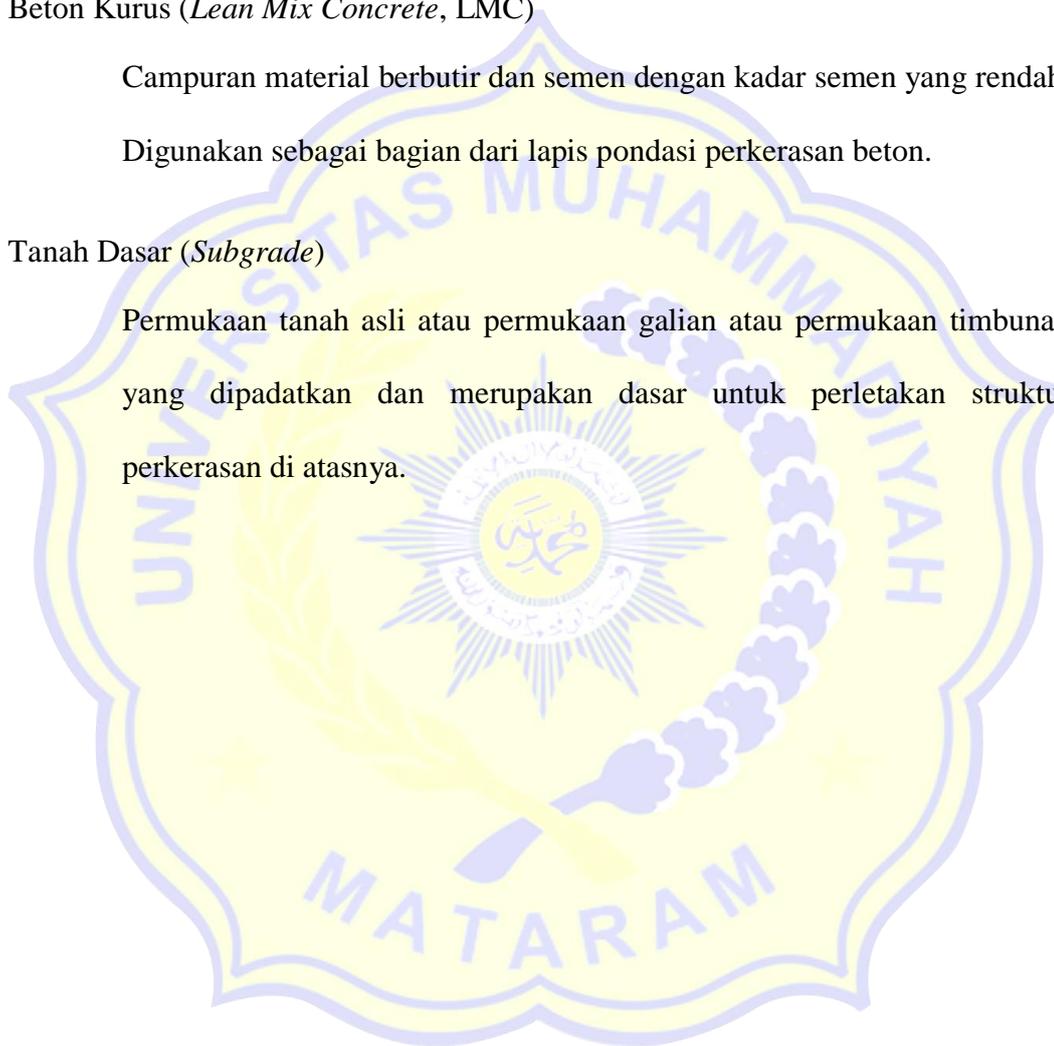
Penanganan bagian jalan yang cukup luas yang mengalami rusak berat dengan cara membongkar bagian yang rusak dan menggantinya dengan perkerasan baru hingga kedalaman penuh.

Beton Kurus (*Lean Mix Concrete, LMC*)

Campuran material berbutir dan semen dengan kadar semen yang rendah. Digunakan sebagai bagian dari lapis pondasi perkerasan beton.

Tanah Dasar (*Subgrade*)

Permukaan tanah asli atau permukaan galian atau permukaan timbunan yang dipadatkan dan merupakan dasar untuk perletakan struktur perkerasan di atasnya.



## DAFTAR NOTASI

AASHTO = Association of American State Highway and Transportation  
Officials

AC = Asphaltic Concrete

AC BC = Asphaltic Concrete Binder Course

AC WC = Asphaltic Concrete Wearing Course

AC Base = Asphaltic Concrete Base Course

CBR = California Bearing Ratio

CESA = Cumulative Equivalent Standard Axles

CTB = Cement Treated Base

DCP = Dynamic Cone Penetrometer

ESA4 = Equivalent Standard Axle - Pangkat 4

ESA5 = Equivalent Standard Axle for Asphalt (Pangkat 5)

LMC = Lean Mix Concrete

MKJI = Manual Kapasitas Jalan Indonesia

VDF = Vehicle Damage Factor

## DAFTAR TABEL

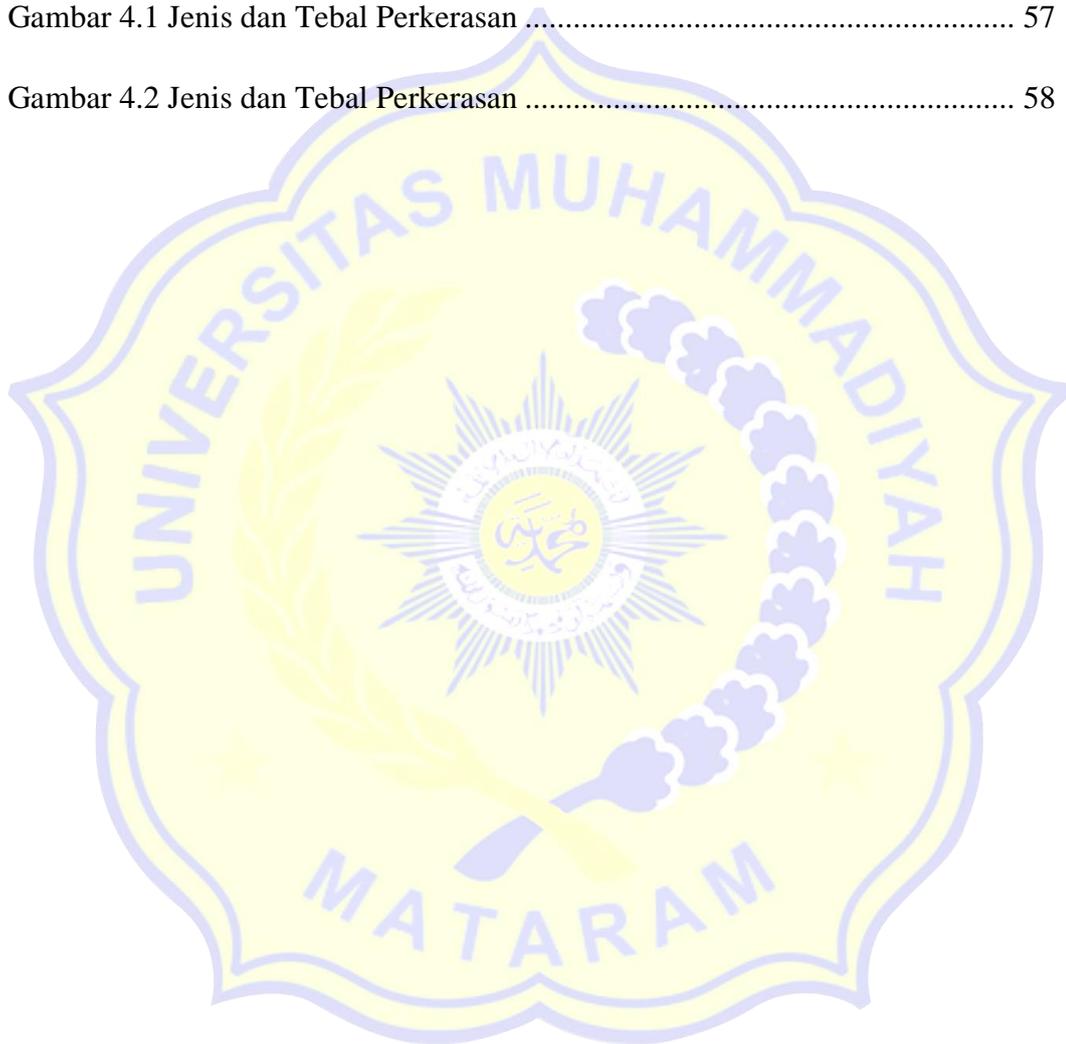
Tabel 2.1 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) .....	4
Tabel 2.2 Pemilihan Jenis Perkerasan .....	5
Tabel 2.3 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Indonesia ( <i>i</i> ) (%) .....	16
Tabel 2.4 Faktor Distribusi Lajur (DL) .....	18
Tabel 2.5 Pengumpulan Data Beban Gandar .....	19
Tabel 2.6 VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga .....	20
Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Modulus Tanah Dasar Terhadap Kondisi Tanah .....	24
Tabel 4.1 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) .....	42
Tabel 4.2 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Indonesia ( <i>i</i> ) (%) .....	43
Tabel 4.3 Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) .....	44
Tabel 4.4 Nilai VDF Masing-masing Jenis Kendaraan Niaga .....	45
Tabel 4.5 Perhitungan Cumulative Equivalent Standard Axles (CESA) .....	46
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan LHR Pada Tahun 2018-2021 .....	47
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan LHR Pada Tahun 2018-2038 .....	48
Tabel 4.8 Jumlah Kendaraan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) 20 .....	48
Tabel 4.9 Perhitungan LEP (Kend/hr) .....	49
Tabel 4.10 Perhitungan Lintas Eivalen Akhir (LEA) .....	50
Tabel 4.11 Penentuan Nilai Faktor Regional (FR) .....	51
Tabel 4.12 Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya.....	52

Tabel 4.13 Menentukan Tebal Perkerasan Permukaan Jalan Raya .....	55
Tabel 4.14 Menentukan Tebal Perkerasan Pondasi Jalan Raya.....	55
Tabel 4.15 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan dengan Metode Analisa Komponen .....	56
Tabel 4.16 Penentuan Jenis Perkerasan dan Tebal Perkerasan .....	58



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian .....	37
Gambar 3.2 Bagan Alir Perhitungan .....	41
Gambar 4.1 Jenis dan Tebal Perkerasan .....	57
Gambar 4.2 Jenis dan Tebal Perkerasan .....	58



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Struktur perkerasan jalan merupakan struktur yang terdiri dari satu atau beberapa lapis perkerasan dari bahan-bahan yang diproses, dimana fungsinya untuk mendukung berat dari beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Struktur perkerasan jalan terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berbeda-beda, tiap lapisan perkerasan harus terjamin kekuatan dan ketebalannya sehingga tidak akan mengalami distress yaitu perubahan karena tidak mampu menahan beban dan tidak kritis.

Struktur perkerasan jalan dalam menjalankan fungsinya berkurang sebanding dengan bertambahnya umur perkerasan dan bertambahnya beban lalu lintas yang dipikul dari kondisi awal desain perkerasan tersebut. Pada pekerjaan peningkatan jalan yang berlokasi di 2 (dua) desa dengan panjang jalan yaitu 2.365 m (desa Moteng A yang berada di STA 0+000 dan desa Bangkat Monteh di STA 2+365) pada Kecamatan Brang Rea Kabupaten Sumbawa Barat yang dikerjakan selama 180 hari (6 bulan). Pengerjaan dimulai dari tanggal 9 Maret 2018 sampai dengan 3 September 2018 dengan biaya pelaksanaan yaitu sebesar Rp.6.059.539.800,-. Dalam analisis struktur perkerasan jalan ini menggunakan Analisa Struktur Perkerasan Jalan Metode Manual desain perkerasan jalan (MDP) No.02/M/BM/2017.

Umur perkerasan jalan ditetapkan pada umumnya berdasarkan jumlah kumulatif lintas kendaraan standar (CESA, *cumulative equivalent standar axle load*) yang diperkirakan akan melalui perkerasan tersebut, diperhitungkan dari mulai perkerasan tersebut dibuat dan dipakai umum sampai dengan perkerasan tersebut dikategorikan rusak (habis nilai pelayanannya). Pertumbuhan ekonomi yang cepat menuntut suatu permintaan pelayanan pada transportasi jalan yang lebih baik, kenyamanan, keamanan, dan keselamatan pergerakan.

Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan fungsi strukturalnya sesuai dengan bertambahnya umur, apalagi jika dilewati oleh truk-truk dengan muatan yang cenderung berlebih. Jalan raya saat ini mengalami kerusakan dalam waktu yang relatif sangat pendek (kerusakan dini) baik jalan yang baru dibangun maupun jalan yang baru diperbaiki (*overlay*). Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, penyebab utama kerusakan jalan adalah mutu pelaksanaan, drainase, dan beban berlebihan. Kerusakan jalan saat ini menjadi suatu yang kontroversial dimana satu pihak mengatakan kerusakan dini pada perkerasan jalan disebabkan karena jalan didesain dengan tingkat kualitas dibawah standar dan dipihak lain menyatakan kerusakan dini perkerasan jalan disebabkan terdapatnya kendaraan dengan muatan berlebih yang biasanya terjadi pada kendaraan berat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan umur struktur perkerasan jalan dengan menggunakan Metode MDP No.02/M/BM/2017?
2. Bagaimana penentuan jenis dan tebal struktur perkerasan jalan yang akan digunakan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui umur struktur perkerasan jalan menggunakan Metode MDP No.02/M/BM/2017.
2. Untuk mengetahui jenis dan tebal struktur perkerasan jalan yang akan digunakan.

## **1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

Untuk mempermudah pembahasan maka penulis memberikan batasan-batasan masalah dalam penulisan ini, diantaranya yaitu sebagai berikut :

1. Menggunakan Metode MDP No.02/M/BM/2017 untuk struktur perkerasan jalan.
2. Menggunakan perkerasan lentur pada struktur perkerasan jalan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umur Rencana

Umur Rencana Jalan adalah waktu yang ditentukan dari jalan mulai dibuka (mulai digunakan) sampai jalan perlu dilakukan perbaikan (*overlay*). Faktor pertumbuhan lalu lintas akan ditentukan untuk umur rencana jalan yang telah ditentukan.

Tabel 2.1 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) <sup>(1)</sup>
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir <sup>(2)</sup> .	20
	Pondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang ( <i>overlay</i> ), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	<i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk pondasi jalan)	Minimum 10

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017*

Catatan :

1. Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana di atas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan *discounted life-cycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan *discounted life-cycle cost* terendah. .
2. Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan.

## 2.2 Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Batasan pada Tabel 2.2 tidak mutlak, perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted life-cycle cost* terendah.

Tabel 2.2 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0.5	0.1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan $CBR \geq 2.5\%$ )	4	-	-	2	2	2

Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1.2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq 100$ mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1.2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir	3A	-	1.2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Pondasi <i>Soil Cement</i>	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017*

Catatan :

Tingkat kesulitan :

1. Kontraktor kecil.
2. Kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai.
3. Membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus kontraktor spesialis Burtu/Burda.

### **2.2.1 Sumber Daya Setempat dan Nilai Pekerjaan**

Sumber daya setempat dan nilai pekerjaan akan menentukan pilihan jenis perkerasan. Kontraktor lokal pada umumnya mempunyai sumber daya setempat yang terbatas sehingga mungkin hanya mampu menangani jenis dan kelas pekerjaan yang terbatas pula. Pekerjaan kecil mungkin tidak akan diminati oleh kontraktor besar. Dengan demikian, penanganan perkerasan yang sederhana dapat dikerjakan oleh kontraktor kecil. Sedangkan penanganan perkerasan yang kompleks dikerjakan oleh kontraktor besar.

### **2.2.2 Perkerasan Aspal Beton dengan *Cement Treated Base* (CTB)**

Untuk jalan yang melayani lalu lintas sedang dan berat dapat dipilih lapis pondasi CTB karena dapat menghemat secara signifikan dibandingkan dengan lapis pondasi berbutir. Biaya perkerasan dengan lapis pondasi CTB pada umumnya lebih murah dari pada perkerasan beraspal konvensional dengan lapis pondasi berbutir untuk beban sumbu antara 10-30 juta ESA, tergantung pada harga setempat dan kemampuan kontraktor. CTB dapat

menghemat penggunaan aspal dan material berbutir, dan kurang sensitif terhadap air dibandingkan dengan lapis pondasi berbutir.

LMC (*Lean Mix Concrete*) dapat digunakan sebagai pengganti CTB, dan akan memberikan kemudahan pelaksanaan di area kerja yang sempit misalnya pekerjaan pelebaran perkerasan atau pekerjaan pada daerah perkotaan.

Kendaraan bermuatan berlebihan merupakan kondisi nyata yang harus diantisipasi. Beban yang demikian dapat menyebabkan keretakan sangat dini pada lapis CTB. Oleh sebab itu desain CTB hanya didasarkan pada nilai modulus kekakuan CTB (*stiffness modulus*) pada tahap *post fatigue cracking* tanpa mempertimbangkan umur *pre-fatigue cracking*.

Konstruksi CTB membutuhkan kontraktor yang kompeten dengan sumber daya peralatan yang memadai. Perkerasan CTB hanya dipilih jika sumber daya yang dibutuhkan tersedia. Ketebalan lapisan aspal dan CTB yang diuraikan pada tabel Bagan Desain 3 (hal.34) ditetapkan untuk mengurangi retak reflektif dan untuk memudahkan konstruksi. CTB harus dilaksanakan dalam satu lapisan, tidak boleh dibuat dalam beberapa lapisan.

### **2.2.3 Perkerasan Beton Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir**

Perkerasan aspal beton dengan lapis pondasi CTB cenderung lebih murah daripada dengan lapis pondasi berbutir untuk beban sumbu antara

10-30 juta ESA5, namun kontraktor yang memiliki sumber daya untuk melaksanakan CTB adalah terbatas. Tabel Bagan Desain 3B (hal.36) menunjukkan desain perkerasan aspal dengan lapis pondasi berbutir untuk beban hingga 200 juta ESA5.

#### **2.2.4 Perkerasan Beton Aspal dengan Aspal Modifikasi**

Aspal modifikasi (SBS) direkomendasikan digunakan untuk lapis aus (*wearing course*) pada jalan dengan repetisi lalu lintas selama 20 tahun >10 juta ESA5. Tujuan penggunaan aspal modifikasi adalah untuk memperpanjang umur pelayanan, umur *fatigue* dan ketahanan deformasi lapis permukaan akibat beban lalu lintas berat. Aspal modifikasi hanya boleh digunakan jika sumber daya untuk pencampuran dan penyimpanan secara benar tersedia.

#### **2.2.5 Lapis Aus Tipe SMA (*Split Mastik Aspal*)**

Penggunaan lapis aus tipe SMA dengan aspal modifikasi hanya bisa dipertimbangkan jika agregat berbentuk kubikal dengan gradasi dan kualitas yang memenuhi persyaratan campuran SMA tersedia.

#### **2.2.6 Lapis Pondasi dengan Aspal Modifikasi**

Prosedur desain mekanistik dapat digunakan untuk menilai sifat lapis pondasi (*AC-Base*) yang menggunakan aspal modifikasi. Desain yang dihasilkan dapat digunakan apabila didukung oleh analisis *discounted life-cycle cost*.

### 2.2.7 Perkerasan Kaku

*Discounted life-cycle cost* perkerasan kaku umumnya lebih rendah untuk jalan dengan beban lalu lintas lebih dari 30 juta ESA4. Pada kondisi tertentu perkerasan kaku dapat dipertimbangkan untuk jalan perkotaan dan pedesaan.

Dibutuhkan kecermatan pada desain perkerasan kaku di atas tanah lunak atau kawasan lainnya yang berpotensi menghasilkan pergerakan struktur yang tidak seragam. Untuk daerah tersebut, perkerasan lentur akan lebih murah karena perkerasan kaku membutuhkan pondasi jalan yang lebih tebal dan penulangan.

Keuntungan perkerasan kaku antara lain adalah :

- Struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk area tanah lunak.
- Pelaksanaan konstruksi dan pengendalian mutu lebih mudah.
- Biaya pemeliharaan lebih rendah jika mutu pelaksanaan baik.
- Pembuatan campuran lebih mudah.

Kerugiannya antara lain :

- Biaya konstruksi lebih mahal untuk jalan dengan lalu lintas rendah.
- Rentan terhadap retak jika dilaksanakan di atas tanah lunak, atau tanpa daya dukung yang memadai, atau tidak dilaksanakan dengan baik (mutu pelaksanaan rendah).
- Umumnya kurang nyaman berkendara.

### **2.2.8 Perkerasan Kaku Untuk Lalu Lintas Rendah**

Untuk beban lalu lintas ringan sampai sedang, perkerasan kaku akan lebih mahal dibandingkan perkerasan lentur, terutama di daerah pedesaan atau perkotaan tertentu yang pelaksanaan konstruksi jalan tidak begitu mengganggu lalu lintas.

Perkerasan kaku dapat menjadi pilihan yang lebih murah untuk jalan perkotaan dengan akses terbatas bagi kendaraan yang sangat berat. Pada area yang terbatas, pelaksanaan perkerasan kaku akan lebih mudah dan cepat dari pada perkerasan lentur.

### **2.2.9 Perkerasan Tanpa Penutup (Jalan Kerikil)**

Perkerasan tanpa penutup (*jalan kerikil*) khusus untuk beban lalu lintas rendah ( $\leq 500.000$  ESA4). Tipe perkerasan ini dapat juga diterapkan pada konstruksi secara bertahap di daerah yang rentan terhadap penurunan (*settlement*).

### **2.2.10 Pelebaran Jalan dan Penambalan (*Heavy Patching*)**

Pada pelebaran jalan dan penambalan berat, sebaiknya dipilih struktur perkerasan yang sama dengan perkerasan eksisting. Perlu diberikan perhatian khusus agar kemampuan lapisan-lapisan berbutir eksisting dan lapisan berbutir baru untuk mengalirkan air tidak terganggu.

Jika perkerasan kaku digunakan untuk pelebaran perkerasan lentur di atas tanah lunak, sebaiknya pelebaran dilakukan satu lajur penuh, karena akan memudahkan pemeliharaan sambungan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

Pelebaran jalan sebaiknya dijadwalkan bersamaan dengan rencana rekonstruksi. Umur rencana untuk pelebaran termasuk *overlay* terjadwal mengacu pada Tabel 2.1.

#### **2.2.11 Perkerasan pada Lahan Gambut**

Konstruksi jalan di atas tanah gambut harus menggunakan perkerasan lentur. Perkerasan kaku tidak sesuai jika digunakan di atas tanah gambut karena masalah keseragaman daya dukung dan penurunan yang besar. Untuk membatasi dampak penurunan yang tak seragam dianjurkan untuk menggunakan konstruksi bertahap dan penanganan khusus.

#### **2.2.12 Pelaburan (*Surface Dressing*) di Atas Lapis Pondasi Berbutir**

Burda atau Burtu (*Surface dressing*) sangat tepat biaya jika dilaksanakan dengan tepat mutu. Namun masih sedikit kontraktor yang mampu dan memiliki sumber daya peralatan untuk melaksanakan pelaburan permukaan perkerasan dengan benar. Dibutuhkan peningkatan kapasitas dan kompetensi kontraktor untuk dapat menerapkan teknologi ini secara andal.

### **2.2.13 HRS-WC Tebal $\leq 50$ mm di Atas Lapis Pondasi Berbutir**

HRS-WC tebal  $\leq 50$  mm di atas Lapis Pondasi Berbutir merupakan solusi yang tepat biaya untuk jalan baru atau rekonstruksi dengan beban lalu lintas sedang ( $<1$  juta ESA5) tetapi membutuhkan kualitas konstruksi yang tinggi khususnya untuk LPA Kelas A.

### **2.2.14 Lapis Pondasi *Soil Cement***

*Soil cement* dapat digunakan di daerah dengan keterbatasan material berbutir atau kerikil, atau jika biaya stabilisasi tanah lebih menguntungkan. Batasan tebal lapisan yang diuraikan di dalam bagan desain dan batasan kadar semen diperlukan untuk membatasi retak.

### **2.2.15 Jenis Penanganan pada Pelebaran**

Pelebaran jalan harus dijadwalkan bersamaan dengan jadwal penanganan rekonstruksi/*overlay*. Umur rencana pelebaran dengan *overlay* yang terjadwal mengacu pada Tabel 2.1. Jenis perkerasan pada umumnya sama dengan perkerasan eksisting. Perkerasan kaku dapat dibuat berdekatan dengan perkerasan lentur di atas tanah biasa namun tidak untuk perkerasan di atas tanah lunak.

## 2.3 Lalu Lintas

### 2.3.1 Analisis Volume Lalu Lintas

Parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan ke depan sepanjang umur rencana. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau direhabilitasi.

Elemen utama beban lalu lintas dalam desain adalah :

1. Beban gandar kendaraan komersial.
2. Volume lalu lintas yang dinyatakan dalam beban sumbu standar.

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survei yang diperoleh dari :

1. Survei lalu lintas, dengan durasi minimal 7x24 jam. Survei dapat dilakukan secara manual mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B) atau menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama.
2. Hasil-hasil survei lalu lintas sebelumnya.
3. Nilai perkiraan untuk jalan dengan lalu lintas rendah.

Dalam analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). Penentuan nilai LHRT didasarkan pada data survei volume lalu lintas dengan mempertimbangkan faktor k.

Perkiraan volume lalu lintas harus dilaksanakan secara realistis. Rekayasa data lalu lintas untuk meningkatkan justifikasi ekonomi tidak boleh dilakukan untuk kepentingan apapun. Jika terdapat keraguan terhadap data lalu lintas maka perencana harus membuat survei cepat secara independen untuk memverifikasi data tersebut.

### **2.3.2 Data Lalu Lintas**

Akurasi data lalu lintas penting untuk menghasilkan desain perkerasan yang efektif. Data harus meliputi semua jenis kendaraan komersial. Apabila diketahui atau diduga terdapat kesalahan data, harus dilakukan penghitungan lalu lintas khusus sebelum perencanaan akhir dilakukan.

### **2.3.3 Jenis Kendaraan**

Sistem klasifikasi kendaraan dinyatakan dalam Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B). Beban gandar kendaraan penumpang dan kendaraan ringan sampai sedang cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktural pada perkerasan. Hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda enam atau lebih yang perlu diperhitungkan dalam analisis.

### 2.3.4 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka Tabel 2.3 dapat digunakan (2015 – 2035).

Tabel 2.3 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Indonesia (*i*) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4.80	4.83	5.14	4.75
Kolektor rural	3.50	3.50	3.50	3.50
Jalan desa	1.00	1.00	1.00	1.00

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*) :

$$R = \frac{(1+0,001 \times i)^{UR}-1}{0,001 \times i}$$

Dengan :

R = faktor pengalih pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

Analisis lalu lintas harus memperhatikan faktor pengalihan lalu lintas yang didasarkan pada jaringan jalan dan harus memperhitungkan proyeksi peningkatan kapasitas ruas jalan eksisting dan pembangunan ruas jalan baru.

### 2.3.5 Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standar (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0.50 kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu.

Faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Pada jalan yang demikian, walaupun sebagian besar kendaraan niaga akan menggunakan lajur luar, sebagian lainnya akan menggunakan lajur-lajur dalam. Faktor distribusi jalan yang ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Beban desain pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu Permen PU No.19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan rasio antara volume dan kapasitas jalan yang harus dipenuhi.

Tabel 2.4 Faktor Distribusi Lajur (DL)

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

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017

#### 2.3.6 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*). Analisis struktur perkerasan dilakukan berdasarkan jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana sepanjang umur rencana.

Desain yang akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh sebab itu, survei beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan.

Ketentuan pengumpulan data beban gandar ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Pengumpulan Data Beban Gandar

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

*Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017*

Data beban gandar dapat diperoleh dari :

1. Jembatan timbang, timbangan statis atau WIM (survei langsung).
2. Survei beban gandar pada jembatan timbang atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representatif.
3. Data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga.

Timbangan survei beban gandar yang menggunakan sistem statis harus mempunyai kapasitas beban roda (tunggal atau ganda) minimum 18 ton atau kapasitas beban sumbu tunggal minimum 35 ton.

Tingkat pembebanan faktual berlebih diasumsikan berlangsung sampai tahun 2020. Setelah tahun 2020, diasumsikan beban kendaraan sudah terkendali dengan beban sumbu nominal terberat (MST) 12 ton. Namun demikian, untuk keperluan desain, Direktorat Jenderal Bina Marga dapat menentukan waktu penerapan efektif beban terkendali tersebut setiap waktu.

Jika survei beban ganda tidak mungkin dilakukan oleh perencana dan data survei beban gandar sebelumnya tidak tersedia, maka nilai VDF pada tabel 2.6 dapat digunakan untuk menghitung ESA. Tabel 2.6 menunjukkan nilai VDF regional masing-masing jenis kendaraan niaga yang diolah dari data studi WIM yang dilakukan Ditjen Bina Marga pada tahun 2012-2013. Data tersebut perlu diperbarui secara berkala sekurang-kurangnya setiap 5 tahun.

Tabel 2.6 VDF masing-masing jenis kendaraan niaga

Jenis Kendaraan	Bali Nusa Tenggara Maluku dan Papua			
	Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1.0	1.0	1.0	1.0
6A	0.55	0.50	0.55	0.50
6B	3.00	4.00	2.50	3.00
7A1	-	-	-	-
7A2	4.90	9.70	3.90	6.00
7B1	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-
7C1	14.00	11.90	10.20	8.00
7C2A	-	-	-	-
7C2B	-	-	-	-
7C3	-	-	-	-

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017

## 2.4 Desain Pondasi Jalan

### 2.4.1 Pendahuluan

Desain perbaikan tanah dasar, lapis penopang, *micro piling* (cerucuk), drainase vertikal, pra-pembebanan dan berbagai penanganan lain yang diperlukan untuk membentuk perletakkan (*platform*) pendukung struktur perkerasan lentur dan kaku, baik untuk kondisi tanah biasa maupun tanah lainnya yang lazim ditemui di Indonesia.

Tiga faktor terpenting di dalam desain perkerasan adalah lalu lintas, tanah dasar dan pengaruh air. Selain itu, pada kasus perkerasan yang harus dibangun di kawasan dengan tanah bermasalah seperti gambut dan tanah lunak, karakteristik tanah bersangkutan merupakan faktor yang sangat penting karena analisis tanah dasar biasa tidak dapat menghasilkan perkerasan dengan kinerja yang diharapkan.

Pada perkerasan dengan lapisan beraspal tipis, kesalahan kecil dalam evaluasi tanah dasar dapat menyebabkan pengurangan masa pelayanan menjadi hanya satu per sepuluh masa pelayanan yang direncanakan. Untuk perkerasan dengan lapis beraspal tebal, walaupun jumlah pengurangan masa pelayanan tidak sebesar itu tetapi pengurangan yang terjadi masih cukup berarti. Oleh sebab itu, penentuan daya dukung tanah dasar secara akurat dan desain pondasi perkerasan merupakan syarat penting untuk menghasilkan perkerasan berkinerja baik. Dari segi pelaksanaan, persiapan tanah dasar yang benar mutlak dilakukan dan dengan demikian harus menjadi perhatian kontraktor pelaksanaan dan pengawas lapangan.

## **2.4.2 Pengujian**

### **2.4.2.1 Pengujian daya dukung dan asumsi-asumsi**

Spesifikasi umum pelaksanaan menetapkan bahwa lapisan tanah yang lebih dalam dari 30 cm di bawah elevasi tanah dasar harus dipadatkan sampai 95% kepadatan kering maksimum. Hingga kedalaman 30 cm dari elevasi tanah dasar tanah dipadatkan hingga 100% kepadatan kering maksimum (SNI 03-1742-1989).

Untuk desain, daya dukung rencana tanah dasar diperoleh dari nilai CBR rendaman 4 hari pada 95% kepadatan standar kering maksimum. Pengujian daya dukung harus dilakukan untuk mendapatkan nilai CBR yang sebenarnya.

Prosedur pengambilan contoh dan pengujian yang sesuai dengan kondisi lapangan harus diperhatikan. Dalam hal tanah lunak kepadatan berdasarkan standar pengujian laboratorium tidak mungkin dicapai di lapangan. Dengan demikian nilai CBR laboratorium untuk tanah lunak menjadi tidak relevan.

### **2.4.2.2 Pengukuran daya dukung dengan DCP (*Dynamic cone penetration test*)**

Pengujian daya dukung dengan DCP tidak memberikan hasil dengan tingkat ketelitian yang sama dengan pengujian di laboratorium. Pengujian DCP hanya dilakukan pada kondisi berikut :

a. Tanah rawa jenuh air sehingga tidak mungkin dapat dipadatkan sehingga pengujian CBR laboratorium menjadi tidak relevan. Dalam hal ini nilai CBR yang diperoleh dari pengujian DCP memberikan nilai yang lebih dapat diandalkan.

b. Pada kawasan tanah aluvial kering, khususnya daerah persawahan, kemungkinan terdapat lapisan dengan kepadatan rendah (antara 1200-1500 kg/m<sup>3</sup>) di bawah permukaan tanah yang kering. Pengujian DCP harus dilakukan untuk memastikan kondisi faktual terbasah di lapangan dan harus diperhitungkan dalam desain. Untuk keamanan, dalam proses desain harus diasumsikan bahwa lapisan tersebut jenuh selama musim penghujan.

Nilai modulus tanah dasar yang diperoleh dari DCP harus disesuaikan dengan kondisi musim. Faktor penyesuaian minimum ditunjukkan pada Tabel 2.7.

Setelah penyesuaian harus diingat bahwa akurasi nilai DCP pada musim kemarau adalah rendah. Dengan pertimbangan tersebut, untuk mengurangi ketidakpastian nilai DCP akibat pengaruh musim kemarau, disarankan untuk mengadakan pengujian DCP pada musim hujan.

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Modulus Tanah Dasar Terhadap Kondisi Musim.

Musim	Faktor penyesuaian minimum nilai CBR berdasarkan pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0.90
Masa transisi	0.80
Musim kemarau	0.70

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017

#### 2.4.3 Persyaratan Umum Persiapan Tanah Dasar

Tanah dasar perkerasan harus memenuhi kriteria berikut :

1. Harus mempunyai nilai CBR rendaman rencana minimum.
2. Dibentuk dengan benar, sesuai dengan bentuk geometrik jalan.
3. Dipadatkan dengan baik pada ketebalan lapisan sesuai dengan persyaratan.
4. Tidak peka terhadap perubahan kadar air.
5. Mampu mendukung beban lalu lintas pelaksanaan konstruksi.

Dalam semua kasus, selain yang diuraikan untuk lapis penopang, tingkat kepadatan yang disyaratkan pada timbunan dan tanah dasar harus dicapai.

Dalam kasus-kasus tertentu, untuk mencegah keretakan pelat beton karena pengaruh perbedaan daya dukung tanah akibat tanah lunak, persyaratan struktur pondasi perkerasan kaku mungkin melebihi persyaratan untuk

perkerasan lentur. Kasus ini biasanya terjadi pada kawasan persawahan, di atas tanah lempung *marine*.

#### **2.4.4 Umur Rencana Pondasi Perkerasan**

Umur rencana pondasi untuk jalan baru dan pelebaran minimum 40 tahun dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Pondasi perkerasan tidak dapat ditingkatkan selama masa pelayanan, kecuali dengan cara rekonstruksi menyeluruh.
2. Perkerasan lentur dengan desain pondasi di bawah standar mungkin memerlukan perkuatan dengan lapisan aspal tambahan berulang kali selama masa pelayanannya sehingga biaya total perkerasan (*life-cycle cost*) menjadi lebih mahal dibandingkan dengan perkerasan yang di desain dengan baik.
3. Perkerasan kaku di atas tanah lunak dengan desain pondasi di bawah standar (*under design*) cenderung mengalami keretakan dini yang dalam kasus terburuk mungkin memerlukan penggantian pelat beton.

#### **2.4.5 CBR Desain Tanah Dasar**

##### **2.4.5.1 Penentuan segmen tanah dasar yang seragam**

Ruas jalan yang didesain harus dikelompokkan berdasarkan kesamaan segmen yang mewakili kondisi tanah dasar yang dapat dianggap seragam (tanpa perbedaan yang signifikan). Pengelompokan awal dapat dilakukan berdasarkan hasil kajian meja dan penyelidikan lapangan atas

dasar kesamaan geologi, pedologi, kondisi drainase dan topografi, serta karakteristik geoteknik (seperti gradasi dan plastisitas).

Secara umum disarankan untuk menghindari pemilihan segmen seragam yang terlalu pendek. Jika nilai CBR yang diperoleh sangat bervariasi, perancang harus membandingkan manfaat dan biaya antara pilihan membuat segmen seragam yang pendek berdasarkan variasi nilai CBR tersebut, atau membuat segmen yang lebih panjang berdasarkan nilai CBR yang lebih konservatif. Hal penting lainnya yang harus diperhatikan adalah perlunya membedakan daya dukung rendah yang bersifat lokal (setempat) dengan daya dukung tanah dasar yang lebih umum (mewakili suatu lokasi). Tanah dasar lokal dengan daya dukung rendah biasanya dibuang dan diganti dengan material yang lebih baik atau ditangani secara khusus.

Dalam penetapan nilai karakteristik, nilai-nilai CBR yang kecil, bersifat lokal (terisolasi) dan terindikasi memerlukan penanganan khusus, dikeluarkan dari kumpulan data dengan catatan bahwa penanganan yang tepat harus diprogramkan pada lokasi bersangkutan.

#### **2.4.5.2 CBR rencana untuk stabilisasi tanah dasar**

Perbaikan tanah dasar dapat berupa material timbunan pilihan, stabilisasi kapur, atau stabilisasi semen. Pelebaran perkerasan pada galian biasanya meliputi pembentukan tanah dasar yang sempit atau tidak teratur sehingga menyulitkan pelaksanaan stabilisasi. Dalam kasus yang demikian sebaiknya digunakan perbaikan dengan material timbunan pilihan.

#### **2.4.6 Tanah Ekspansif**

Tanah ekspansif adalah tanah dengan potensi mengembang (*swelling*) lebih dari 5% (diukur dengan pengujian CBR rendaman SNI No. 03-1774-1989 pada kadar air optimum dan kepadatan kering 100%). Pada umumnya tanah dengan  $IP > 70\%$  bersifat ekspansif.

#### **2.4.7 Lapis Penopang (*Capping Layers*)**

Pertimbangan-pertimbangan di bawah ini berlaku dalam pelaksanaan lapis penopang.

##### a) Persyaratan umum

1. Material yang digunakan sebagai lapis penopang harus berupa bahan timbunan pilihan. Jika lapisan tersebut terletak di bawah permukaan air harus digunakan material batuan atau material berbutir. Dalam hal ini harus berupa material berbutir dengan kepekaan terhadap kadar air rendah.
2. Dapat berfungsi sebagai lantai kerja yang kokoh sepanjang periode pelaksanaan.
3. Tebal minimum 600 mm untuk tanah ekspansif.
4. Elevasi permukaan lapis penopang harus memenuhi persyaratan.
5. Kedalaman alur roda pada lapis penopang akibat lalu lintas selama periode konstruksi tidak lebih dari 40 mm.

6. Mencapai ketebalan tertentu sehingga permukaan lapis penopang dapat dipadatkan dengan menggunakan alat pemadat berat.

b) Metode pemadatan

Lapis penopang harus dipadatkan dengan metode dan mencapai tingkat kepadatan yang ditentukan atau yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Pada bagian bawah lapis penopang kepadatan yang mungkin dapat dicapai cenderung lebih kecil daripada 95% kepadatan kering maksimum. Pada perkerasan kaku pemadatan maksimum yang mungkin dicapai lapis penopang sangat penting untuk meminimalkan retak akibat perbedaan penurunan lapis penopang setelah pelaksanaan.

c) Geotekstil

Jika tanah asli jenuh atau cenderung akan jenuh pada masa pelayanan, geotekstil sebagai pemisah harus dipasang di antara lapis penopang dan tanah asli. Material lapis penopang yang terletak langsung di atas geotekstil harus material berbutir.

## 2.5 Desain Perkerasan

### 2.5.1 Struktur Perkerasan

Desain tebal perkerasan didasarkan pada nilai ESA pangkat 4 dan pangkat 5 tergantung pada model kerusakan (*deterioration model*) dan pendekatan desain yang digunakan. Gunakan nilai ESA yang sesuai sebagai input dalam proses perencanaan.

1. Pangkat 4 digunakan pada desain perkerasan lentur berdasarkan Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B atau metode AASHTO 1993 (pendekatan statistik empirik).
2. Pangkat 4 digunakan untuk bagan desain pelaburan tipis (seperti Burtu atau Burda), perkerasan tanpa penutup (*Unsealed granular pavement*) dan perencanaan tebal *overlay* berdasarkan grafik lendutan untuk kriteria alur (*rutting*).
3. Pangkat 5 digunakan untuk desain perkerasan lentur (kaitannya dengan faktor kelelahan aspal beton dalam desain dengan pendekatan Mekanistik Empiris) termasuk perencanaan tebal *overlay* berdasarkan grafik lengkung lendutan (*curvature curve*) untuk kriteria retak lelah (*fatigue*).
4. Desain perkerasan kaku menggunakan jumlah kelompok sumbu kendaraan berat dan bukan nilai ESA sebagai satuan beban lalu lintas untuk perkerasan beton.

### **2.5.2 Metode Desain Perkerasan Lentur dengan Lapis Beraspal**

Basis dari prosedur desain perkerasan lentur dengan campuran beraspal yang digunakan pada manual ini adalah karakteristik mekanik material dan analisis struktur perkerasan secara mekanistik. Metode ini menghubungkan masukan berupa beban roda, struktur perkerasan dan sifat mekanik material, dengan keluaran berupa respons perkerasan terhadap beban roda seperti tegangan, regangan atau lendutan.

Respons struktural tersebut digunakan untuk memprediksi kinerja struktur perkerasan dalam hal deformasi permanen dan retak lelah. Karena prediksi tersebut didasarkan pada kinerja material di laboratorium dan pengamatan di lapangan, pendekatan ini disebut juga sebagai metode mekanistik empiris.

Keunggulan utama metode desain mekanistik adalah dimungkinkannya analisis pengaruh perubahan masukan desain, seperti perubahan material dan beban lalu lintas, secara cepat dan rasional. Sejumlah kelebihan metode ini dibandingkan dengan metode empiris murni antara lain adalah :

1. Dapat digunakan secara analitis untuk mengevaluasi perubahan atau variasi beban kendaraan terhadap kinerja perkerasan.
2. Kinerja perkerasan dengan bahan-bahan baru dapat dievaluasi berdasarkan sifat-sifat mekanik bahan bersangkutan.
3. Dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh perubahan sifat material akibat lingkungan dan iklim terhadap kinerja perkerasan.

4. Mengevaluasi respons perkerasan terkait dengan model kerusakan perkerasan secara spesifik (retak lelah dan deformasi permanen).

Secara umum, model struktur perkerasan yang digunakan dalam manual ini adalah struktur multi lapisan yang bersifat elastik linier, isotropik (untuk material berpengikat, *bounded material*) dan anisotropik untuk material tanpa pengikat (*unbounded material*), lapis CTB dianggap telah mengalami retak (kondisi *post cracking*).

Karakteristik material granular yang non-linear didekati dengan membagi lapis granular dalam beberapa lapisan dengan modulus E yang berbeda. Prosedur yang digunakan didasarkan pada asumsi bahwa dua regangan yang kritis terkait dengan kinerja perkerasan adalah :

- Regangan tekan vertikal pada permukaan tanah dasar.
- Regangan tarik horizontal pada serat terbawah lapis berpengikat (aspal atau pengikat lain seperti semen).

Regangan tekan vertikal yang terjadi pada permukaan tanah dasar digunakan sebagai kriteria desain untuk mengendalikan akumulasi deformasi permanen. Regangan tarik horizontal pada bagian bawah lapis berpengikat digunakan sebagai kriteria untuk mengendalikan kerusakan akibat lelah pada lapis bersangkutan.

Kedua regangan kritikal tersebut merupakan fungsi dari sifat-sifat mekanik tanah dasar dan bahan perkerasan, struktur perkerasan (tebal dan karakteristik material lapisan) dan beban lalu lintas. Model yang menghubungkan nilai regangan dengan jumlah kumulatif izin beban rencana disebut sebagai model kinerja struktural (retak lelah dan deformasi permanen) atau fungsi transfer (*transfer function*).

Walaupun metode mekanistik dan data beban lalu lintas yang rinci (dari studi WIM) memungkinkan analisis beban berdasarkan spektrum beban aktual, namun dengan pertimbangan kepraktisan, pada manual ini beban lalu lintas dinyatakan dalam beban ekuivalen standar (ESA). Dengan demikian, regangan-regangan kritikal yang terjadi dihitung berdasarkan beban sumbu standar.

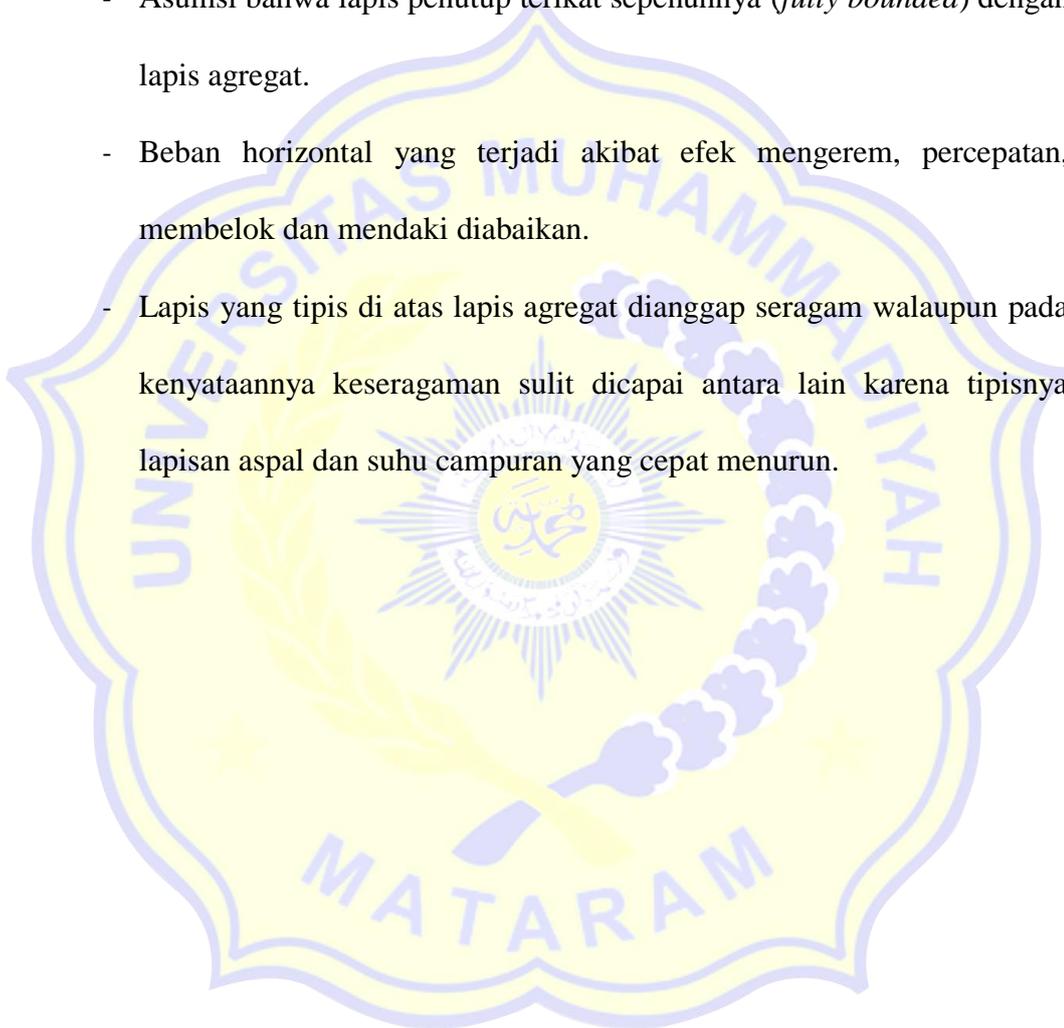
### **2.5.3 Metode Desain Perkerasan Jalan Kerikil atau Perkerasan dengan Penutup Tipis**

Metode desain perkerasan secara empiris berlaku untuk perkerasan dengan lapis agregat (*unbounded*) tanpa lapis penutup, atau dengan lapis penutup berupa laburan (burtu atau burda), atau dengan penutup berupa lapisan beraspal dengan tebal kurang dari 40 mm.

Bagan desain dikembangkan secara empiris atas dasar daya dukung tanah dasar dan tebal perlu perkerasan untuk melindungi tanah dasar terhadap beban lalu lintas untuk mencegah alur dan perubahan bentuk permanen.

Walaupun metode mekanistik dapat diterapkan untuk jalan kerikil akan tetapi keandalan pendekatan tersebut untuk perkerasan dengan aspal tipis masih dipertanyakan. Asumsi yang digunakan pada metode mekanistik yang ada dianggap belum memadai antara lain adalah :

- Asumsi bahwa lapis penutup terikat sepenuhnya (*fully bounded*) dengan lapis agregat.
- Beban horizontal yang terjadi akibat efek pengerem, percepatan, membelok dan mendaki diabaikan.
- Lapis yang tipis di atas lapis agregat dianggap seragam walaupun pada kenyataannya keseragaman sulit dicapai antara lain karena tipisnya lapisan aspal dan suhu campuran yang cepat menurun.



Tabel Bagan Desain 3. Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum dengan CTB<sup>1)</sup>

	F12	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas dibawah 10 juta ESA5 lihat Bagan Desain 3A dan 3B				
	Alternatif untuk perkerasan kaku <sup>3</sup>				
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 <sup>6</sup> ESA5)	> 10 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200	> 200 - 500
Jenis permukaan berpengikat	AC	AC			
Jenis lapis Pondasi	<i>Cement Treated Base (CTB)</i>				
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC <sup>4</sup>	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB <sup>3</sup>	150	150	150	150	150
Pondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Tabel Bagan Desain 3A. Desain Perkerasan Lentur dengan HRS<sup>1</sup>

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6$ CESA5)	FF1 < 0.5	$0.5 \leq \text{FF2} \leq 4.0$
Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi makadam	HRS
Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LPA Kelas A	150	250
LPA Kelas A atau LPA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10% <sup>3</sup>	150	125

Tabel Bagan Desain 3B. Desain Perkerasan Lentur - Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir

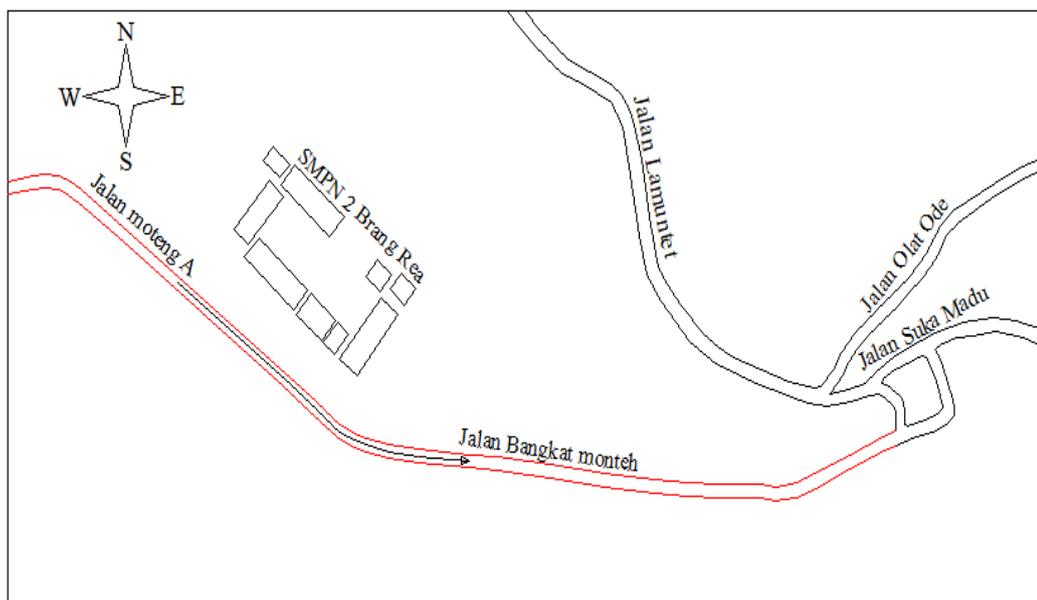
STRUKTUR PERKERASAN									
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusi yang dipilih				Lihat Catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana ( $10^6$ ESA5)	< 2	≥ 2 - 4	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di 2 (dua) desa dengan panjang alan yaitu 2.365 m (Desa Moteng yang berada di STA 0+000 dan Desa Bangkat Monteh di STA 2+365) pada Kecamatan Brang Rea Kabupaten Sumbawa Barat. Adapun Peta Lokasi dapat dilihat di gambar (Peta Lokasi Penelitian).



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

### 3.2 Deskripsi Proyek

Adapun deskripsi proyek yang dihitung adalah sebagai berikut :

- a. Kegiatan : Pembangunan, Peningkatan Jalan dan Jembatan
- b. Pekerjaan : Peningkatan Jalan Moteng A-Bangkat Monteh (DAK)
- c. Panjang Jalan : 2.365 m (STA 0+000 Desa Moteng dan STA 2+365  
Desa Bangkat Monteh)
- d. Sumber Dana : DAK 2018 Kab. Sumbawa Barat
- e. Biaya Pelaksanaan : Rp. 6.059.539.800,-
- f. Waktu Pelaksanaan : 180 Hari Kalender
- g. Konsultan Pengawas : CV. FAJAR DESIGN
- h. Kontraktor Pelaksana : PT. FAJAR BARU GEMILANG

### 3.3 Acuan Perhitungan

Dalam Perhitungan Struktur Perkerasan Baru menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 ini, dibatasi oleh aturan dan syarat-syarat yang berlaku yaitu :

- a. P1T-01-2001-B (Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur).
- b. PdT-14-2003 (Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Beton Semen).
- c. Pdt-05-2005 (Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan).
- d. Austroads, *Pavement Design A Guide to the Structural Design of Pevement*, 2008.
- e. AASTHO *Guide For Design of Pevement Sstructure*, 1993.

Dalam perhitungan ini juga menimbang pada aspek-aspek sebagai berikut :

- a. Penentuan umur rencana.
- b. *Discounted life-cycle cost* yang terendah.
- c. Pelaksanaan konstruksi yang praktis.
- d. Efisiensi penggunaan material.

Untuk melengkapi perhitungan design tersebut maka menimbang hal-hal berikut yaitu :

- a. Umur rencana optimum berdasarkan analisa *life-cycle cost*.
- b. Koreksi faktor iklim.
- c. Analisa beban sumbu.
- d. Pengaruh temperatur.
- e. Struktur perkerasan *cement treated base*.
- f. Prosedur rinci desain pondasi jalan.
- g. Pertimbangan desain drainase.
- h. Persyaratan analisa lapisan untuk P1T-01-20002-B.
- i. Penerapan pendekatan mekanistik.
- j. Katalog desain.

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data penelitian ini, digunakan metode pengumpulan data sekunder. Dimana dokumen data yang dikumpulkan dari pihak-pihak lain yakni dari pihak Dinas Pekerjaan Umum Penataan Ruang dan Perumahan Rakyat (DPUPR), Kontraktor Pelaksana yaitu PT. Fajar Baru Gemilang, dan Konsultan Pengawas yaitu CV. Fajar Design.

Adapun data-data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut :

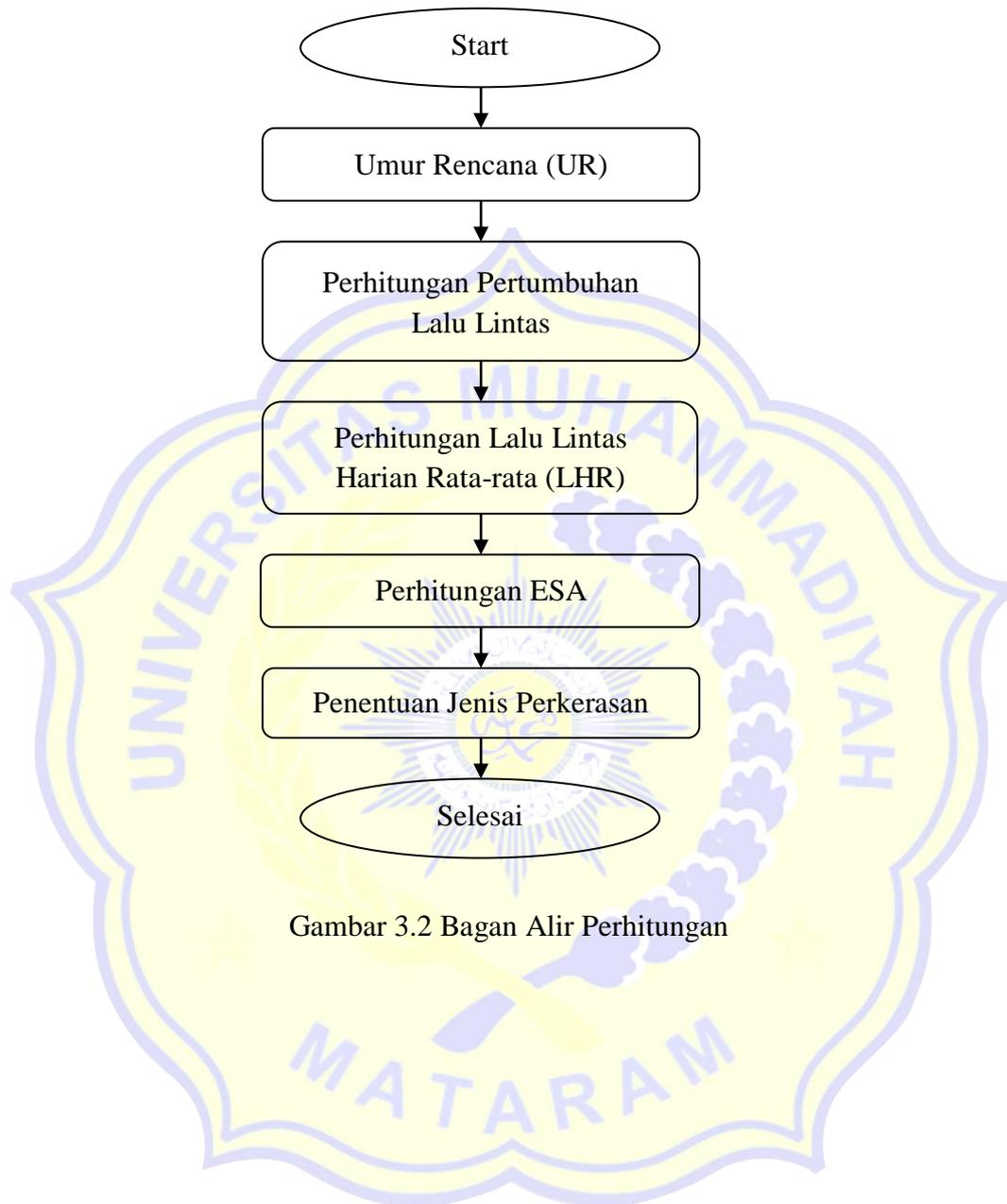
- a. Gambar Kerja (*Shop Drawing*).
- b. Rencana Anggaran Biaya (RAB).
- c. *Bill Of Quantity* (BOQ).
- d. Data Ukuran Hasil *Output Total Station* (TS).
- e. Data CBR Tanah Dasar.
- f. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR).

### 3.5 Prosedur Perhitungan

Adapun urutan dalam perhitungan struktur perkerasan baru yaitu sebagai berikut :

- a. Tentukan umur rencana sesuai dengan Tabel 2.1 Umur Rencana Perkerasan Baru.
- b. Tentukan nilai-nilai ESA4 dan atau ESA5 sesuai umur rencana yang dipilih.
- c. Tentukan tipe perkerasan berdasarkan Tabel 2.2 atau pertimbangan biaya (*analisis discounted life-cycle cost*).

### 3.6 Bagan Alir Perhitungan



Gambar 3.2 Bagan Alir Perhitungan