

**SKRIPSI**

**TINJAUAN PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN  
SIMPANG PASAR PARIAMAN SAMPAI DENGAN SIMPANG KELLING  
KOTA PARIAMAN**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Strata satu (S1)



Oleh:

**MHD RIJAL QADAFI**

**171000222201049**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**

**2021**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

TINJAUAN PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR RUAS  
JALAN SIMPANG PASAR PARIAMAN SAMPAI DENGAN SIMPANG  
KELING KOTA PARIAMAN

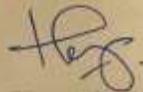
Oleh

MHD RIJAL QADAFI

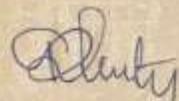
171000222201049

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Helga Yermadona, S.Pd., MT  
NIDN.1013098502



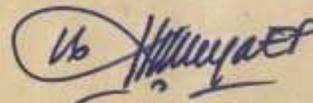
Ir. Ana Susanti Yushman, M.Eng  
NIDN.1017016901

Dekan Fakultas Teknik UMSB

Ketua Prodi Teknik Sipil



Masrul, ST., MT  
NIDN.1005057407



Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP  
NIDN.1016026603

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

2021

**LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI**

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 28 Agustus 2021 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

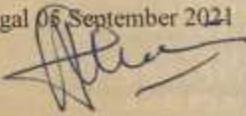
Bukittinggi, 10 September 2021

Mahasiswa,

Mhd Rijal Qadafi  
171000222201049

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 06 September 2021

1. Ishak, S.T.,M.T
2. Elfania Bastian, S.T., M.T



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMSB



Masril, S.T., M.T  
NIDN.1005057407

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Mhd Rijal Qadafi  
Tempat dan tanggal Lahir : Bukittinggi 04 Maret 1999  
NIM : 17.10.002.22201.049  
Judul Skripsi : Tinjauan Perencanaan Perkerasan Lentur Ruas  
Jalan Simpang Pasar Pariaman Sampai Dengan  
Simpang Kelling Kota Pariaman

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 10 September 2021

Yang memuat pernyataan,



Mhd Rijal Qadafi

171000222201049

## ABSTRAK

Jalan adalah suatu faktor yang sangat penting bagi masyarakat dalam melaksanakan kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu jalan sangat penting dan bermanfaat bagi masyarakat maka pemerintah saat ini sedang gencar – gencarnya dalam melakukan pembangunan jalan provinsi Sumatera Barat. dimulai dari jalan lokal jalan kolektor jalan arteri yang sedang direncanakan oleh kepala daerah atau pemerintah untuk memenuhi kegiatan perekonomian dan meningkatkan kualitas perekonomian di Indonesia. Pada jalan yang ada masih banyak yang di temukan jalan berlobang dan bahu jalan yang ambruk dan oleh karena itu diadakanlah oleh kepala daerah tersebut perencanaan pembukaan jalan baru antara Simpang Pasar Pariaman sampai dengan Simpang Keling, sepanjang 931 meter STA dan lebar 7,2 sampai 7,5 meter yang akan direncanakan umur jalan tersebut selama 20 tahun berikutnya, dan didapatkanlah suatu solusi yang akan memperlancar dan meningkatkan seluruh transportasi pada daerah tersebut. Menghitung tebal perkerasan jalan pada Simpang Pariaman sampai dengan Simpang Kampung keling dengan panjang 931 meter yang menggunakan metode Analisa Komponen dan AASTHO 1993. Dan dari dua metode tersebut yang mempunyai umur rencana 20 Tahun maka dapat diperoleh hasil tebal lapisan yang dihitung memenuhi syarat dari yang direncanakan yaitu  $D_1$  (Laston) = 7.5 cm  $D_2$  = 20 cm dan  $D_3$  = 28 cm, sedangkan untuk metode AASTHO 1993 tebal lapisan yang di hitung adalah sebesar  $D_1$  = 12 cm  $D_2$  = 14 cm dan  $D_3$  = 36 cm.

**Kata kunci:** Tebal perkerasan jalan,  $D_1$  (Laston),  $D_2$ ,  $D_3$ , AASTHO 1993, Analisa Komponen



## ABSTRACT

The road is a very important factor for the community in carrying out their daily activities. Therefore, roads are very important and useful for the community, so the government is currently intensively building roads for the province of West Sumatra, starting from local roads, collector roads, arterial roads, which are being planned by regional heads or the government to fulfill economic activities and improve the quality of the economy in Indonesia. On the existing roads, there are still many holes in the road and the collapsed shoulder of the road and therefore the regional head is planning to open a new road between Pasar Pariaman Intersection to Keling Intersection, 931 meters long STA and 7.2 to 7 wide, 5 meters which will be planned for the life of the road for the next 20 years, and a solution is obtained that will facilitate and improve all transportation in the area. Calculating the thickness of the pavement at the Pariaman Intersection to the Kampung Keling Intersection with a length of 931 meters using the Component Analysis method and AASTHO 1993. And from the two methods which have a design life of 20 years, it can be obtained that the thickness of the layer calculated meets the requirements of the plan, namely  $D1$  (Laston) = 7.5 cm  $D2$  = 20 cm and  $D3$  = 28 cm, while for the 1993 AASTHO method the calculated layer thickness is  $D1$  = 12 cm  $D2$  = 14 cm and  $D3$  = 36 cm.

*Keywords:* Thickness of road pavement,  $D1$  (Laston),  $D2$ ,  $D3$ , AASTHO 1993, Component Analysis

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikannya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Bapak Masril, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik UMSB.
2. Bapak Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
3. Ibu Helga Yernadona, S.Pd, M.T, selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
4. Ibu Ir Ana Susanti Yusman, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
5. Orang tua, kakak, dan adik yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang.
6. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satupersatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa teknik sipil.

Bukittinggi, 22 Juni 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman pengesahan .....	i
Halaman persetujuan tim penguji .....	ii
Halaman pernyataan keaslian .....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Notasi .....	xii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum .....	4
2.2 Fungsi Lapisan Perkerasan .....	4
2.2.1 Lapis Aus .....	4
2.2.2 Lapis Penyebar Tegangan .....	5
2.2.3 Lapis Perlindungan Terhadap Air .....	5
2.3 Sifat Lapisan Konstruksi Perkerasan .....	5
2.3.1 Konstruksi Lapisan Perkerasan Lentur ( <i>flexible Pavement</i> ) ....	5
2.3.2 Konstruksi Lapisan Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ) .....	6
2.3.3 Konstruksi Lapisan Perkerasan Komposit ( <i>Komposit Pavement</i> ) .....	6
2.4 Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur .....	7
2.4.1 Syarat-syarat Konstruksi Perkerasan Lentur .....	7

2.4.2 Syarat-syarat Kekuatan/Struktural .....	8
2.5 Konstruksi Perkerasan Lentur.....	9
2.5.1 Tanah Dasar.....	10
2.5.2 Lapisan Pondasi Bawah ( <i>Sub Base Course</i> ) .....	12
2.5.3 Lapisan Pondasi Atas ( <i>Base Course</i> ) .....	13
2.5.4 Lapis Permukaan ( <i>Surface Course</i> ).....	18
2.6 Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 .....	19
2.6.1 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	19
2.6.2 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan .....	20
2.6.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Lintas Ekuivalen .....	21
2.6.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR.....	22
2.6.5 Umur Rencana.....	23
2.6.6 Faktor Regional (FR) .....	23
2.6.7 Indeks Permukaan (IP).....	24
2.6.8 Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	26
2.6.9 Indeks Tebal Perkerasan (ITP).....	27
2.7 Metode AASTHO 1993.....	30
2.7.1 Tanah dasar Modulus Resilient (MR).....	30
2.7.2 Repetisi beban selama umur rencana .....	30
2.7.3 Umur rencana .....	31
2.7.4 <i>Structure Number (SN)</i> .....	31
2.7.5 <i>Reliability</i> .....	32
2.7.6 <i>Serviceability</i> .....	32
2.7.7 <i>Drainase</i> .....	32
2.7.8 Modulus Elastisitas Lapisan.....	32

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian .....	36
3.2 Data Penelitian.....	37
3.2.1 Jenis dan Sumber Data .....	37
3.2.2 Teknik Pengumpulan Data .....	38
3.3 Metode Analisis Data .....	38

3.4 Bagan Alir Penelitian.....	38
--------------------------------	----

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Analisa Bina Marga 1987Komponen .....	40
4.1.1 LHR <sub>awal</sub> .....	42
4.1.2 LHR <sub>akhir</sub> .....	42
4.1.3 Perhitungan Angka Ekuivalen .....	42
4.1.4 Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) .....	43
4.1.5 Lintas Ekuivalen Akhir (LEA).....	44
4.1.6 Lintas Ekuivalen Tengah (LET) .....	44
4.1.7 Indeks Tebal Perkerasan (ITP) .....	44
4.1.8 Daya Dukung Tanah .....	45
4.1.9 Faktor Regional .....	46
4.1.10 Indeks Permukaan awal (IPt).....	46
4.1.11 Indeks Permukaan awal (IPt).....	46
4.2 Metode AASTHO-1993.....	50
4.2.1 Data-data.....	50
LHR.....	50
CBR Tanah Dasar.....	50
Umur Rencana.....	50
Klasifikasi jalan.....	50
Pertumbuhan lalu lintas.....	50
Faktor Distribusi Arah serta Lajur (DD DL).....	50
Indeks Kemampuan Pelayanan ( $\Delta$ PSI).....	51
Reliabilitas.....	52
Koefisien <i>Drainase</i> .....	52
Deviasi standar keseluruhan (So).....	52
Koefisien Lapisan.....	52
Modulus <i>Resilient</i> (Mr).....	55
<i>Structure Number</i> (SN).....	56
4.3 Perbandingan Hasil Tebal Perkerasan .....	58

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku
- Tabel 2.2 Gradasi agregat kelas A
- Tabel 2.3 Sifat pondasi agregat
- Tabel 2.4 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan
- Tabel 2.5 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)
- Tabel 2.6 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan
- Tabel 2.7 Faktor Regional (FR)
- Tabel 2.8 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)
- Tabel 2.9 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)
- Tabel 2.10 Koefisien Kekuatan Relatif (a)
- Tabel 2.11 Tebal Minimum Lapis Permukaan
- Tabel 2.12 Tebal Minimum Lapis Pondasi
- Tabel 2.13 Koefisien Drainase (m)
- Tabel 2.14 Contoh Hasil perhitungan dengan Metode Analisa Komponen
- Tabel 2.15 Contoh hasil Perhitungan dengan metode AASTHO 1993
- Tabel 3.1 Perencanaan Jalan
- Tabel 4.1 Data LHR survey lapangan tahun 2021
- Tabel 4.2 Perhitungan CBR dengan Metode grafis
- Tabel 4.3 Rencana Ketebalan Minimum
- Tabel 4.4 Lalu lintas harian rata-rata (LHR)
- Tabel 4.5 Reliabilitas
- Tabel 4.6 koefisien drainase
- Tabel 4.7 Perbandingan hasil tebal perkerasan metode Analisa Komponen dan AASTHO 1993

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan
- Gambar 2.2 Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Jalan
- Gambar 2.3 Kolerasi DDT dan CBR
- Gambar 2.4 Nomogram Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen
- Gambar 2.5 Nomogram penentuan Nilai SN
- Gambar 2.6 Ilustrasi Penentuan Tebal lapis perkerasan minimum
- Gambar 3.1 Lokasi Jalan
- Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian
- Gambar : 4.1 grafik perhitungan cbr tanah dasar
- Gambar 4.2 Nomogram
- Gambar 4.3 Hasil perhitungan
- Gambar 4.4 Hasil perhitungan
- Gambar 4.5 Hasil Perhitungan
- Gambar 4.6 Hasil perhitungan
- Gambar 4.7 Hasil perhitungan
- Gambar 4.8 Hasil perhitungan Metode AASTHO 1993



## DAFTAR NOTASI

LEP	: Lintas ekivalen permulaan
LHR	: Lalu lintas harian rata-rata
C	: Koefisien kendaraan ringan atau berat yang lewat
E	: Angka ekivalen bebar sumbu
j	: Jenis Kendaraan
i	: Angka pertumbuhan lalu lintas
UR	: Umur rencana
$\overline{ITP}$	: Indeks tebal permukaan setelah dikorelasikan
$a_1$	: Koefisien kekuatan relatif lapis perkerasan
$D_1$	: Tebal lapis permukaan
$a_2$	: Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi
$D_2$	: Tebal lapis pondasi
$a_3$	: Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah
$D_3$	: Tebal lapis pondasi bawah
$W_{18}$	: pengulangan beban lalu lintas sampai umur rencana (UR).
$LHRT_1$	: lalu lintas harian rata-rata tahunan
$E_i$	: adalah angka ekivalen jenis kendaraan i.
$D_A$	: adalah faktor distribusi arah rencana.
$D_L$	: faktor distribusi rencana
SN	: nilai Struktur Number.
$a_1, a_2, a_3$	: koefisien relatif pada lapis $D_1, D_2, D_3$ ketebalan tiap lapis
$m_2, m_3$	: koefisien drainase dari tiap lapis
$a_2, a_3$	: koefisien relatif pondasi
$E_{BS}, E_{SB}$	: modulus elastisitas lapis pondasi

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1.Latar Belakang

Jalan adalah suatu faktor yang sangat penting bagi masyarakat dalam melaksanakan kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu jalan sangat penting dan bermanfaat bagi masyarakat maka pemerintah saat ini sedang gencar – gencarnya dalam melakukan pembangunan jalan provinsi di wilayah Sumatera Barat. dimulai dari jalan lokal jalan kolektor jalan arteri yang sedang direncanakan oleh kepala daerah atau pemerintah untuk memenuhi kegiatan perekonomian dan meningkatkan kualitas perekonomian di Indonesia.

Jalan raya adalah jalan daerah yang menyatukan suatu daerah dengan daerah yang lain. Biasanya jalan daerah mempunyai ciri-ciri seperti, dilalui oleh kendaraan dan masyarakat. Sedangkan lalu lintas merupakan suatu perpindahan atau gerakan sebuah kendaraan dari suatu tempat ke tempat lain.

Provinsi Sumatera Barat merupakan sebuah provinsi yang cukup bagus dalam hal merencanakan pergerakan ekonomi masyarakat dan oleh karena itu perlunya dilakukan pembukaan jalan baru karena dengan pembukaan jalan baru dapat mempermudah masyarakat sekitar untuk melaksanakan kegiatan sehari-hari, dan juga bisa dengan mudah memasarkan dan melakukan promosi tentang apa yang ada di daerah tersebut misalkan pariwisata, sumber daya alam dan lain lain.

Pada jalan yang ada masih banyak yang di temukan jalan berlobang dan bahu jalan yang ambruk dan oleh karena itu diadakanlah oleh kepala daerah tersebut perencanaan pembukaan jalan baru antara Simpang Pasar Pariaman sampai dengan Simpang Keling, sepanjang 931 meter STA dan lebar 7,2 sampai 7,5 meter yang akan direncanakan umur jalan tersebut selama 20 tahun berikutnya, dan didapatkanlah suatu solusi yang akan memperlancar dan meningkatkan seluruh transportasi pada daerah tersebut.

## **1.2.Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Berapa tebal perkerasan lentur jalan Simpang Pasar Pariaman sampai dengan Simpang Keling?
2. Metode apa yang di digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan jalan tersebut?

## **1.3.Tujuan Penulisan dan Manfaat Penelitian**

Pada perencanaan jalan kali ini tujuan dan manfaatnya ialah sebagai berikut :

1. Menghitung tebal perkerasan jalan pada Simpang Pariaman sampai dengan Simpang Kampung keling dengan panjang 931 meter yang menggunakan metode Analisa Komponen dan AASTHO 1993.
2. Membandingkan hasil data Analisa Komponen dan AASTHO 1993.

Manfaat penelitiannya ialah sebagai berikut

1. Memudahkan masyarakat dan angkutan umum pada jalan baru tersebut.

## **1.4.Batasan Masalah**

Pada pekerjaan pembukaan jalan ( Simpang Pasar Pariaman sampai dengan Simpang Kelling ) sepanjang 931 meter. Pada pembukaaan jalan baru tersebut penulis hanya membahas masalah tentang:

1. Perencanaan tebal perkerasan lentur jalan pada Simpang Pariaman sampai dengan Simpang Kampung Keling yang menggunakan metode Analisa Komponen , dan AASTHO 1993.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika dalam penulisan laporan pada tugas akhir kali ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab I ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, Tujuan dan Manfaat Penelitian, Batasan masalah, dan Sistematika Penulisan Laporan.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab II ini berisi tentang tinjauan umum, klasifikasi rencana, bagian bagian jalan, lapisan pondasi, arus lalu lintas, teori Analisa Komponen dan AASTHO 1993

### **BAB III. METODOLOGI PERENCANAAN**

Pada bab ini berisikan tentang Data Primer, Data Sekunder, Lokasi Penelitian, dan Bagan Alir.

### **BAB IV. HASIL dan ANALISIS**

Pada bab ini berisikan tentang pengolahan data dan perbandingan menggunakan metode Analisa Komponen dengan metode AASTHO 1993.

### **BAB V. PENUTUP**

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tinjauan Umum**

Jalan raya sejak awal dirintis, hanya berupa lalu lalang manusia untuk mencari nafkah dengan berjalan kaki atau menggunakan kendaraan sederhana beroda tanpa mesin. Makin lama perkembangan jalan semakin pesat seiring perkembangan yang melahirkan macam-macam kendaraan mesin, dari semula hanya sebagai alat bantu menemukan sumber makanan, berkembang menjadi sarana pelayanan jasa angkutan manusia, barang bahkan menjadi sarana perkembangan wilayah dan peningkatan ekonomi. Dengan pesatnya perkembangan jalan ini yang semula dibuat asal jadi saja belakangan mulai dipikirkan syarat-syarat jalan agar dapat melayani pengguna jalan dengan nyaman dan aman sehat dan cepat kemudian dibuat rata dan diperkeras.

Konstruksi perkerasan untuk suatu badan jalan adalah melindungi jalan dari kerusakan akibat air dan beban lalu lintas, air akan melemahkan daya dukung lapisan tanah dasar. Selain itu konstruksi perkerasan juga membuat lapisan tanah dasar sehingga beban yang diterima lapisan tanah dasar tidak terlalu besar.

### **2.2 Fungsi Lapisan Perkerasan**

Fungsi lapisan perkerasan, dapat dikategorikan atas :

- a. Sebagai lapisan aus
- b. Sebagai lapisan penyebar tegangan
- c. Sebagai lapisan pelindung terhadap air

#### **2.2.1 Lapis Aus**

Akibat lewatnya kendaraan, maka roda kendaraan akan menghasilkan gesekan dengan jalan yang dilewati, sehingga permukaan jalan akan menjadi aus. Lapis konstruksi perkerasan berfungsi sebagai lapis aus, sehingga lapisan tanah dasar

tidak menjadi rusak, sedangkan lapisan konstruksi perkerasan jika rusak masih bisa diperbaiki atau diganti.

### **2.2.2 Lapis Penyebar Tegangan**

Lapisan perkerasan juga berfungsi sebagai penyebar tegangansedemikian rupa, sehingga tegangan yang diterima lapisan tanah dasar tidak melampaui kekuatan dengan didukung tanah dasar itu sendiri.

### **2.2.3 Lapis Pelindung Terhadap Air**

Dengan adanya lapisan perkerasan terutama lapisan agregat dengan pengikat baik aspal maupun semen, maka peresapan air yang akan mengakibatkan lemahnya ikatan antara agregat (*interlocking*) sehingga akan merusak kekuatan daya dukung lapisan tanah dasar, dapat dilindungi/dihindari.

## **2.3 Sifat Lapisan Konstruksi Perkerasan**

Secara umum perkerasan dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu :

- a. Konstruksi Lapisan Perkerasan Lentur (*flexible Pavement*)
- b. Konstruksi Lapisan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
- c. Konstruksi Lapisan Perkerasan Komposit (*Komposit Pavement*)

### **2.3.1 Konstruksi Lapisan Perkerasan Lentur (*flexible Pavement*)**

Yang dimaksud dengan lapisan perkerasan lentur adalah lapisan perkerasan yang melentur jika menerima beban kendaraan, perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, sehingga mempunyai sifat lentur yang besar dan lapisan-lapisan perkerasan yang bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Keuntungan lapisan perkerasan lentur adalah :

- Kenyamanan pengendara dapat dijamin pada kondisi permukaan jalan yang baik dan stabil,
- Perbaikan terhadap kerusakan dapat dilakukan setempat,

Kerugian jenis lapisan perkerasan lentur adalah :

- Daya tahan lapisan ini tidak terlalu lama, maksimal 20 tahun, jika diadakan pemeliharaan rutin secara teratur, dan untuk jenis konstruksi yang benar-benar baik mutu pelaksanaannya.

### **2.3.2 Konstruksi Lapisan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)**

Yang dimaksud dengan konstruksi lapisan perkerasan kaku adalah jenis perkerasan yang tidak melentur jika terkena beban lalu lintas. Perkerasan yang menggunakan semen Portland sebagai bahan pengikat sehingga mempunyai kekakuan (modulus kekakuan yang tinggi). Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah, beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

Keuntungan konstruksi lapisan jenis konstruksi perkerasan kaku adalah :

- Daya tahan relatif lebih lama (bisa mencapai 40 tahun)
- Tidak perlu adanya pemeliharaan rutin

Kerugian jenis lapisan perkerasan kaku adalah :

- Kenyamanan pengendara berkurang karena getaran kendaraan tidak diserap lapisan perkerasan.
- Perbaikan setempat sulit dilaksanakan, dan seluruh panjang pelat harus diganti.
- Biaya pelaksanaan mahal.

### **2.3.3 Konstruksi Lapisan Perkerasan Komposit (*Komposit Pavement*)**

Perkerasan yang dikombinasikan dengan perkerasan kaku dibawah perkerasan lentur atau perkerasan lentur dibawah perkerasan kaku. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis tidak membahas masalah konstruksi lapisan kaku lebih lanjut.

Perbedaan utama antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.1 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku

No	Uraian	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1.	Bahan beban	Aspal	Semen
2.	Repetisi beban	Timbul <i>Rutting</i> (kedutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3.	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4.	Perubahan temperatur	- Modulus kekakuan berubah - Timbul tegangan dalam yang kecil	- Modulus kekakuan tidak berubah - Timbul tegangan dalam yang besar
5.	Biaya pembangunan awal	Lebih murah	Lebih mahal
6.	Kenyamanan pengendara	Lebih nyaman	Kurang nyaman
7.	Umur rencana	Lebih pendek $\pm 20$ tahun	Lebih panjang $\pm 40$ tahun
8.	Perawatan	Memerlukan perawatan yang khusus	Tidak memerlukan perawatan khusus
9.	Perbaikan	Dapat dilakukan pada daerah/lokasi yang mengalami kerusakan saja	Harus dilakukan perbaikan sepanjang bidang jalan

Sumber : Silvia Sukirman, Nova Bandung

#### 2.4 Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur

Guna dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu, yang dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu :

1. Syarat-syarat konstruksi perkerasan lentur

## 2. Syarat-syarat kekakuan/struktural

### 2.4.1 Syarat-syarat Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak meledut dan tidak berlubang.
- Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
- Permukaan cukup kesat, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip.
- Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika kena sinar matahari.

### 2.4.2 Syarat-syarat Kekuatan/Struktural

Konstruksi jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat sebagai berikut :

- Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban.
- Kedap terhadap air, sehingga tidak mudah meresap ke lapisan bawahnya.
- Permukaan tanah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jauh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut, perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan haruslah mencakup :

#### a. Perencanaan masing-masing lapisan perkerasan

Dengan memperhatikan daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas yang dipikulnya, keadaan lingkungannya, jenis lapisan yang dipilih, dapat ditentukan masing-masing lapisan berdasarkan beberapa metode yang ada.

b. Analisa campuran bahan

Dengan memperhatikan jumlah mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih.

c. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan

Perencanaan tebal perkerasan yang baik, susunan campuran yang memenuhi syarat, belumlah dapat menjamin hasil lapisan perkerasan yang memenuhi apa yang diinginkan jika tidak dilakukan pengawasan pelaksanaan yang cermat mulai dari tahap pencampuran atau penghampanan dan akhirnya pada tahap pemadatan.

Disamping itu tidak dapat digunakan sistem pemeliharaan yang terencana dan tepat selama umur pelayanan, termasuk didalamnya sistem drainase jalan tersebut.

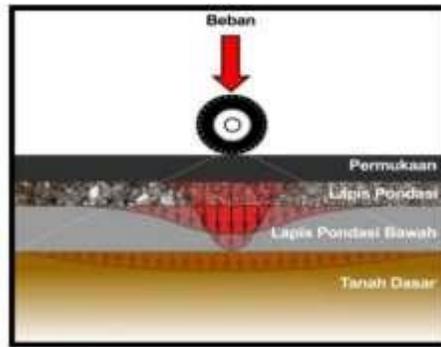
## 2.5 Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan, lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan kelapisan bawahnya, guna dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada si pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan jalan harus mempunyai syarat-syarat berlalu lintas dan syarat kekuatan struktural.

Beban lalu lintas yang bekerja diatas konstruksi perkerasan dapat dibedakan atas beberapa yaitu :

1. Muatan kendaraan berupa gaya vertikal
2. Gaya rem kendaraan berupa gaya horizontal
3. Pukulan pada roda kendaraan berupa getaran-getaran

Pada gambar 2.1 terlihat bahwa kendaraan dilimpahkan keperkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata  $p_0$ . Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan disebarkan ketanah dasar menjadi  $p_1$  yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.

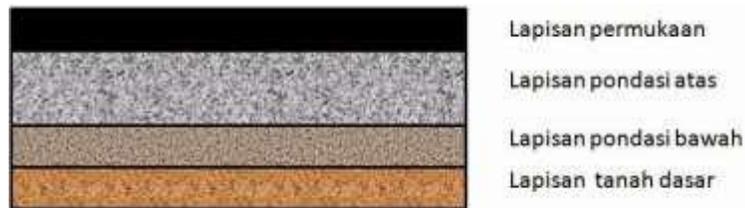


Gambar 2.1 penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan  
 Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum (2017)

Karena sifat penyebaran maka muatan diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja.

Oleh karena itu terdapat perbedaan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh masing-masing lapisan. Adapun susunan lapisan perkerasan lentur terdiri dari:

- Lapisan permukaan (*Surface course*)
- Lapisan atas (*Base course*)
- Lapisan pondasi bawah (*Sub base course*)
- Lapisan tanah dasar (*Sub grade*)



Gambar 2.2 Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Jalan  
 Sumber : internet (2021)

### 2.5.1 Tanah Dasar

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

Umumnya yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- Perubahan bentuk tetap (deformasi) akibat beban lalu lintas.
- Sifat kembang susut akibat perubahan kadar air.
- Daya dukung tanah yang tidak merata terdapat didaerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat akibat pelaksanaan.
- Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan oleh lalu lintas.
- Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas.

Dari berbagai macam pemeriksaan untuk menentukan kekuatan tanah dasar, yang umumnya dipakai oleh CBR (*California Bearing Ratio*).

Dari harga CBR dapat dikolerasikan terhadap daya dukung tanah dasar asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik dan jika tanah asli tidak baik maka tanah penggantinya didatangkan dari tempat lain dengan membuang terlebih dahulu tanah asli yang tidak baik tersebut dan tanah yang didatangkan dari tempat lain dapat dipadatkan atau juga bisa distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya.

Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana, hal ini dapat dicapai dengan perlengkapan drainase yang memenuhi syarat. Ditinjau dari permukaan tanah asli, maka tanah dasar dibedakan atas :

- Lapisan tanah dasar, tanah galian
- Lapisan tanah, tanah timbunan
- Lapisan tanah dasar, tanah asli

Sebelum diletakkan lapisan-lapisan lainnya, tanah dasar dipadatkan terlebih dahulu sehingga tercapai kestabilan yang tinggi terhadap perubahan volume. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Masalah-masalah yang sering ditemui menyangkut tanah dasar yaitu :

- a. Perubahan bentuk tetap dan jenis tertentu akibat beban lalu lintas. Perubahan bentuk yang besar mengakibatkan jalan tersebut rusak, tanah dengan plastisitas yang tinggi cenderung mengalami hal, lapisan-lapisan tanah yang

lunak yang terdapat dibawah tanah dasar harus diperhatikan. Daya dukung tanah dasar yang ditunjukkan oleh CBRnya dapat merupakan indikasi perubahan bentuk yang terjadi.

- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air, hal ini dapat dikurangi dengan memdatkan tanah pada kadar air optimum, sehingga mencapai kepadatan tertentu maka perubahan volume yang mungkin terjadi dapat dikurangi. Kondisi drainase yang baik dapat menjaga kemungkinan berubahnya kadar air pada lapisan tanah dasar.
- c. Daya dukung tanah dasar yang tidak merata pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda, penelitian yang seksama atas jenis dan sifat tanah dasar sepanjang jalan dapat mengurangi akibat tidak meratanya daya dukung tanah dasar. Perencanaan tebal perkerasan dapat dibuat berbeda-beda dengan membagi jalan menjadi segmen-segmen berdasarkan sifat tanah yang berlainan.
- d. Daya dukung tidak merata akibat pelaksanaan yang kurang baik, hal ini akan lebih jelek pada tanah dasar tanah berbutir kasar dengan adanya tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas ataupun akibat berat tanah dasar itu sendiri (pada tanah dasar timbunan). Hal ini dapat diatasi dengan melakukan pengawasan yang baik pada pelaksanaan pekerjaan tanah dasar.
- e. Perbedaan penurunan akibat terdapatnya lapisan-lapisan tanah lunak dibawah tanah dasar akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk tetap. Hal ini dapat diatasi dengan melakukan penyelidikan alat bor dapat memberikan gambaran yang jelas tentang lapisan tanah dibawah lapisan tanah dasar.
- f. Kondisi geologis dan lokasi jalan perlu dipelajari dengan teliti, jika ada kemungkinan lokasi jalan berbeda pada daerah patahan dan lain sebagainya.

### **2.5.2 Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)**

Lapisan pondasi bawah adalah bagian konstruksi perkerasan jalan yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi atas.

Adapun pondasi bawah mempunyai fungsi antara lain :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda.
- b. Efisiensi penggunaan material, material pondasi bawah *relative* murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan di atasnya.
- c. Untuk mencegah tanah dasar kedalam lapis pondasi bawah.
- d. Lapisan persiapan, agar air tanah tidak terkumpul pada pondasi.
- e. Lapisan pertama, agar perkerasan dapat berjalan lancar. Hal ini segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat berat.
- f. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas. Untuk itu lapisan pondasi harus lah memenuhi syarat filter sebagai berikut :

$$\frac{D_{15} \text{ SubBase}}{D_{15} \text{ Sub Grade}} \geq 5$$
$$\frac{D_{15} \text{ SubBase}}{D_{85} \text{ Sub Grade}} < 5$$

Dimana :

$D_{15}$  = Diameter butir pada keadaan banyaknya persen yang lolos 15%

$D_{85}$  = diameter butir pada keadaan banyaknya persen yang lolos 85%

Jenis lapisan bawah umum digunakan di Indonesia antara lain :

- a. Agregat bergradasi baik, dibedakan atas :
  - Sirtu/pitrun kelas A
  - Sirtu/pitrun kelas B
  - Sirtu/pitrun kelas C

Sirtu kelas A bergradasi lebih kasar dari Sirtu kelas B, yang masing-masing dapat dilihat dari spesifikasinya yang terdapat pada proyek yang dilaksanakan.

- b. Stabilisasi
  - Stabilisasi agregat dengan semen (*cement treated sub base*)
  - Stabilisasi agregat dengan kapur (*lime treated sub base*)

- Stabilisasi tanah dengan semen (*sril cement stabilization*)
- Stabilisasi tanah dengan kapur (*sril lime stabilization*)

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

Lapis perkerasan yang terletak pada diantara dua lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*Base Course*).

Fungsi lapis pondasi atas ini antara lain sebagai berikut :

- a. Sebagai perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan pondasi bawah.
- b. Lapisan persiapan untuk lapisan pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Material yang digunakan untuk lapisan pondasi atas adalah material yang cukup kuat dan untuk pondasi atas tanpa bahan pengikat digunakan agregat kelas A. Sebagai lapis pondasi atas yang akan memikul beban lalu lintas dan meneruskan ke lapisan bawah, maka kualitas agregat adalah merupakan faktor yang sangat penting. Untuk itu agar memenuhi persyaratan laboratorium, sehingga diketahui mutu agregat yang akan dipergunakan dan pengujian tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Gradasi dan ukuran butir

Syarat utama campuran agregat sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan adalah gradasi yang dipakai akan menentukan kestabilan konstruksi jalan.

Pada garis besarnya ada 3 (tiga) macam campuran agregat yaitu:

- Gradasi menerus (butir-butir halus mengisi pori-pori secara cukup), campuran ini mempunyai stabilitas yang tinggi, karena adanya *interlocking* yang baik antara agregat. Kekuatan diperoleh dari kontak antara butir dan stabilitas yang bisa ditingkatkan dari sifat-sifat kohesi butir halus yang mengisi void (ruang).
- Gradasi timpang (*Gap Grade*) Sebagian ukuran hampir seragam, mempunyai sifat kurang stabil dan kurang kedap karena terdapat ruang

antara agregat. Gradasi jenis ini lebih sesuai untuk agregat hot rolled shet (HRS), karena mempunyai cukup ruang untuk bitumen.

- Gradasi seragam (*Uniform Graded*) Mempunyai ukuran butiran yang sama, tidak stabil dan kekuatan diperoleh dari kontak antar butir.

b. Kekerasan/Keausan (*Strength and Toughness*)

Pada pekerjaan jalan, sebelum agregat mengalami proses pemecahan, penghancuran dan penghalusan baik *crushing* maupun pada waktu penghamparan dan pemadatan. Begitu pula halnya pada waktu agregat menerima beban lalu lintas, jika sifat kekerasan tidak dipenuhi maka agregat bisa pecah dan jika hal ini terjadi maka konstruksi perkerasan yang telah direncanakan tidak bisa mencapai umur rencana. Pengujian ketahanan terhadap keausan di laboratorium dilakukan dengan mesin pengaus *Los Angeles Abrasion Machine*.

c. Ketahanan terhadap pelapukan (*Soundness*)

Pengaruh cuaca terhadap agregat sebagai bahan perkerasan akan menimbulkan pelapukan (*Weathering*) begitu pula pengaruh kondisi lingkungan. Akibat konstruksi tidak awet/tahan, gradasi agregat berubah sehingga konstruksi perkerasan tidak stabil.

d. Tekstur permukaan

Susunan permukaan yang kasar akan mempunyai kecenderungan menambah kekuatan campuran bila dibandingkan dengan permukaan yang licin dan permukaan yang kasar akan menimbulkan ikatan yang baik antara butiran dan akan menimbulkan ikatan yang baik pula terhadap agregat dan bitumen yang kasar umumnya akan meningkatkan stabilitas dan keawetan dalam campuran bitumen.

e. Bentuk butiran

Bentuk butiran akan mempunyai beberapa pengaruh terhadap konstruksi perkerasan, terutama berpengaruh terhadap kemampuan pemadatan. Bentuk butiran yang bulat/lonjong kurang membentuk bidang kontak antara agregat karena bidang sentuhnya hanya merupakan garis singgung

atau titik, sehingga terdapat ruang antara yang besar. Bentuk butiran yang pipih mempunyai peluang akan berubah bentuk butiran yang baik berbentuk kubus. Dalam pelaksanaan, batasan penggunaan bentuk butiran dipertimbangkan antara lain sebagai berikut :

- Untuk lapis pondasi bawah, bentuk butiran bulat masih bisa dapat dipergunakan.
- Untuk lapis pondasi berbenruk butiran bulat masih ada digunakan dengan batasan 40% agregat bulat tersebut minimal mempunyai satu bidang pecah.
- Untuk lapis permukaan butir berbentuk bulat tidak diperbolehkan jadi seluruh agregat harus berbentuk kubus/pecah.

f. Absorsi

Pemeriksaan absorsi di laboratorium biasanya dilakukan bersamaan dengan proses pemeriksaan berat jenis.

Absorsi dan berat jenis nilai juga dapat dipakai untuk identifikasi kekuatan/kekerasan suatu agregat. Jika dibandingkan dengan sifat-sifat agregat lainnya maka absorsi tidak terlalu besar pengaruhnya terhadap kekuatan, tetapi berpengaruh dalam segi ekonomisnya apabila digunakan dalam campuran aspal beton. Maksudnya apabila absorsi besar maka aspal yang diserap oleh agregat tersebut akan menjadi besar pula sehingga diperlukan pemakaian aspal yang besar.

g. Kebersihan

Agregat yang dipergunakan untuk konstruksi perkerasan harus bersih dari kotoran yang tidak dikehendaki yang dapat merugikan campuran perkerasan itu sendiri hal ini dalam persyaratan dibatasi. Kebersihan agregat sering dapat ditentukan dengan pemeriksaan secara visual sedangkan di laboratorium digunakan dengan metode *sand equivalent test*, yang merupakan perbandingan relatif antara bagian yang merugikan terhadap agregat yang lolos saringan no. 4.

h. Berat jenis

Penentuan berat jenis ini terutama dipergunakan untuk campuran aspal beton, untuk campuran agregat tanpa bitumen berat jenis tidak terlalu penting. Batasan-batasan yang harus dipenuhi oleh agregat kelas A adalah sebagai berikut:

- Fraksi agregat kasar yang lolos ayakan 50 mm dan tertahan ayakan 4,75 mm harus terdiri dari partikel yang keras, awet dan jika dihasilkan dari kerikil maka tidak kurang dari 50% berat agregat harus terdiri partikel yang memiliki paling sedikit satu muka bekas pecahan dan jika kelebihan butir halus kelebihan kerikil tersebut harus diayak.
- Fraksi agregat halus  
Agregat halus yang lolos ayakan 4,75 mm harus terdiri dari partikel pasir alami atau pasir pecah serta material halus lainnya.
- Sifat-sifat material yang harus dipenuhi seluruh agregat harus bebas dari benda-benda tetumbuhan dan gumpalan lempung atau benda yang tidak berguna lainnya. Dan harus memenuhi ketentuan gradasi yang diberikan dalam daftar berikut:

Tabel 2.2 Gradasi agregat kelas A

Saringan standard		Persen lulus dari berat kelas A
(mm)	(inch)	
50,000	2	100
25,000	1	65-90
9,500	3/8	40-60
4,750	No. 4	25-45
2,000	No. 10	1
0,425	No. 40	6-16
0,075	No. 200	0-8

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga 1987

Tabel 2.3 Sifat pondasi agregat

Sifat	Kelas A	Kelas B
Abrasi dari agregat kasar (AASHTO T96-74)	0 – 40%	0 - 50%
Indeks plastisitas (AASHTO T90-70)	0 – 6	4 – 10
Hasil kali indek plastisitas dengan persentase lolos 75 micron.	25 mak	-
Batas cair (AASHTO T89-68)	0-35	-
Bagian yang lunak (AASHTO T112-78)		
CBR (AASHTO T193)	80 min	35 min
Rongga dalam agregat mineral pada kecepatan maksimum	14 min	10 min

Sumber : Bina marga, 1993

#### 2.5.4 Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang terletak paling atas yang langsung menerima beban roda kendaraan yang melewati struktur jalan tersebut.

Bahan untuk lapis permukaan umumnya adalah sama untuk bahan lapis pondasi, tapi dengan persyaratan yang lebih tinggi, penggunaan aspal sebagai pengikat agar lapisan dapat bersifat kedap air. Disamping menahan tegangan tarik untuk mempertinggi daya dukung terhadap beban, pemilihan bahan untuk lapisan permukaan perlu memperhatikan kegunaan, umur serta pentahapan konstruksi agar mendapatkan hasil maksimal.

1. Lapisan permukaan (*Surface Course*) berfungsi sebagai berikut:

- Sebagai bagian perkerasan yang langsung menerima beban roda untuk diteruskan ke bagian konstruksi dibawahnya.
  - Sebagai lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
  - Lapisan menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.
2. Jenis lapisan permukaan yang sering digunakan pada umumnya adalah lapis bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain:
- Burtu (Laburan Aspal Dua Lapis) merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan tebal maksimum 2 cm.
  - Burda (Laburan Aspal Dua Lapis) merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi agregat yang dikerjakan 2 kali secara berurutan dengan tebal padat maksimal 3,5 cm.
  - Latasir (Lapisan Tipis Aspal dan Pasir) merupakan penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal 1-2 cm.
  - Buras (Laburan Aspal) merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 9,5 mm.
  - Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton) dikenal dengan nama *Hot Roll Sheet* (HRS) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filter*) dan aspal keras dengan dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam kondisi panas, padat antara 2,5-3 cm.
3. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan menyebarkan beban roda.
4. Penetrasi macadam (lapen) merupakan lapis permukaan yang terdiri dari agregat pengunci bergradasi seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan dan dipadatkan lapis demi lapis dan bervariasi dari 4-10 cm.

5. Lataston (Lapis Aspal Beton) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus.

## 2.6 Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

### 2.6.1 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut tabel di bawah ini :

Tabel 2.4 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen 1987

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut tabel di bawah ini:

Tabel 2.5 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	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	0,5	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 : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen 1987

\*) berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang, pick up, dan mobil hantaran.

\*\*\*) berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

### 2.6.2 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban lalu lintas dihitung terhadap semua gandar kendaraan yang kemudian dikorelasikan dengan menggunakan ekuivalen (E) untuk masing-masing golongan beban sumbu tunggal (2.1) dan Angka ekuivalen sumbu ganda (2.2) dengan menggunakan rumus dan tabel di bawah ini.

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal : } \left[ \frac{W}{W_{std}} \right] \quad (2.1)$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu ganda : } \left[ \frac{W}{W_{std}} \right] \quad (2.2)$$

Tabel 2.6 Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen 1987

### 2.6.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Lintas Ekivalen

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. Lintas ekivalen permulaan (LEP) dihitung dengan persamaan 2.3 berikut:

$$LEP = \sum LHR_j \times C_j \times E_j \quad (2.3)$$

Dengan :

LEP : Lintas ekivalen permulaan

LHR : Lalu lintas harian rata-rata

C : Koefisien kendaraan ringan atau berat yang lewat

E : Angka ekivalen beban sumbu

j : Jenis Kendaraan

Lintas ekivalen akhir (LEA) dihitung dengan persamaan (2.4) berikut :

$$LEA = \sum LHR \times (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad (2.4)$$

LEA : Lintas ekivalen akhir

LHR : Lalu lintas harian rata-rata

i : Angka pertumbuhan lalu lintas

UR : Umur rencana

C : Koefisien kendaraan ringan atau berat yang lewat

E : Angka ekivalen beban sumbu

j : Jenis kendaraan

Lintas ekivalen tengah (LET) dihitung dengan persamaan (2.5) berikut :

$$LET = 0,5 \times (LEP + LEA) \quad (2.5)$$

Lintas ekivalen tengah (LET) dihitung dengan persamaan (2.6) berikut :

$$LET = 0,5 \times (LEP + LEA) \quad (2.6)$$

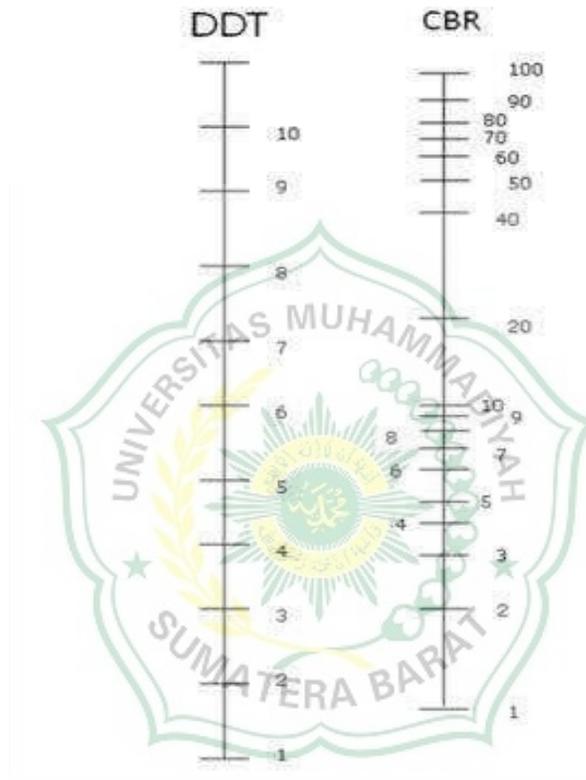
$$\text{Dengan FP} = \text{—} \quad (2.7)$$

#### 2.6.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar sangat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Tanah dasar bisa berupa tanah asli tanpa perbaikan, tanah asli dengan perbaikan atau tanah timbunan. Sebelum menentukan nilai daya dukung tanah ditentukan terlebih dahulu nilai CBR (California Bearing Ratio). Maka dari itu daya dukung tanah dasar

ditetapkan berdasarkan grafik korelasi (Gambar 2.3) DDT dan CBR. CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.

Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (undisturb), kemudian direndam dan diperiksa nilai CBR-nya.



Gambar 2.3 Korelasi DDT dan CBR

Sumber : <http://encrypted-tbn0.com> (2020)

### 2.6.5 Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dari dibukanya jalan tersebut sampai diperlukannya perbaikan ulang atau telah dianggap perlu untuk memberikan lapisan baru guna mempertahankan fungsinya dengan baik

sebagaimana yang telah direncanakan. Umur rencana ini ditentukan berdasarkan pola perkembangan wilayah, pola lalu lintas dan klasifikasi fungsi jalan.

### 2.6.6 Faktor Regional (FR)

Faktor regional adalah faktor yang menunjukkan keadaan setempat yang berhubungan dengan iklim, curah hujan, presentase kendaraan berat dan kondisi lapangan secara umum. Adapun besarnya faktor regional dapat dilihat pada Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2.7 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (<6 %)		Kelandaian II (6-10 %)		Kelandaian III (>10 %)	
	% Kendaraan berat		% Kendaraan berat		% Kendaraan berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklim I <900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim II <900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen (1987)

Catatan : Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

### 2.6.7 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai dari kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan lalu lintas yang lewat. Adapun besarnya nilai IP adalah sebagai berikut :

IP = 1,0 : menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 : tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0 : tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5 : menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER), menurut tabel di bawah ini.

Tabel 2.8 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

LER = Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0	-
10-100	1,5	1,5-2,0	2,0	-
100-1000	1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	-
> 1000	-	2,0-2,5	2,5	2,5

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

Catatan : pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT/jalan murah atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut tabel di bawah ini.

Tabel 2.9 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Permukaan	Ipo	Roughness (mm/km)
LASTON	$\geq 4$	$\leq 1000$
	3,9 – 3,5	$> 1000$
LASBUTAG	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
HRA	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
BURDA	3,9 – 3,5	$< 2000$
BURTU	3,4 – 3,0	$< 2000$
LAPEN	3,4 – 3,0	$\leq 3000$
	2,9 – 2,5	$> 3000$
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASTIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

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

### 2.6.8 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Tabel 2.10 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (Kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,35	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	

0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA Aspal
0,26	-	-	340	-	-	macadam Lapen
0,25	-	-	-	-	-	(mekanis) Lape
0,20	-	-	-	-	-	(manual)
-	0,28	-	590	-	-	
-	0,26	-	454	-	-	Laston Atas
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

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

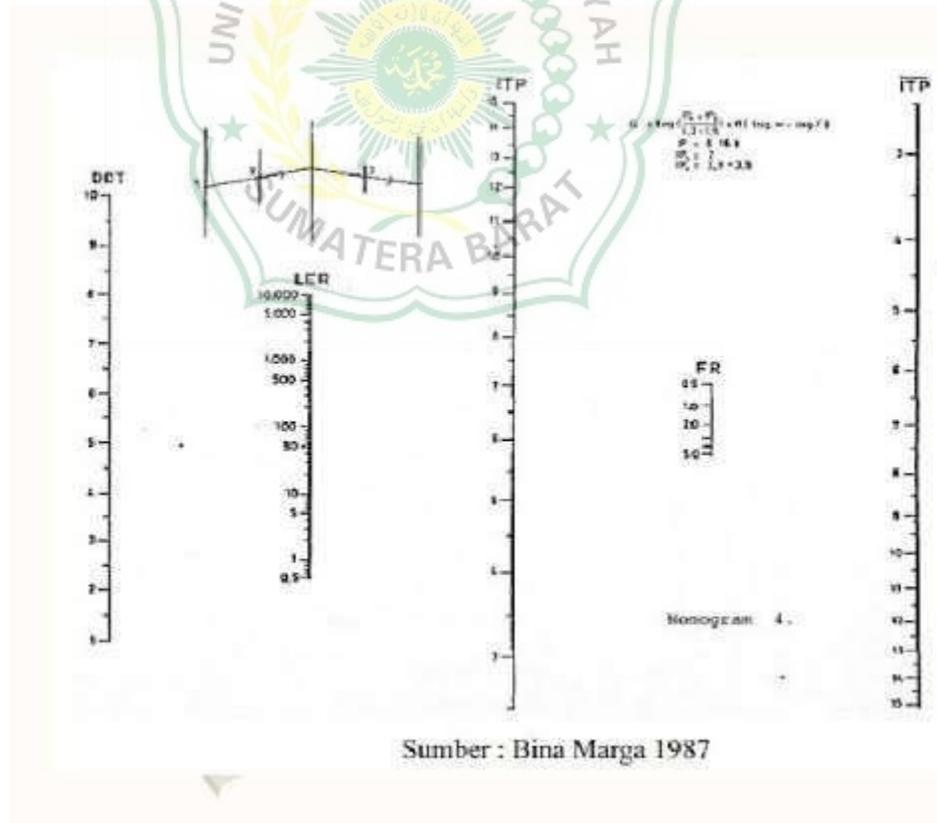
Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan perkerasan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan dengan semen atau kapur) atau CBR (untuk bahan lapis pondasi/lapis pondasi bawah). Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari

ke-7. Sedangkan kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

### 2.6.9 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Untuk menentukan tebal perkerasan nilai  $\bar{I}$  harus diketahui terlebih dahulu, dengan menggunakan nomogram seperti Gambar 2.3. cara menggunakan nomogram tersebut adalah :

- 1) Menentukan IPt dan IPO menggunakan nomogram yang sesuai, karena nomogram-nomogram tersebut berlainan untuk IP dan IPO.
- 2) Plotkan nilai DDT dan LER kedalam nomogram tersebut, kemudian tarik garis lurus dari DDT ke LER dan teruskan hingga memotong garis ITP.
- 3) Plotkan besarnya faktor regional (FR).
- 4) Tarik garis lurus dari harga ITP ke titik FR kemudian teruskan garis ini hingga memotong garis  $\bar{I}$  Pada titik potong inilah dibaca nilai  $\bar{I}$



Gambar 2.4 Nomogram Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen

Untuk  $IP_t = 2,0$  dan  $IP_o = \geq 3,9-3,5$

Sumber : Slidetodoc.com (2021)

Setelah  $\bar{I}$  diperoleh maka ketebalan perkerasan dapat dihitung dengan rumus :

$$\bar{I} = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \quad (2.8)$$

Dengan :

$\bar{I}$  : Indeks tebal permukaan setelah dikorelasikan (cm)

$a_1$  : Koefisien kekuatan relatif lapis perkerasan.

$D_1$  : Tebal lapis permukaan (cm).

$a_2$  : Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi.

$D_2$  : Tebal lapis pondasi (cm).

$a_3$  : Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah.

$D_3$  : Tebal lapis pondasi bawah (cm).

Batas tebal minimum lapis permukaan dan lapis pondasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini. Sedangkan untuk lapis pondasi bawah tebal minimum adalah 10 cm.

Tabel 2.11 Tebal Minimum Lapis Permukaan

$\bar{I}$	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung(Buras/Burtu/Burda)
3,00-6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston.
6,71-7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston.
7,50-9,99	7,5	Lasbutag, Laston.

$\geq 10,00$	10	Laston
--------------	----	--------

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

Tabel 2.12 Tebal Minimum Lapis Pondasi

-	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00-7,49	20 *)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston atas
7,50-9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston atas
10-12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas
$\geq 12,25$	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston atas

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

\*) Batas 20 cm tersebut bisa diturunkan menjadi 10 cm jika pada pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

## 2.7 Metode AASTHO 1993

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

### 2.7.1 Tanah dasar Modulus Resilient (MR)

yaitu parameter perhitungan ketebalan perkerasan lentur untuk data tanah dan pengganti CBR yang digunakan sebagai penunjuk daya dukung lapis tanah dasar. Untuk tanah dasar MR diperoleh melalui korelasi nilai CBR seperti persamaan 2.9 :

$$M_R = 1500 \times \text{CBR (psi)} \quad (2.9)$$

### 2.7.2 Repetisi beban selama umur rencana

Pengulangan sumbu standar selama umur rencana ( $W_{18}$ ) yaitu sebagai berikut:

$$W_{18} = \sum x \times 365 \times N \quad (2.10)$$

Dimana:

$W_{18}$  : pengulangan beban lalu lintas sampai umur rencana (UR).

$x$  : lalu lintas harian rata-rata tahunan.

$N$  : adalah angka ekivalen jenis kendaraan  $i$ .

$D_A$  : adalah faktor distribusi arah rencana.

$D_L$  : faktor distribusi rencana

365: hari dalam 1 tahunan.

### 2.7.3 Umur rencana

Umur rencana memiliki fungsi sebagai angka yang digunakan untuk menghitung repetisi lalu lintas.

### 2.7.4 *Structur Number (SN)*

*Structur Number (SN)* yaitu fungsi ketebalan lapis yang sudah disetarakan kemampuannya dari wujud kinerja perkerasan jalan. Persamaan 2.11 :

$$N = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3 \quad (2.11)$$

Dimana:

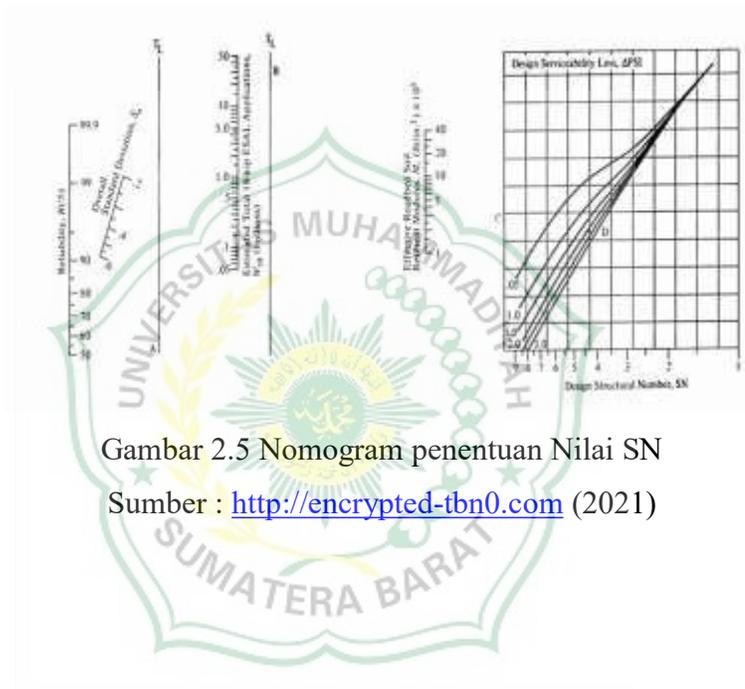
SN : nilai Structur Number.

$a_1, a_2, a_3$  : koefisien relatif pada lapis.

$D_1, D_2, D_3$  : ketebalan tiap lapis.

$m_2, m_3$  : koefisien drainase dari tiap lapis.

Nilai SN bisa menggunakan nomogram seperti Pada Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Nomogram penentuan Nilai SN

Sumber : <http://encrypted-tbn0.com> (2021)

### 2.7.5 Reliability

*Reliability* diartikan untuk kemungkinan jika tingkat pelayanan tercapai ditingkat tertentu dari sisi pandang para pengguna jalan sepanjang umur rencana (UR).

### 2.7.6 Serviceability

*Serviceability* yaitu nilai penentu pada tingkat pelayanan fungsional pada salah satu sistem perkerasan jalan. Pada perkerasan baru dibuka (open traffic) serviceability bernilai sebesar 4.0-4.2.

### 2.7.7 Drainase

Merencanakan tebal perkerasan jalan, pengaruh kualitas drainase dinyatakan menggunakan koefisien drainase Tabel 1 berikut:

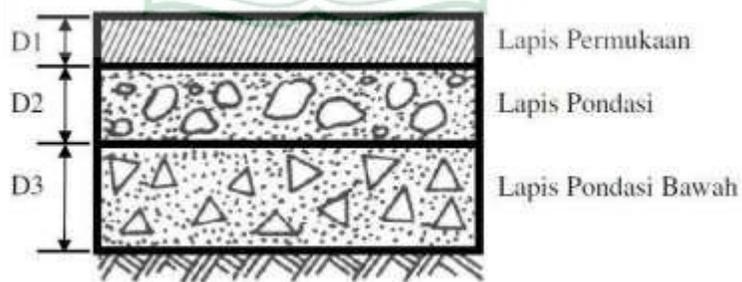
Tabel 2.13 Koefisien Drainase (m)

Kualitass Drainase	Persen waktu struktur perkerasaan dipengaruhi oleh kadar air mendekati jenuh			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Baik sekali	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,2
Baik	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1
Sedang	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,8
Jelek	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,6
Jelek sekali	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,4

Sumber : Sukirman (2010)

### 2.7.8 Modulus Elastisitas Lapisan

Untuk menentukan minimum tebal pada tiap lapis perkerasan yaitu dari mutu daya dukung lapis yang berada dibawahnya. Ilustrasi penentuan tebal lapis perkerasan minimum seperti Gambar 2 berikut:



Gambar 2.6 Ilustrasi Penentuan Tebal lapis perkerasan minimum

Sumber : <http://encrypted-tbn0.com> (2021)

Untuk menentukan modulus elastisitas setiap lapisan, dapat menggunakan persamaan 2.12 dan 2.13 :

$$a_2 = 0,249(\text{Log } E_{BS}) - 0,0977 \quad (2.12)$$

$$a_3 = 0,227(\text{Log } E_{SB}) - 0,839 \quad (2.13)$$

Dimana:

$a_2, a_3$  : koefisien relatif pondasi

$E_{BS}, E_{SB}$  : modulus elastisitas lapis pondasi

## 2.8. Data Primer

### 1. Data umum

- Data data proyek

### 2. Data lingkungan

- Data luas lahan

## 2.9. Data Sekunder

### 1. Data lalu lintas

### 2. Peta lokasi



Tabel 2.14 Contoh Hasil perhitungan dengan Metode Analisa Komponen

No	Parameter Analisa	Hasil
1	Umur Rencana (UR)	10 tahun
2	Perkembangan lalu lintas (i)	7,5%
3	CBR tanah dasar	5,1 %
4	Iklim	>900 mm/th
5	Lhr awal	219 kend/hari
6	Lhr akhir	454 kend/hari
7	Koefisien distribusi kendaraan (C) jalan kolektor 2 lajur 2 arah C kendaraan ringan C kendaraan berat	0,5
8	Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)	20,04
9	Lintas Ekuivalen Akhir	42,185
10	Lintas Ekuivalen Rencana (LER)	31,112
11	IPo IPt FR	3,9 - 3,5 1,5 2
12	Nomogram	5
13	Indeks Tebal Perkerasan (ITP)	6
14	Koefisien kekuatan relatif (a):	0,14 0,12
15	Tebal perkerasan: Laston MS 340 Batu pecah kelas A Sirtu kelas B	5 cm 15 cm 10 cm

Sumber : Jurnal Rank Teknik

Tabel 2.15 Contoh hasil Perhitungan dengan metode AASTHO 1993

No	Parameter Analisa	Hasil
1	Umur pelayanan	10 tahun
2	Faktor distribusi arah(DD)	0,5
3	Faktor distribusi lajur	0,9
4	Perkembangan lalu	7,5%
5	Beban gandar standar	78432,32
6	CBR tanah dasar	5,1 %
7	Koefisien drainase	1
8	<i>Terminal Serviceability Index (Pt)</i>	2,5
9	<i>Standard Deviate (So)</i>	0,45
10	<i>Reliability (R)</i>	85%
11	<i>Initial Present Serviceability Index</i>	4,2
12	<i>Terminal Serviceability Index (Pt)</i>	2
13	$= P_o - P_t$	2,2
14	Deviasi Standar	-1,037
15	Beban Gandar Tunggal Standar	1109589
16	Nilai Modulus	7650 psi
17	Nilai Modulus Elastisitas (E):	205.000 psi 31000 psi 17000 psi
18	<i>Structural Number (SN):</i>	1,3
19	Tebal Perkerasan Laston MS 340 (	Batu pecah kelas A

Sumber : jurnal Rank teknik

11 cm

8 cm

18 cm

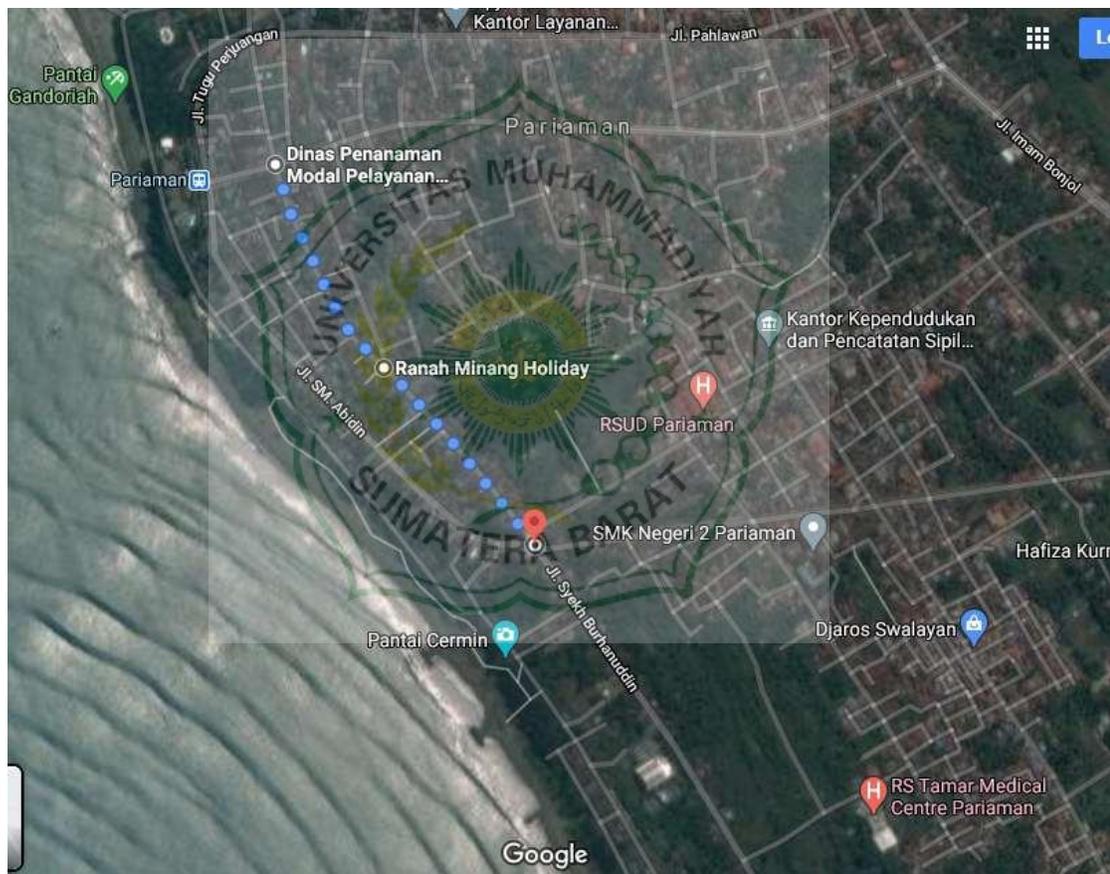


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Tempat penelitian ini berada di kota Pariaman tepatnya di (Jalan Simpang Pasar Pariaman sampai dengan Simpang Kampung Keling) pembangunan pembukaan jalan ini sepanjang 931 meter.



Gambar 3.1 Lokasi Jalan

Sumber : Google Maps (5 Juni 2021)

Seterusnya, bisa dilihat pada tabel dibawah ini bagaimana keadaan ruas jalan yang akan di lakukan pembukaan ruas jalan baru.

Tabel 3.1 Perencanaan Jalan

No	Nama ruas Rekontruksi jalan	Lokasi Perencanaan		Keterangan		
		Sta	Panjang	Lebar		
1	Simpang Pasar	Awal	Akhir	( m )	( m )	
	Pariaman s.d	00+000	00+850	850,00	7,2-7,5	Aspal
	Simpang Keling	00+850	00+931	81,00	6.50	Aspal

Sumber: Data lapangan 2021

Jadi total panjang pembangunan jalan tersebut adalah sepanjang 931.00 m

### 3.2 Data Penelitian

Dalam sebuah penelitian pasti memiliki tujuan dari sebuah objek yang akan dilakukan sebuah penelitian.

Data yang dibutuhkan pada penelitian tugas akhir ini ada dua bagian yaitu :

#### 3.2.1 Data Primer

Data Primer merupakan data yang didapat dengan cara melakukan penelitian ke lapangan dan pada laporan lapangan yaitu :

- a. Data Umum
- b. Kondisi Lingkungan
- c. Data Tanah

### **3.2.2 Data Sekunder**

Data Sekunder merupakan data sebuah penelitian yang didapatkan secara tidak langsung atau bisa di katakana data tersebut didapatkan dari pihak lain.

- a. Data Lalu Lintas
- b. Peta Lokasi

### **3.3 Metode Analisa Data**

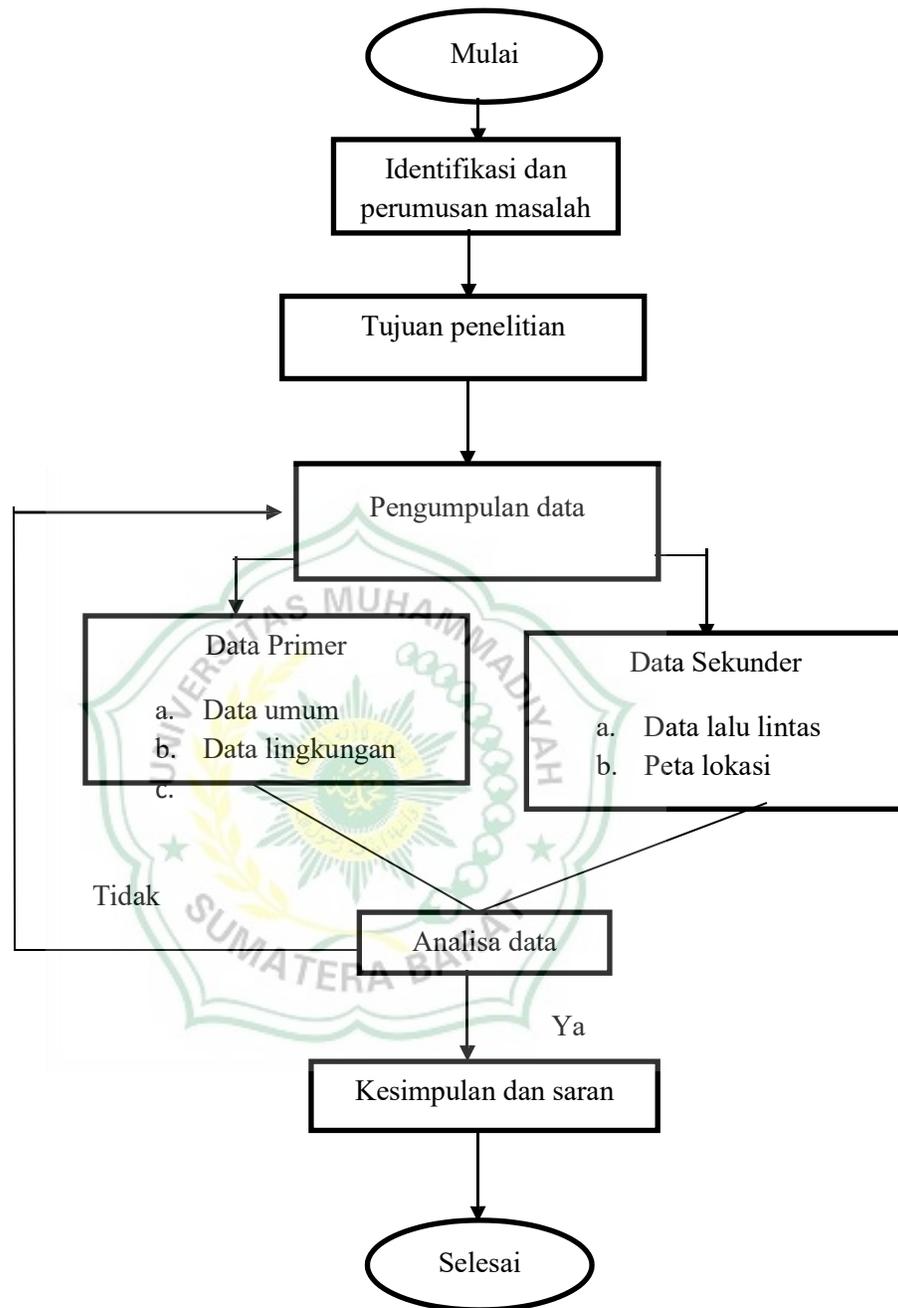
Setelah dilakukan penelitian disekitar pembangunan jalan baru tersebut ternyata banyak jalan jalan lama yang sudah tidak terkondisikan, ada jalan tanah dan dirasa perlu untuk dilakukannya perbaikan dan pembukaan jalan baru dari Simpang Pasar Pariaman Sampai Dengan Simpang Kelling sesuai dengan luas jalan yang akan dibangun.

Data akan dianalisa dengan menggunakan metode:

1. Analisa Komponen
2. AASTHO 1993

### **3.4. Bagan Alir Penelitian**

Berdasarkan langkah penulis maka dapat disusun bagan alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain perkerasan jalan lentur ini menggunakan 2 buah metode yaitu Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan metode AASTHO 1993

#### 4.1. Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

Data LHR yang digunakan dalam menganalisis perencanaan perkerasan jalan lentur ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data LHR survey lapangan tahun 2020

Kendaraan Ringan 2 Ton	1375 kendaraan
Kendaraan 8 Ton	348 kendaraan
Truck 2 as 13 Ton	124 kendaraan
Truck 3 as 20 Ton	15 kendaraan
Jumlah LHR	1862 kendraan

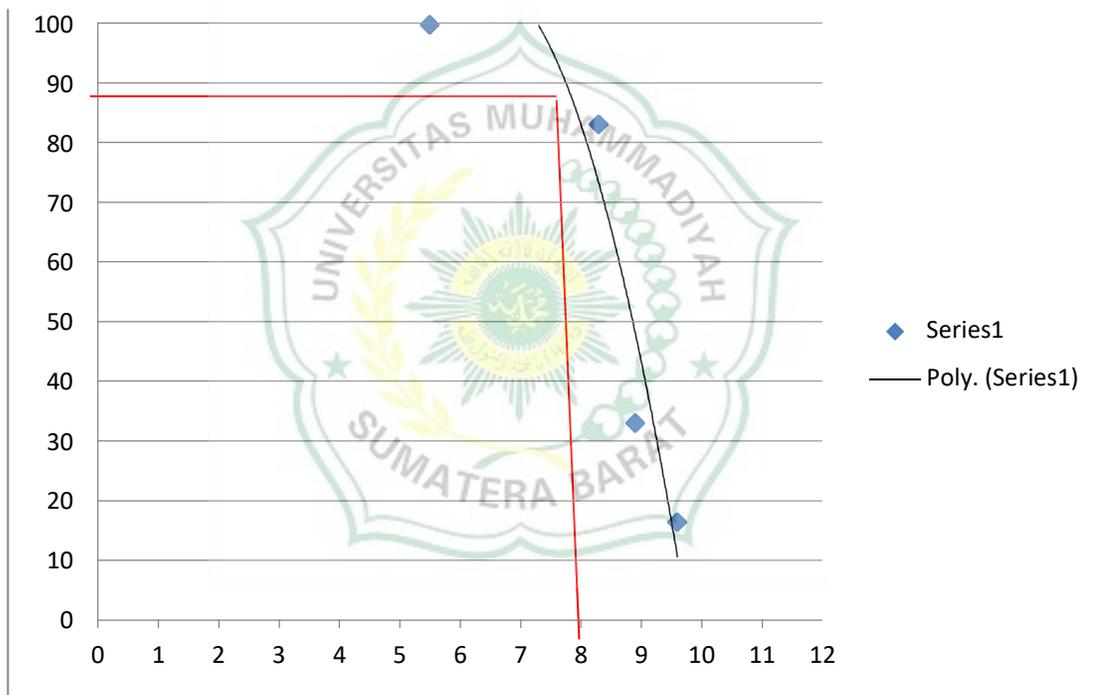
Sumber : Data lapangan (2020)

Pertumbuhan lalu lintas	5 %
Lebar perkerasan jalan	7.50 meter
Umur rencana jalan	20 tahun
Jalan di buka untuk umum	2022
Perkembangan lalu lintas (i) untuk 20 tahun	= 7%

Tabel 4.2 Perhitungan CBR dengan Metode grafis

No	Harga CBR titik pengamatan	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen yang sama atau lebih besar	hasil
1	5.5	6	$6/6 \cdot 100\%$	100
2	8.3	5	$5/6 \cdot 100\%$	83.3
3	8.3			
4	8.3			
5	8.9	2	$2/6 \cdot 100\%$	1.16
6	9.6	1	$1/6 \cdot 100\%$	0.16

Sumber : hasil perhitungan



Gambar : 4.1 grafik perhitungan cbr tanah dasar

Cbr tanah dasar (hasil pengujian) 8.16 %

Bahan-bahan perkerasan:

Laston (MS 744)  $a_1 = 0,40$

Batu pecah (CBR 100)  $a_2 = 0,14$

Sirtu (CBR 70)  $a_3 = 0,13$

#### 4.1.1 LHR pada tahun 2020 (awal umur rencana),

Rumus :  $LHR (1 + i)^n$

Kendaraan ringan 2 ton	$1375 \times (1+5)^2$	1.515.9 kendaraan
Bus 8 ton	$348 \times (1+5)^2$	383.67 kendaraan
Truk 2 as 13 ton	$124 \times (1+5)^2$	136.71 kendaraan
Truk 3 as 20 ton	$15 \times (1+5)^2$	16.53 kendaraan

#### 4.1.2 LHR Pada Tahun Akhir Umur Rencana,

Rumus  $LHR_{awal}(1 + i)^n$   $n = 20$  tahun

Kendaraan ringan 2 ton	$1.515.9 \times (1+7)^{20}$	5.866.0 kendaraan
Bus 8 ton	$383.67 \times (1+7)^{20}$	1484.6 kendaraan
Truk 2 as 13 ton	$136.71 \times (1+7)^{20}$	529.0 kendaraan
Truk 3 as 20 ton	$16.53 \times (1+7)^{20}$	63.9 kendaraan

#### 4.1.3 Perhitungan angka Ekuivalen (E)

Kendaraan ringan 2 ton	$0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
Bus 8 ton	$0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
Truk 2 as 13 ton	$0,1410 + 0,9238 = 1,0648$
Truk 3 as 20 ton	$0,2923 + 0,7452 = 1,0375$

#### 4.1.4 Perhitungan Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{i=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

dimana : E = angka ekuivalen masing - masing kendaraan

C = koefisien distribusi kendaraan

j = jenis kendaraan yang melintasi jalan

ctt : LHR yang dipergunakan adalah LHR awal pelaksanaan

Kendaraan ringan 2 ton	$0,50 \times 1.515.9 \times 0,0004 = 0.303$
Bus 8 ton	$0,50 \times 383.67 \times 0,1593 = 30.5593$
Truk 2 as 13 ton	$0,50 \times 136.71 \times 1,0648 = 72.7844$
Truk 3 as 20 ton	$0,50 \times 16.53 \times 1,0375 = 8.5749$
	$LEP = 112.22$

#### 4.1.5 Perhitungan Lintas Ekuivalen Akhir LEA

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

dimana : E = angka ekuivalen masing - masing kendaraan

C = koefisien distribusi kendaraan

j = jenis kendaraan yang melintasi jalan

UR = *Umur* Rencana,

catatan : LHR yang dipergunakan adalah LHR akhir

Kendaraan ringan 2 ton	$0,50 \times 5866.0 \times 0,0004 = 0,525$
Bus 8 ton	$0,50 \times 1484.6 \times 0,1593 = 62,717$
Truk 2 as 13 ton	$0,50 \times 529.0 \times 1,0648 = 69,904$
Truk 3 as 20 ton	$0,50 \times 63.9 \times 1,0375 = 40,878$
	LEA = 434.208

#### 4.1.6 Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{1}{2} (\text{LEP} + \text{LEA}) \\ &= \frac{1}{2} (112.22 + 434.208) = 273 \end{aligned}$$

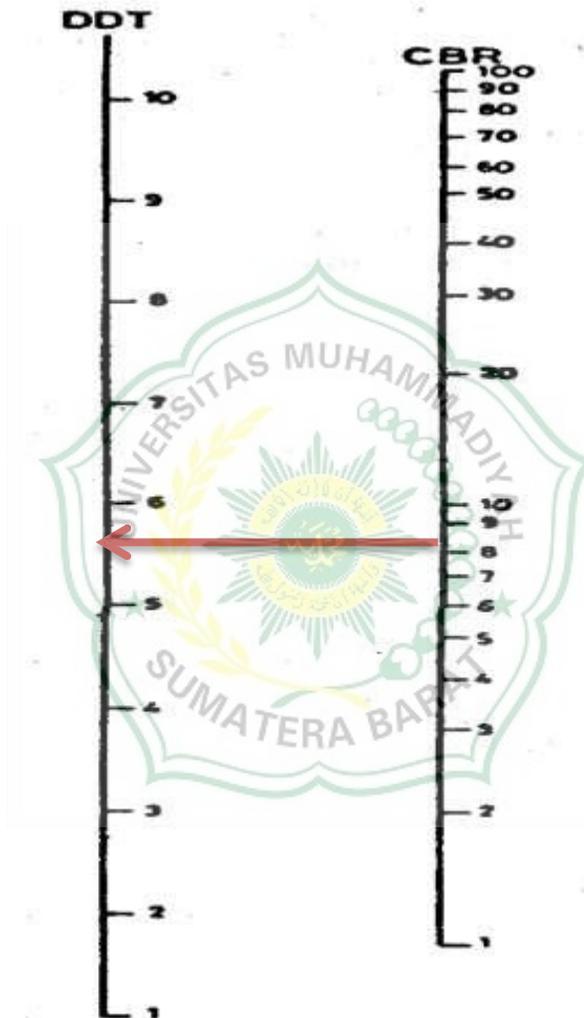
#### 4.1.7 Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET}_{20} \times \text{UR}/10 \\ &= 273 \times 20/10 = 546 \end{aligned}$$

#### 4.1.8 Daya Dukung Tanah

Harga DDT di dapat dari grafik korelasi antara nilai CBR dan DDT.

dengan CBR 8.16 % maka di dapat DDT 5.60



Grafik Korelasi CBR dan DDT

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 4.30 \times \log 8.16\% + 1.7 \\ &= 5.6 \end{aligned}$$

CBR tanah dasar = 8.16 %

DDT = 5.6

#### 4.1.9 Faktor Regional (FR)

Kelandaian = 6 – 10%

% Kendaraan berat = 3.82%

Iklim/curah hujan = < 900 mm/ tahun

FR = 2.0

#### 4.1.10 Indeks permukaan awal umur rencana $ip_0$

Lapis permukaan dipakai laston dengan roughness > 1000

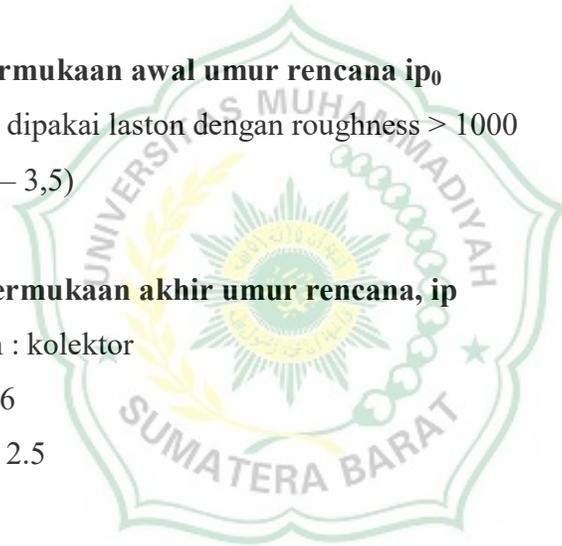
$IP_0 = 3,9 - 3,5$

#### 4.1.11 Indeks permukaan akhir umur rencana, $ip$

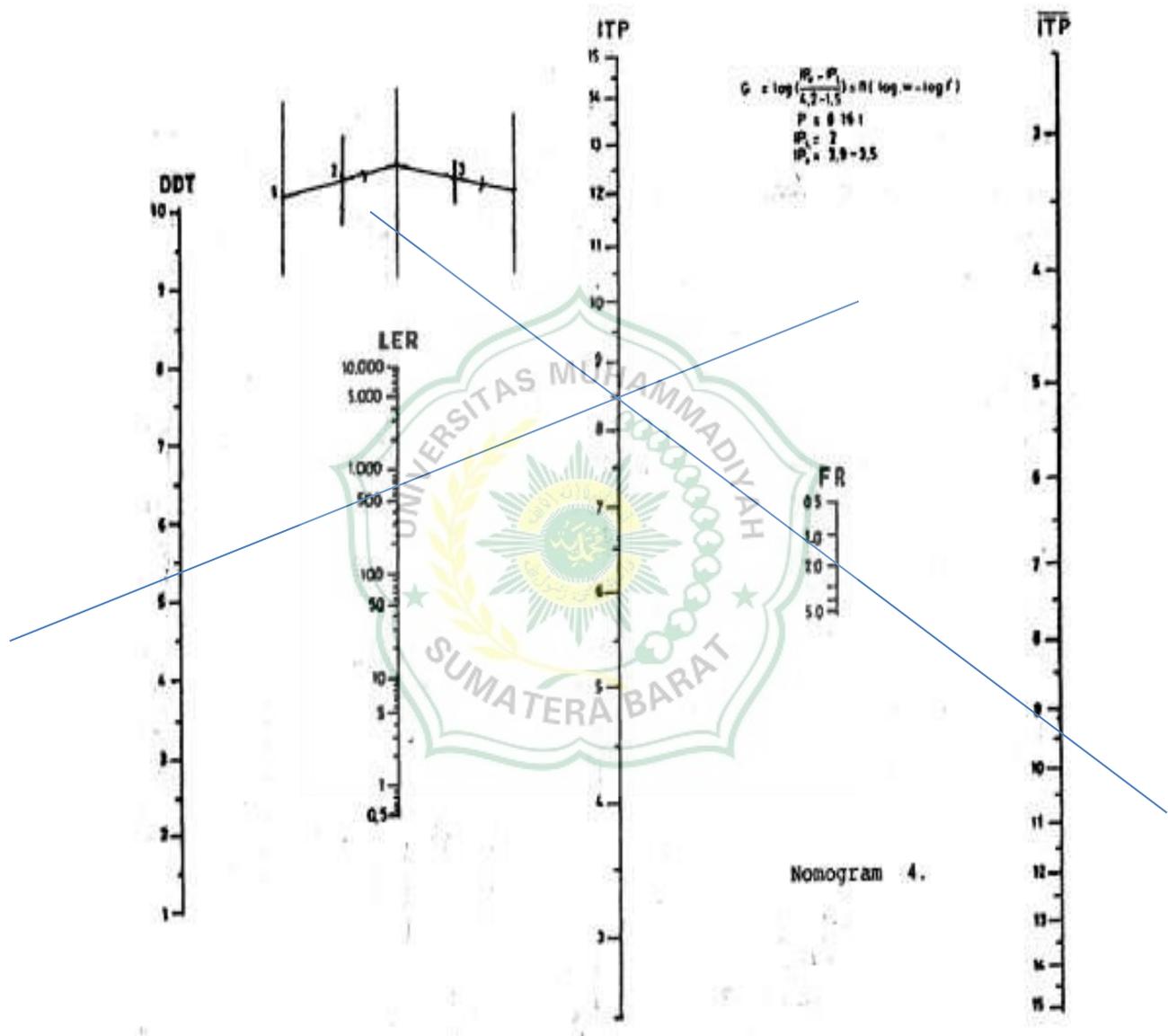
Tipe jalan : kolektor

LER = 546

$Ip = 2.0 - 2.5$



Mencari indeks tebal perkerasan, ITP



Gambar 4.2 Nomogram untuk IP = 2,0 dan IP0 = 3,9 - 3,5 UR 20 Tahun

$$I_p = 2.5$$

$$I_{Po} = 3,9 - 3,5$$

$$ITP = 9.4$$

$$a_1 = 0.40$$

$$D_1 = 7.5 \text{ cm}$$

$$a_2 = 0.14$$

$$D_2 = 20 \text{ cm}$$

$$a_3 = 0.13$$

$$D_3 = ?$$

$$\bar{I} = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$$

$$9.4 = 0,40 \times 7.5 + 0,14 \times 20 + 0,13 \times D_3$$

$$9.4 = 3,5 + 2,6 + 0,11 D_3$$

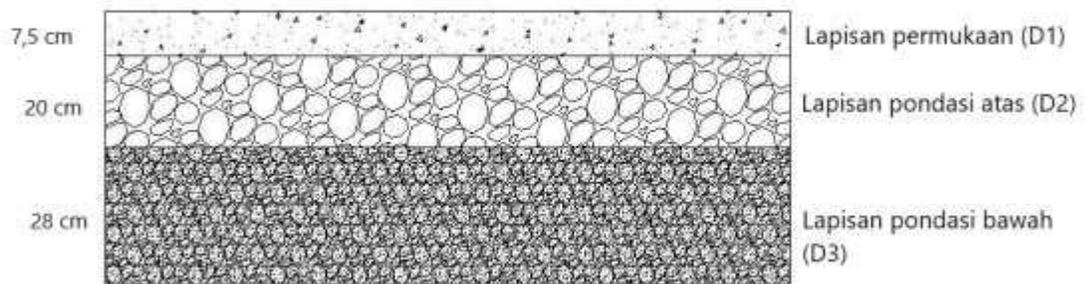
$$0,13 D_3 = 9.4 - 5.8$$

$$D_3 = 3.6 / 0,13$$

$$D_3 = 27,69 \text{ cm} \approx 28 \text{ cm}$$

Tabel 4.3 Rencana Ketebalan Minimum

Rencana lebar Perkersan	Umur rencana	LER	ITP	Ketebalan Minimum Dcm		
				D1	D2	D3
1 jalur 2 arah	20 Tahun	546	9.4	7.5	20	28.00



Gambar 4.3 Hasil perhitungan Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987



## 4.2. Metode Aastho 1993

### 4.2.1 Data-data

- Data LHR tahun 2020

Tabel 4.4 Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

No	Jenis kendaraan	Volume kendaraan
1	Kendaraan Ringan 2 ton	1375
2	Kendaraan 8 ton	348
3	Truk 2 as 13 ton	124
4	Truk 3 as 20 ton	15

Sumber : Hasil survey lapangan tahun 2021

- CBR tanah dasar 8,16 %
- Umur Rencana Jalan 20 Tahun
- Klasifikasi jalan Kolektor
- Pertumbuhan lalu lintas 7%

### Faktor Distribusi Arah serta Lajur ( DD DL)

Menurut AASHTO 1993, nilai DD = 0,5 Faktor distribusi lajur DL = 100%

Kemudian untuk mencari  $W_{18}$  menggunakan persamaan dibawah ini :

$$W_{18} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18} \times 365 \left[ \frac{\{(1+i)^n - 1\}}{i} \right]$$

$$\hat{w}_{18} \text{ kendaraan ringan} = 3.234$$

$$\text{Bus 8 ton} = 340.48$$

$$\text{Truck 2 AS 13 ton} = 207.22$$

$$\text{Truck 3 AS 20 ton} = 140.3621$$

Kendaraan ringan 2 ton

$$W_{18} = 0,5 \times 100\% \times 3.234 \times 365 \left[ \frac{\{(1 + 0,07)^{20} - 1\}}{0,07} \right]$$

$$= 590.2 \times 40.9954$$

$$= 241954,850$$

Bus 8 ton

$$W_{18} = 0,5 \times 100\% \times 340.48 \times 365 \left[ \frac{\{(1 + 0,08)^{20} - 1\}}{0,08} \right]$$

$$= 62137,6 \times 40,9954$$

$$=2547,3557$$

Truck 2 AS 13 ton

$$W_{18} = 0,5 \times 100\% \times 207.22 \times 365 [ \{(1 + 0,08)^{20} - 1\} / 0,08 ]$$

$$= 37817,65 \times 40,9954$$

$$= 1550349,6881$$

Truck 3 AS 20 ton

$$W_{18} = 0,5 \times 100\% \times 140.3621 \times 365 [ \{(1 + 0,08)^{20} - 1\} / 0,08 ]$$

$$= 25616,083 \times 40,9954$$

$$= 150141,569$$

$$\text{Total } W_{18} = 241954,850 + 2547,3557 + 1550349,6 + 150141,56$$

$$= 1944993,3657$$

$$\text{Log}_{10} W_{18} = 6,2889181$$

### Indeks Kemampuan Pelayanan ( $\Delta$ PSI)

$$P_o = 4 \quad 4.0 - 4.2 \text{ (digunakan 4)}$$

$$P_t = 2$$

$$\Delta\text{PSI} = P_o - P_t$$

$$= 4 - 2$$

$$= 2$$

## Reliabilitas (R)

Tabel 4.5 Reliabilitas

Klasifikasi Fungsional	Reliabilitas yang direkomendasikan	
	Dalam kota	Luar kota
Jalan antar kota dan bebas hambatan	85-99,9	80-99,9
Jalan arteri	80-90	75-95
Jalan kolektor	80-95	75-95
Jalan lokal	50-80	50-80

Sumber : google 20 juli 2021

R : 90 %

S<sub>o</sub> : 0,4 – 0,5 diambil 0,5

## Koefisien Drainase

Koefisien *drainase* digunakan yaitu 1.0

Tabel 4.6 koefisien drainase

Kualitas drainase	Persen waktu perkerasan dalam keadaan lembab-jenuh			
	<1	1-5	5-25	>25
Baik sekali	1,4 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Baik	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,0	1,0
Cukup	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,0 - 0,80	0,80
Buruk	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Buruk sekali	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Deviasi Standar Keseluruhan (S<sub>o</sub>)

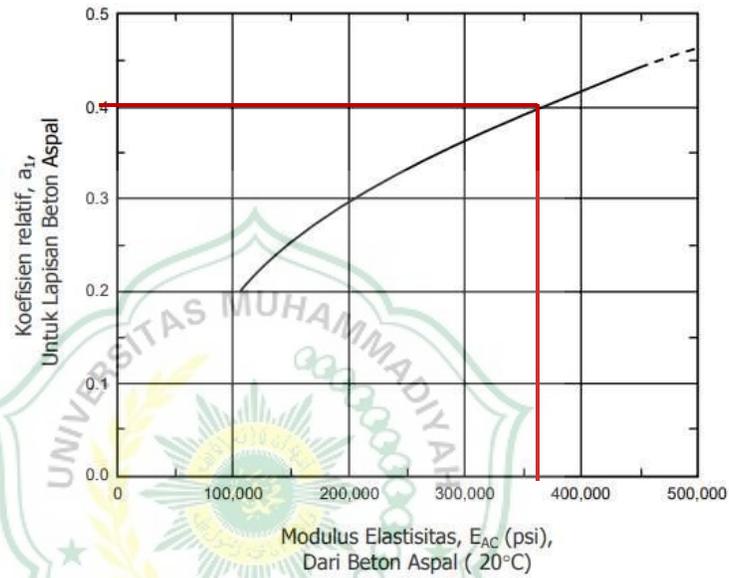
Koefisien drainase yang digunakan (m<sub>i</sub>) = 1.0

Koefisien lapisan

Perencanaan perkerasan :

- a. Lapis Permukaan (*Surface course*) digunakan yaitu Laston MS 744kg. Laston mempunyai koefisien lapisan yang telah ditentukan dalam data perencanaan yaitu 0,40

Dengan grafik :



Gambar 4.4 hasil perhitungan

Dari gambar diatas didapatkan nilai *Elastic Modulus* (EAC) yaitu 360.000 psi.

- B. Lapis Pondasi Atas (*Base course*) digunakan Batu pecah kelas A yaitu 0,14.

$$a_2 = 0,249 \times (\log_{10} \text{EBS}) - 0,977$$

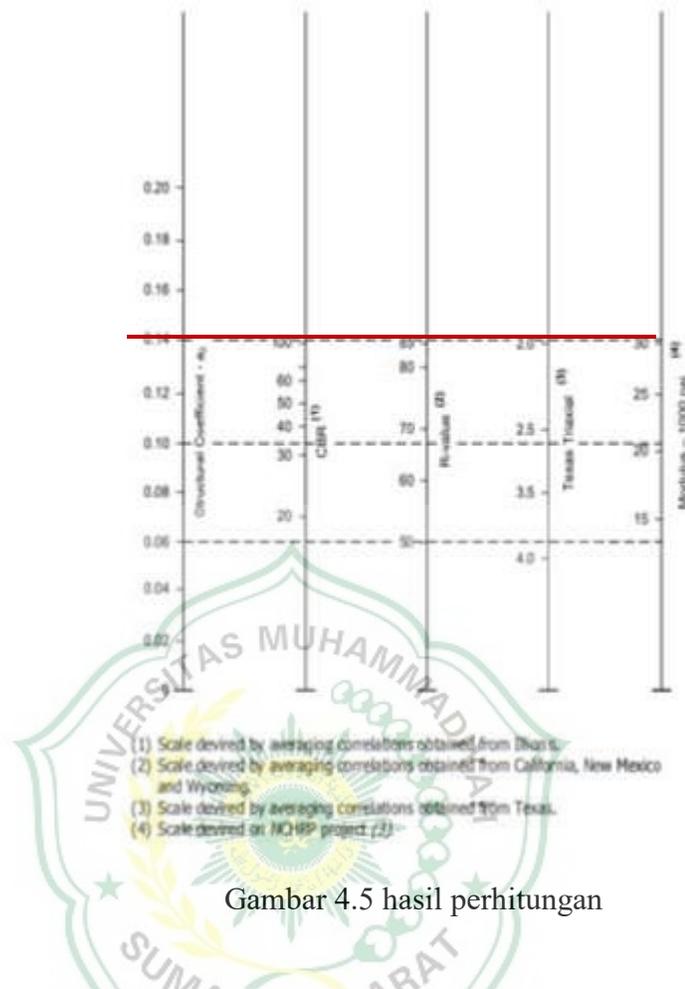
$$0,14 = 0,249 \times (\log_{10} \text{EBS}) - 0,977$$

$$0,14 + 0,977 = 0,249 \times (\log_{10} \text{EBS})$$

$$1,117/0,249 = \log_{10} \text{EBS}$$

$$4,4859 = \log_{10} \text{EBS}$$

$$\text{EBS} = 30.614 \text{ psi}$$



Gambar 4.5 hasil perhitungan

b Lapis Pondasi Bawah (*Subbase course*) digunakan sirtu/pitrun kelas B yaitu 0,13

$$a_3 = 0,249 \times (\log_{10} EBS) - 0,839$$

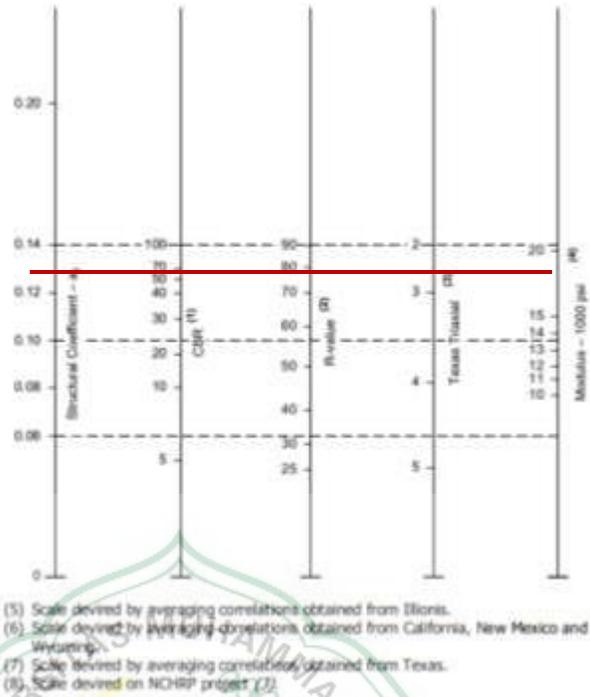
$$0,13 = 0,249 \times (\log_{10} EBS) - 0,839$$

$$0,13 + 0,839 = 0,249 \times (\log_{10} EBS)$$

$$0,959 / 0,226 = \log_{10} EBS$$

$$4,2243 = \log_{10} EBS$$

$$EBS = 16.759$$



Gambar 4.6 Hasil Perhitungan

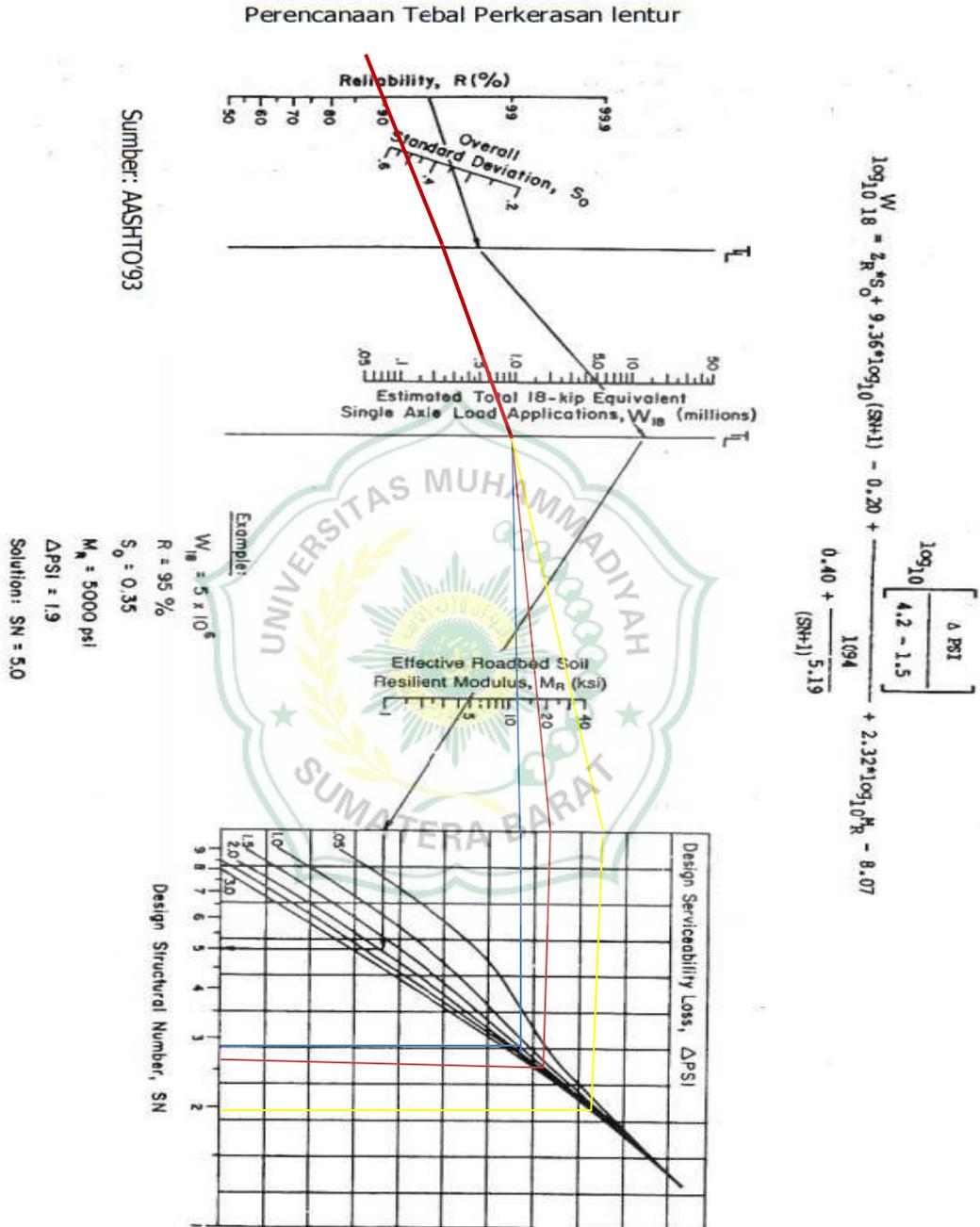
**Modulus Resilient (Mr)**

Dengan nilai CBR = 8,16%

Maka,

$$\begin{aligned}
 Mr &= 1500 \times \text{CBR} \\
 &= 1500 \times 8,16 \\
 &= 12.240 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Structure Number (SN)



Gambar 4.7 Hasil perhitungan

Berdasarkan nomogram diatas dapat ditentukan nilai SN pada lapisan-lapisan sebagai berikut :

$$SN_{total1} = 2,9$$

$$SN1 = 1.9$$

$$SN2 = 2.6$$

a. Lapis Permukaan 1,66993

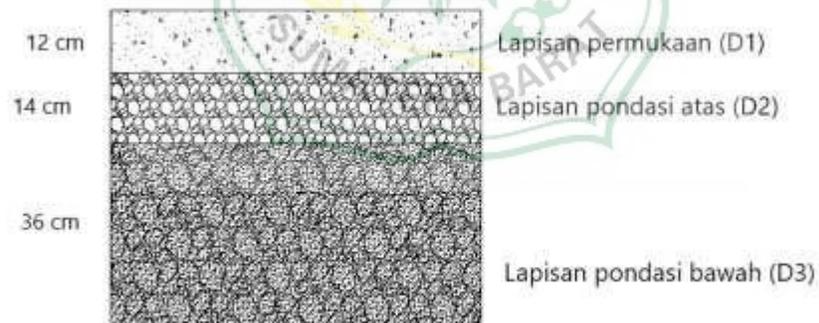
$$D1 = \frac{1.66993}{1.9} = 0.87891 = 4.75 \text{ i} = 12.06 \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

b. Lapis Pondasi Atas

$$D2 = \frac{2.6}{1.9} = 1.36842 = 5.5555 \text{ i} = 14.10 \text{ m} = 14 \text{ cm}$$

c. Lapis Pondasi bawah

$$D3 = \frac{2.9}{1.9} = 1.52632 = 14.272 \text{ inch} = 36.25 \text{ cm} = 36 \text{ cm}$$



Gambar 4.8 Hasil perhitungan Metode AASTHO 1993

#### 4.2.7 Perbandingan Hasil Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen dan Metode AASTHO 1993

Tabel 4.7 Perbandingan hasil tebal perkerasan metode Analisa Komponen dan AASTHO 1993

	ANALISA KOMPONEN	AASTHO 1993
Laston	7.5 cm	12 cm
Batu pecah kelas a cbr 100%	20 cm	14 cm
Sirtu cbr 70 %	28 cm	36 cm
Tanah dasar cbr 8.16 %	8.16 %	8.16 %
Umur Rencana (UR)	20 Tahun	20 Tahun
Faktor distribusi arah(DD)	0.5	0.5
<i>Structural Number (SN)</i>		2.0
Po - Pt	2	2
Reabilitas (R)		90 %
Koefisien drainase		1.0
<i>Modulus Resident</i>		12.240 psi
Faktor Regional	2.0	

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari perencanaan perkerasan lentur dalam skripsi ini, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari perhitungan berdasarkan umur rencana 20 tahun diperoleh tebal lapisan untuk metode analisis komponen. Tebal lapisan yang dihitung memenuhi syarat dari yang direncanakan yaitu  $D_1$  (Laston) = 7.5 cm  $D_2$  = 20 cm dan  $D_3$  = 28 cm, sedangkan untuk metode AASTHO 1993 tebal lapisan yang di hitung adalah sebesar  $D_1$  = 12 cm  $D_2$  = 14 cm dan  $D_3$  = 36 cm.
2. Dari hasil perhitungan terdapat perbedaan ketebalan antara kedua metode. Metode analisis komponen memiliki ketebalan yang lebih kecil dibandingkan dengan metode ASTHO 1993.

#### 5.2 Saran

1. Mengingat ada beberapa metode perencanaan perkerasan lentur, sebaiknya dalam perencanaan perkerasan lentur dibandingkan setidaknya 2 metode untuk mengetahui metode mana yang lebih baik dan efisien untuk diaplikasikan ke pembuatan jalannya.
2. Dalam suatu perencanaan perkerasan jalan raya sangat baik jika diperhitungkan juga temperatur atau iklim karena mungkin dalam pelaksanaan terdapat perbedaan temperatur dan mungkin akan berpengaruh pada campuran aspal.

3. Perencanaan jalan raya haruslah ditetapkan sedemikian rupa agar jalan direncanakan nantinya akan memberi pelayanan yang baik terhadap kegiatan lalu lintas sesuai dengan fungsinya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, F.H.A., Subagio, B.S., Hariadi, E.S., Weningtyas, W. 2015, Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2013 Studi kasus: Jalan Nasional Losari – Cirebon, *Jurnal Teknik*, 22(2), 147-163
- AASHTO, 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*. American Association of State Highway and Transportation Official, Washington, DC.
- C. C. Mantiri, T. K. Sendow, and M. R. . Manoppo, “Analisa Tebal Perkerasan Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode AASTHO 1993, “ J.Sipil Statik, Vol. 7 , no. 10, pp. 1303-1316,2019.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga “ *Manual Perkerasan Jalan*” Jakarta, 1983.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga “ *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Komponen (Bina Marga)*”, 1987.
- Deddy Kurniawan. , Helga Yermadona. , Idris Wailussy, “*Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Dan AASHTO (Studi Kasus: Jalan Lubuk Alai - Koto Lamo Kabupaten Lima Puluh Kota)*”, “Rang Teknik Journal, Vol. 2 No.2 Juni 2019.
- SNI-1732-1989-F. 1989. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Metode Analisa Komponen, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Sukirman, Silvia “ *Perkerasan Lentur Jalan Raya* “, Nova, 1999.
- Wulandari, Reni “*Tinjauan Perencanaan Perkerasan Jalan Tapalan-Padang Kubang Kabupaten Pasaman Barat*”, Universitas Muhamadiyah Sumatra Barat 2010