

SKRIPSI

**EVALUASI PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR
DENGAN METODE BINA MARGA 2002 DAN BINA MARGA 2017**

**(Studi Kasus: Jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah,
Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil



Oleh

VINNY AFRIANTI ZIKRA

20180147

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

2024

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN
METODE BINA MARGA 2002 DAN BINA MARGA 2017
(Studi Kasus: Jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan
Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman)

Oleh

VINNY AFRIANTI ZIKRA

20180147

Dosen Pembimbing I,



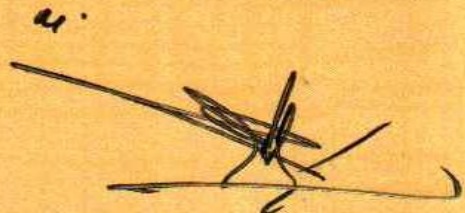
Dr. Eng., Ir., Masril, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat,



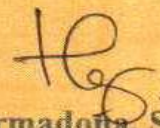
Dr. Eng., Ir., Masril, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

Dosen Pembimbing II,



Gusmulvani, S.T., M.T.
NIDN. 0007107301

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Helga Yermadona, S.Pd., M.T.
NIDN. 1013098502

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 21 Agustus 2024 Di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Bukittingi, 21 Agustus 2024
Mahasiswa,



Vinny Afrianti Zikra

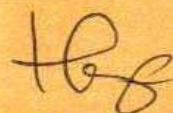
20180147

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 21 Agustus 2024 :

1. Dr. Eng., Ir., Masril, S.T., M.T.
2. Asiya Nurhasanah Habirun, S.ST., M.Eng.
3. Endri, S.T., M.T.
4. Helga Yermadona, S.Pd., M.T.

1.
2.
3.
4.

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik sipil



Helga Yermadona, S.Pd., M.T.

NIDN. 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Vinny Afrianti Zikra
Tempat dan tanggal lahir : Lubuk Sikaping, 27 April 2002
NIM : 20180147
Judul Skripsi : Evaluasi Perencanaan Tebal Perkerasan
Lentur Dengan Metode Bina Marga 2002
Dan Bina Marga 2017 (Studi Kasus: Jalan
Simpang III Benai – Kampung Tongah,
Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten
Pasaman)

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 UM Sumatera Barat.

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

Bukittinggi, 21 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan





Vinny Afrianti Zikra

20180147

ABSTRAK

Jalan merupakan salah satu infrastruktur terpenting bagi masyarakat untuk menjangkau suatu daerah ke daerah lainnya. Jalan harus dibangun dengan menggunakan material yang memiliki kualitas baik serta menggunakan perhitungan tebal perkerasan yang efektif dan efisien. Lokasi ini berada di Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman, yang sebelumnya berupa jalan setapak yaitu jalan tanah, bebatuan, dan rusak menjadi jalan aspal yang bertujuan untuk memperlancar transportasi dan perekonomian antar desa. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui cara menghitung tebal perkerasan lentur dengan menggunakan Metode Bina Marga 2002 dan Metode Bina Marga 2017. Perhitungan untuk perkerasan jalan ini diawali dengan data tanah (CBR tanah dasar), perhitungan tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 2002 dan metode Bina Marga 2017, serta perbandingan lapis tebal perkerasan dari kedua metode tersebut. Pada perhitungan Bina Marga 2002 didapat tebal lapisan $D1 = 5$ cm, $D2 = 15$ cm, $D3 = 20$ cm. Adapun pada perhitungan metode Bina Marga 2017 didapat lapisan AC WC = 4 cm, AC BC = 6 cm, dan LPA Kelas A = 40 cm. Bina Marga 2017 adalah pembaruan daripada Bina Marga 2002 maka menurut penulis sebaiknya dilakukan perencanaan jalan sesuai dengan metode yang terbaru.

Kata Kunci : Perkerasan Lentur, Bina Marga 2002, Bina Marga 2017.



ABSTRACT

Roads are one of the most important infrastructures for people to reach one area to another. Roads must be built using good quality materials and using effective and efficient pavement thickness calculations. This location is at Simpang III Benai - Kampung Tengah, Mapat nggul District, Pasaman Regency, which was previously a dirt, rocky and damaged path, which has become an asphalt road with the aim of facilitating transportation and the economy between villages. The aim of this research is to find out how to calculate the thickness of flexible pavement using the 2002 Bina Marga Method and the 2017 Bina Marga Method. The calculation for road pavement begins with soil data (CBR of subgrade), calculating the thickness of flexible pavement using the 2002 Bina Marga method and the Bina Marga method Marga 2017, as well as a comparison of the thickness of the pavement layers from the two methods. In the 2002 Bina Marga calculations, the layer thickness $D1 = 5$ cm, $D2 = 15$ cm, $D3 = 20$ cm. Meanwhile, in the 2017 Bina Marga calculation method, the AC WC layer = 4 cm, AC BC = 6 cm, and LPA Class A = 40 cm. Bina Marga 2017 is an update to Bina Marga 2002, so according to the author, road planning should be carried out according to the latest methods.

Keywords : Flexible Pavement, Bina Marga 2002, Bina Marga 2017.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

ABSTRAK

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pendahuluan	4
2.1.1 Klasifikasi Jalan	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan.....	8
2.2.2 Jenis dan Fungsi Konstruksi Perkerasan Lentur	9
2.2.3 Metode Perhitungan Perkerasan Jalan.....	13
2.2.3.1 Data Tanah	14
2.2.3.2 Perhitungan Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen 2002	14
2.2.3.3 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	27
3.2 Data Penelitian.....	27
3.2.1 Jenis Data.....	27
3.2.2 Teknik Pengumpulan Data.....	28
3.3 Metode Analisis Data.....	28
3.4 Bagan Alir Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Tinjauan Umum	30
4.1.1 Data Perencanaan	30
4.1.2 Data Tanah	30
4.1.3 Data Lalu Lintas	32

4.2 Perhitungan Bina Marga 2002	33
4.2.1 Beban Koefisien dan Konfigurasi Sumbu	33
4.2.2 Indeks Permukaan (IP)	33
4.2.3 Realibilitas	33
4.2.4 Nilai Modulus Material Lapisan Perkerasan	34
4.2.5 Serviceability	34
4.2.6 Perhitungan Angka Ekvivalen Sumbu Kendaraan (E)	34
4.2.7 Menghitung Lintasan Ekvivalen Selama Umur Rencana (W_{18})	35
4.2.8 Menentukan Tebal Lapis Perkerasan	36
4.2.9 Menentukan Nilai SN dan Tebal Perkerasan Masing-Masing	38
4.3 Perhitungan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017	40
4.3.1 Umur Rencana	40
4.3.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	40
4.3.3 Analisa Volume Lalu Lintas	40
4.3.4 Lalu Lintas Pada Lajur Rencana	41
4.3.5 Faktor Ekvivalen Beban (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	41
4.3.6 Beban Sumbu Standar Kumulatif	41
4.4 Hasil Perbandingan Lapis Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017	44
BAB V PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan	7
Tabel 2. 2 Klasifikasi Jalan Menurut Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	8
Tabel 2. 3 Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Untuk Berbagai Macam Klasifikasi Jalan	16
Tabel 2. 4 Nilai Penyimpangan Normasi Standar untuk Tingkat Reliabilitas tertentu	17
Tabel 2. 5 Faktor Distribusi Lajur (DL)	18
Tabel 2. 6 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP_0)	19
Tabel 2. 7 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP_t)	19
Tabel 2. 8 Tebal Minimum Lapis Permukaan Laston dan Lapis Pondasi Agregat (inci)	21
Tabel 2. 9 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)	22
Tabel 2. 10 Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	22
Tabel 2. 11 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah	24
Tabel 2. 12 Faktor Distribusi Lajur (D_L)	25
Tabel 2. 13 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar	26
Tabel 2. 14 Desain Perkerasan Lentur – Aspal Dengan Lapis Pondasi Berbutir	26
Tabel 4. 1 Tabel 4.1 Data Hasil CBR	30
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Nilai CBR	31
Tabel 4. 3 Data LHR	32
Tabel 4. 4 Pembebanan Sumbu Kendaraan	33
Tabel 4. 5 Angka Sumbu Ekuivalen (E)	35
Tabel 4. 6 Perhitungan (W_{18})	35
Tabel 4. 7 LHR Tahun 2024	40
Tabel 4. 8 LHR Tahun 2044	41
Tabel 4. 9 ESA5 (2024-2025)	42
Tabel 4. 10 ESA5 (2025-2045)	43
Tabel 4. 11 Bagan Desain Struktur Perkerasan	43
Tabel 4. 12 Hasil perbandingan tebal lapis perkerasan	44

DAFTAR GAMBAR

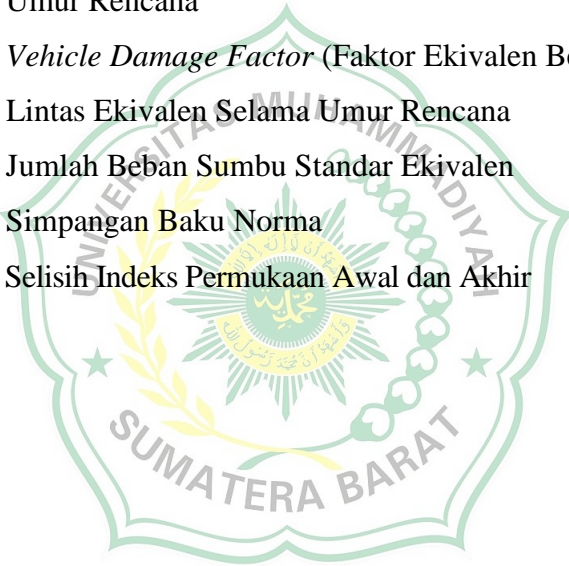
Gambar 2. 1 Perkerasan Lentur pada Permukaan Tanah Asli	12
Gambar 2. 2 Perkerasan Lentur pada Tanah Timbunan	13
Gambar 2. 3 Perkerasan Lentur pada Daerah Galian.....	13
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Antara Nilai CBR Segmen Pada Angka 90%.....	32
Gambar 4. 2 Koefisien Lapisan Permukaan (a1).....	36
Gambar 4. 3 Koefisien Lapisan Pondasi Atas (a2)	37
Gambar 4. 4 Koefisien Lapisan Pondasi Bawah (a3)	37
Gambar 4. 5 Tebal Lapis Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2002	39
Gambar 4. 6 Tebal Lapis Perkerasan dengan Metode MDPJ 2017	43



DAFTAR NOTASI

a	= Koefisien Kekuatan Relatif
AC	= <i>Asphalt Concrete</i> (Laston/ Lapis Aspal beton)
AC-Base	= <i>Asphalt Concrete Base</i>
AC-BC	= <i>Asphalt Concrete Binder Course</i> (Laston Lapis Permukaan Antara)
AC-WC	= <i>Asphalt Concrete Wearing Course</i> (Laston Lapis Aus)
ATB	= <i>Asphalt-Treated Base</i>
C	= Koefisien Distribusi Kendaraan Sesuai Dengan Jumlah Lajur
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
CTB	= <i>Cement-Treated Base</i>
DCP	= <i>Dynamic Cone Penetrometer</i>
DD	= Faktor Distribusi Arah
DDT	= Daya Dukung Tanah
DL	= Faktor Distribusi Lajur
E	= Angka Ekuivalen
g	= Perkembangan Lalu-Lintas
HRS	= <i>Hot Rolled Sheet</i> (Lataston/ Lapis Tipis Aspal Beton)
HRS-BC	= <i>Hot Rolled Sheet Base Course</i> (Lataston Lapis Permukaan Antara)
HRS-WC	= <i>Hot Rolled Sheet Wearing Course</i> (Lataston Lapis Aus)
i	= Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan (%)
IP	= Indeks Permukaan
IP ₀	= Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana
IP _t	= Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana
LHR	= Lalu Lintas Harian Rata-Rata
LHR ₀	= LHR pada Awal Umur Rencana
LHR _A	= LHR pada Akhir Umur Rencana
LPA	= Lapisan Permukaan Atas
LPB	= Lapisan Permukaan Bawah
MDPJ	= Manual Desain Perkerasan Jalan
M _R	= <i>Modulus resilient</i> tanah dasar (psi)

MST	= Muatan Sumbu Terberat
n	= Umur Pelayanan
N	= Faktor Umur Rencana
R	= Faktor Penggali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif
R	= <i>Reliability</i>
S ₀	= Standar Deviasi
SGRG	= Sumbu Ganda Roda Ganda
SN	= Angka <i>structural relative</i> perkerasan
STA	= Stasioning / Penentuan Jarak Dimulai Dari Titik Awal
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Ganda
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
UR	= Umur Rencana
VDF	= <i>Vehicle Damage Factor</i> (Faktor Ekuivalen Beban)
W18	= Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana
W _t	= Jumlah Beban Sumbu Standar Ekuivalen
ZR	= Simpangan Baku Norma
ΔPSI	= Selisih Indeks Permukaan Awal dan Akhir



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu infrastruktur terpenting bagi masyarakat untuk menjangkau suatu daerah ke daerah lainnya. Oleh sebab itu, jalan harus dibuat secara merata sesuai kelas dan fungsinya. Untuk menghasilkan jalan yang layak digunakan oleh masyarakat, jalan harus dibangun dengan menggunakan material yang memiliki kualitas baik serta menggunakan perhitungan tebal perkerasan yang efektif dan efisien.

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah No. 34, 2009).

Perencanaan tebal perkerasan yang akan diuraikan ini merupakan dasar dalam menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan untuk suatu jalan raya. Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Faktor utama yang mempengaruhi tebal lapis perkerasan tersebut adalah beban lalu lintas harian rata-rata (LHR), kondisi lingkungan dan karakteristik material (Paquette, 2002).

Perencanaan perkerasan jalan dikatakan baik apabila konstruksi tersebut memberikan beberapa sifat yaitu kuat, nyaman dan bernilai ekonomis. Konstruksi perkerasan harus mampu mendukung beban lalu lintas serta ketahanannya terhadap kondisi lingkungannya (Kilreski, 1990).

Pada jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman, yang sebelumnya berupa jalan setapak yaitu jalan tanah, bebatuan, dan rusak menjadi jalan aspal yang bertujuan untuk memperlancar transportasi dan perekonomian antar desa. Pada proyek ini pemerintah setempat memutuskan menggunakan perkerasan lentur sebagai

konstruksi jalan, karena dianggap lebih tahan lama dan cocok untuk medan setempat.

Pada saat ini banyak cara yang digunakan untuk membantu penelitian tentang perbaikan jalan. Dalam hal ini penulis berencana melakukan penelitian pada ruas jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman, dan mengevaluasi tebal perkerasan jalan pada jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman dengan melakukan perbandingan menggunakan Metode Bina Marga 2002 dan Metode Bina Marga 2017. Karena setiap jalan provinsi memiliki jumlah LHR yang berbeda-beda, sehingga setiap ruas jalan provinsi memiliki susunan lapis perkerasan sesuai dengan jumlah LHR di jalan, maka digunakan Metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017 untuk evaluasi urutan lapis perkerasan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil evaluasi desain tebal perkerasan pada jalan Simpang III Benai yang sesuai dengan Metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017?

1.3 Batasan Penelitian

Untuk mempermudah pembahasan maka penulis memberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian ini berada di Jalan Simpang III Benai - Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman (STA 0+000 sampai STA 2+600)
2. Perhitungan evaluasi tebal lapis perkerasan menggunakan Metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017.
3. Umur rencana untuk perkerasan adalah 20 tahun menggunakan Metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017.
4. Survey lalu lintas dilakukan selama tiga hari dengan durasi 12 jam.

1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tebal struktur perkerasan yang dipakai pada jalan Simpang III Benai berdasarkan Metode Bina Marga 2002 dan Metode Bina Marga 2017.

2. Membandingkan tebal perkerasan berdasarkan metode Metode Bina Marga 2002 dan Metode Bina Marga 2017.

1.4.2 Manfaat Penelitian

1. Sebagai referensi untuk perencanaan tebal perkerasan selanjutnya menggunakan Metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017.
2. Penelitian sebagai bentuk usaha dalam merealisasikan ilmu yang diperoleh selama masa kuliah di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan tentang dasar-dasar teori yang berkaitan dengan penelitian yang mengacu dari sumber yang relevan dalam membantu penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan tentang lokasi penelitian, data penelitian, metode analisis data, dan bagan alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menguraikan tentang perhitungan dan pembahasan hasil dari penelitian yang telah dikumpulkan.

BAB V PENUTUP

Menguraikan tentang kesimpulan dan saran yang merupakan bagian penutup dari skripsi peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

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 semulanya 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.

Menurut (Tenriajeng, 2002) dalam buku yang berjudul *Rekayasa Jalan Raya-2*, menyatakan bahwa perkerasan jalan adalah campuran antara agregat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai : batu pecah, batu belah, batu kali, hasil samping peleburan baja. Bahan ikat yang digunakan: aspal, semen, tanah liat. Sedangkan menurut (Saodang, 2005), struktur perkerasan merupakan gabungan dari komposisi bahan, yang masing- masing berbeda elastisitasnya.

Berdasarkan bahan pengikatnya menurut (Sukirman, 1991), perkerasan jalan dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Fleksibel pavement*). Perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Adapun lapisan perkerasan lentur yang berada paling atas adalah lapisan permukaan *surface course* yang berfungsi sebagai penahan

beban roda secara langsung, dengan 10 stabilitas tinggi dan merupakan lapisan aus atau yang menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus. Kemudian dibawahnya terdapat lapisan pondasi atas base crouse dimana lapisan ini menggunakan material dengan indeks CBR > 50,0% dan PI plastisitas indeks < 4%, yang tersusun dari material-material alam seperti batu pecah kelas A hingga C, kerikil pecah, stabilitas dengan kapur atau semen. Adapun fungsi sebagai bagian lapisan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke bawahnya, selain itu lapisan *base crouse* juga berfungsi untuk bantalan dari lapisan permukaan peresapan lapisan pondasi bawahnya. Lapisan berikutnya merupakan lapisan pondasi bawah *subbase crouse* merupakan lapisan yang terletak antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar yang akan menyebarkan beban roda ke lapisan tanah dasar. Lapisan pondasi bawah ini harus kuat dengan memiliki CBR 20% dan plastisitas indeks < 10%. Selain itu lapisan pondasi bawah ini berfungsi sebagai lapisan peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi. Lapisan yang terakhir merupakan lapisan tanah dasar (*supergra*) yang merupakan tanah asli atau tanah yang didatangkan dari tempat lain dengan kadar air optimum dan memiliki ketebalan antara 50-100 cm.

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid pavement*). Perkerasan kaku merupakan perkerasan jalan menggunakan bahan ikat sement portland, pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Adapun jenis-jenis 11 perkerasan kaku dengan beton sebagai lapisan aus meliputi : perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan, perkerasan beton semen bersambung menerus dengan tulangan, perkerasan beton semen pratekan.
3. Konstruksi Perkerasan Jalan Komposit (*Composite pavement*). Perkerasan komposit merupakan perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dengan susunan berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur. Perkerasan semacam ini biasa dijumpai pada landasan udara, dimana landasan udara

dituntut untuk dapat menahan beban yang berat dari roda pesawat, namun harus tetap aus.

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Berikut klasifikasi jalan berdasarkan UU RI No. 38 Tahun 2004 dan PP No. 34 Tahun 2006, yaitu :

- a. Klasifikasi jalan menurut peruntukannya :
 - 1) Jalan umum, yaitu jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum.
 - 2) Jalan khusus, yaitu jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok untuk kepentingan sendiri.
 - 3) Jalan tol, yaitu jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol.
- b. Klasifikasi jalan menurut sistem jaringan :
 - 1) Jalan primer, merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi berwujud pusat kegiatan.
 - 2) Jalan sekunder, merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.
- c. Klasifikasi jalan menurut fungsinya :
 - 1) Jalan arteri, merupakan jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien
 - 2) Jalan kolektor, merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi
 - 3) Jalan lokal, merupakan jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

d. Klasifikasi jalan menurut kelas jalan :

Tabel 2. 1Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan Maksimum			Muatan Sumbu Terberat (Ton)
		Lebar (m)	Panjang (mm)	Tinggi (m)	
I	Arteri, Kolektor	2,5	18	4,2	10
II	Arteri, Kolektor, Lokal, Lingkungan	2,5	12	4,2	8
III	Arteri, Kolektor, Lokal, Lingkungan	2,1	9	3,5	8
Khusus	Arteri	> 2,5	> 18	4,2	> 10

Sumber : Undang-Undang No.22, 2009

e. Klasifikasi jalan menurut status :

1. Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, jalan strategis nasional, serta jalan tol. Menteri Pekerjaan Umum yang memiliki wewenang dalam penyelenggaraan jalan.
2. Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten / kota, dan jalan strategis provinsi. Pemerintah provinsi yang memiliki wewenang dalam penyelenggaraan jalan.
3. Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten. Pemerintah kabupaten yang memiliki wewenang dalam penyelenggaraan jalan.
4. Jalan kota, merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota. Pemerintah kota yang memiliki wewenang dalam penyelenggaraan jalan.

5. Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan. Pemerintah kabupaten yang memiliki wewenang dalam penyelenggaraan jalan.

f. Klasifikasi jalan menurut spesifikasi penyediaan prasarana jalan :

Tabel 2. 2Klasifikasi Jalan Menurut Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan

Kelompok Jalan	Kriteria Jalan	Jumlah dan Lebar Lajur
Jalan Bebas Hambatan (<i>Freeway</i>)	1. Pengendalian jalan masuk secara penuh 2. Tidak ada persimpangan sebidang 3. Dilengkapi pagar ruang milik jalan 4. Dilengkapi dengan median	Paling sedikit : a. 2 lajur setiap arah b. Lebar lajur 3,5 m
Jalan Raya (<i>Highway</i>)	1. Untuk lalu lintas secara menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas 2. Dilengkapi dengan median	Paling sedikit : a. 2 lajur setiap arah b. Lebar lajur 3,5 m
Jalan Sedang (<i>Road</i>)	1. Untuk lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi.	Paling sedikit : a. 2 lajur untuk 2 arah b. Lebar jalur 7 m
Jalan Kecil (<i>Street</i>)	1. Melayani lalu lintas setempat	Paling sedikit : a. 2 lajur untuk 2 arah b. Lebar jalur 5,5 m

Sumber :Departemen Pekerjaan Umum, 2009

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan sesuai

dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 1995).

Berdasarkan bahan pengikatnya perkerasan jalan dibedakan menjadi 3, yaitu:

a. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah perkerasan yang terdiri satu lapis menggunakan *portland cement* sebagai bahan pengikat. Memiliki kekakuan dan kuat tekan yang besar sehingga beban lalu lintas ditahan langsung oleh struktur perkerasan itu sendiri.

b. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang terdiri dari beberapa lapisan perkerasan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Beban diteruskan ke tanah dasar secara berjenjang dan berlapis (*layered system*). Beban yang diterima oleh tanah dasar (*subgrade*) harus lebih kecil dari daya dukung tanahnya.

c. Perkerasan komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit (*composite pavement*) adalah perkerasan dengan memakai dua bahan, dengan maksud menggabungkan dua bahan yang berbeda yaitu aspal dan beton.

2.2.2 Jenis dan Fungsi Konstruksi Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perencanaan perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai suatu lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya (Departemen Pekerjaan Umum, 1987).

Menurut Silvia Sukirman (2010), struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*) terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan-lapisan tersebut adalah:

a. Lapisan permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan jalan yang paling atas. Lapisan tersebut berfungsi untuk :

- 1) Lapisan perkerasan penahan beban roda, yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa

pelayanan.

- 2) Lapisan kedap air.
- 3) Lapis aus akibat gesekan roda kendaraan.
- 4) Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.

Lapisan permukaan dibedakan menjadi 2, yaitu :

- 1) Lapis aus (*wearing course*), merupakan lapis permukaan yang kontak dengan roda kendaraan dan perubahan cuaca.
- 2) Lapis permukaan antara (*binder course*), merupakan lapis permukaan yang terletak dibawah lapis aus dan diatas lapis pondasi.

Lapis permukaan perkerasan lentur menggunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapis yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memiliki daya tahan selama masa pelayanan. Jenis lapis permukaan yang umum digunakan di Indonesia yaitu :

- 1) Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston = *Hot Rolled Sheet* = HRS), merupakan lapis permukaan yang menggunakan agregat gradasi senjang dengan ukuran agregat maksimum 19 mm (3/4 inci). Ada dua jenis lataston yang digunakan yaitu :
 - a) Lataston Lapis Aus, atau *Hot Rolled Sheet Wearing Course* = HRS-WC, tebal nominal minimum 30 mm dengan tebal toleransi ± 4 mm.
 - b) Lataston Lapis Permukaan Antara, atau *Hot Rolled Sheet Base Course* = HRS-BC, tebal nominal minimum 35 mm dengan tebal toleransi ± 4 mm.
- 2) Lapis Aspal Beton (Laston = *Asphalt Concrete* = AC), merupakan lapis permukaan yang menggunakan agregat bergradasi baik. Laston sesuai digunakan untuk lalu lintas berat. Ada dua jenis laston yang digunakan sebagai lapis permukaan, yaitu :
 - a) Laston Lapis Aus, atau *Asphalt Concrete Wearing Course* = AC-WC, menggunakan agregat dengan ukuran maksimum 19 mm (3/4 inci). Lapis AC-WC bertebal nominal minimum 40 mm dengan tebal toleransi ± 3 mm.

- b) Laston Lapis Permukaan Antara atau *Asphalt Concrete Binder Course* = AC-BC, menggunakan agregat dengan ukuran maksimum 25 mm (1 inci). Lapis AC-BC bertebal nominal minimum 50 mm dengan tebal toleransi ± 4 mm.
- 3) Lapis Penetrasi Macadam (Lapen) adalah suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan agregat penutup dan dipadatkan. Lapen sesuai digunakan untuk lalu lintas ringan sampai dengan sedang.
- 4) Lapis Asbuton Agregat (Lasbutag) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan *filler* (bila diperlukan) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Lapis lasbutag bertebal nominal minimum 40 mm dengan ukuran agregat maksimum 19 mm (3/4 inci).
- b. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)
- Lapisan pondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapisan pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah). Lapisan pondasi atas berfungsi untuk :
- 1) Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
 - 2) Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
 - 3) Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Jenis lapis pondasi atas yang umum digunakan di Indonesia adalah :

- 1) Laston Lapis Pondasi (*Asphalt Concrete Base* = AC-Base), tebal nominal minimum 60 mm dengan tebal toleransi ± 5 mm. Agregat yang digunakan berukuran maksimum 37,5 mm (1,5 inci).
- 2) Lasbutag Lapis Pondasi, tebal nominal minimum 50 mm dengan ukuran agregat maksimum adalah 25 mm (1 inci)

3) Lapis Pondasi Agregat, adalah lapis pondasi dari butir agregat. Berdasarkan gradasinya lapis pondasi agregat dibedakan atas agregat kelas A dan agregat kelas B. Tebal minimum setiap lapis minimal 2 kali ukuran agregat maksimum.

c. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub-Base Course*)

Lapisan pondasi bawah yaitu lapisan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar yang berfungsi untuk :

- 1) Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- 2) Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah lebih murah daripada lapisan di atasnya.
- 3) Lapis resapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.

Jenis lapis pondasi bawah yang umum digunakan di Indonesia adalah lapis pondasi agregat kelas C. Lapis pondasi agregat kelas C ini dapat digunakan sebagai lapis pondasi tanpa penutup aspal.

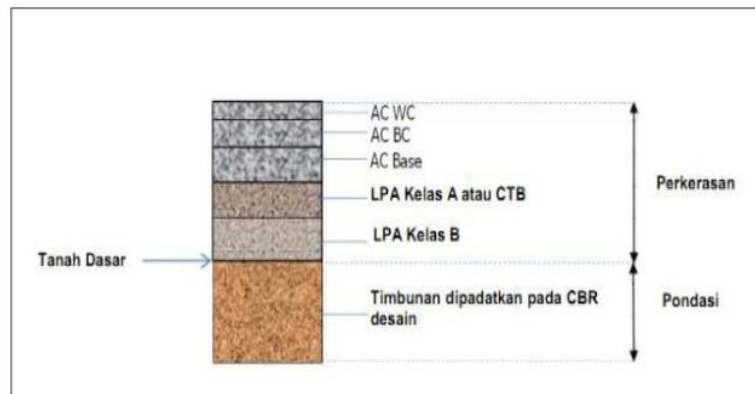
d. Lapis Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Adapun tipikal struktur perkerasan lentur dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 1 Perkerasan Lentur pada Permukaan Tanah Asli

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017



Gambar 2. 2 Perkerasan Lentur pada Tanah Timbunan

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017



Gambar 2. 3 Perkerasan Lentur pada Daerah Galian

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017

2.2.3 Metode Perhitungan Perkerasan Jalan

Tebal perkerasan jalan dapat dihitung dengan banyak metode, misalnya adalah menggunakan metode Bina Marga (Indonesia), dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Awalnya metode yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan jalan adalah dengan menggunakan metode empiris (pengamatan). Namun, seiring berjalannya waktu metode tersebut berubah menjadi metode analitik, yang mengandalkan kaidah teoritis dan perhitungan secara eksak. Kemudian berubah menjadi metode empiris-analitis dan dinamakan dengan metode Bina Marga (Indonesia) dan metode AASHTO 1993 (Amerika).

2.2.3.1 Data Tanah

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan nilai perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam persentase. Data CBR digunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar di lapangan. Untuk mendapatkan nilai CBR lapangan digunakan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) yang dapat mendeteksi nilai CBR.

Nilai DCP dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$DCP = \frac{\text{Kumulatif Penetrasi}}{\text{Kumulatif Tumbukan}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Log CBR untuk DCP konus 30°

$$\text{Log CBR} = 1,352 - 1,125 \log DCP \dots \dots \dots (2.2)$$

Log CBR untuk DCP konus 60°

$$\text{Log CBR} = 2,8135 - 1,313 \log DCP \dots \dots \dots (2.3)$$

Pengujian CBR bertujuan untuk menentukan kekokohan permukaan lapisan tanah yang umumnya akan dipakai sebagai urugan (*sub-base*) atau lapisan tanah dasar (*sub-grade*) konstruksi jalan (Budi, 2011).

Nilai CBR dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$CBR = 10^{\log CBR} \dots \dots \dots (2.4)$$

2.2.3.2 Perhitungan Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen 2002

Untuk menentukan Struktural Number rencana yang diperlukan Nomogram dapat dipergunakan apabila dipenuhi kondisi-kondisi berikut :

- a. Perkiraan lalu-lintas masa *dating* (W_{18}) adalah pada akhir umur rencana
- b. *Reliability* (R)
- c. *Overall Standard Deviation* (S_0)
- d. Modulus resilien efektif (*effective resilient modulus*) material tanah dasar (MR) $1,500 \times CBR$
- e. *Design Serviceability* ($\Delta PSI = IP_0 - IP_t$)

Perhitungan perencanaan tebal perkerasan dalam pedoman ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapisan perkerasan, dengan rumus :

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

$a_1 a_2 a_3$ = Koefisien kekuatan relative bahan perkerasan

$D_1 D_2 D_3$ = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

Angka 1, 2, dan 3, masing-masing untuk lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah. Selain menggunakan nomogram, SN juga dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Rumus Dasar :

Rumus AASHTO

$$\log(w_{18}) = Z_R \times S_o + 9,36 \times \log(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07 \dots \dots \dots (2.6)$$

Rumus modifikasi Analisa Komponen 2002

$$\log(w_{18}) = Z_R \times S_o + 9,36 \times \log(ITP+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{IP_0 - I_{Pt}} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(ITP+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07 \dots \dots \dots (2.7)$$

Diketahui :

- W_{18} = Perkiraan kumulatif beban sumbu standar ekivalen
- Z_R = Deviasi Normal Standar
- S_o = Gabungan kesalahan standar dari prediksi lalu lintas dan prediksi kinerja
- SN = *Structural Number* = 2,54 x ITP
- ΔPSI = Selisih Indeks Permukaan Awal dan Akhir
- M_R = *Modulus Resilient*

Kriteria Perencanaan

1. Beban Lalu Lintas

a. Angka Ekuivalen

Setiap jenis kendaraan dengan terlebih dahulu menentukan angka ekuivalen masing-masing sumbu. Angka ekuivalen (E) untuk sumbu tunggal roda tunggal (STRT) rumus berikut ini harus dipergunakan.

$$\text{Angka Ekuivalen STRT} = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{5,4} \right)^4 \dots\dots\dots(2.8)$$

Untuk STRG, SGRG, STrRG dapat dilihat pada lampiran D Bina Marga 2002.

b. Reliabilitas

Konsep reliabilitas merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (*Degree of Certainty*) kedalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (Umur Rencana). Faktor perencanaan reliabilitas memperhitungkan kemungkinan variasi perkiraan lalu-lintas (W_{18}) dan perkiraan kinerja (W_{18}), dan karenanya memberikan tingkat reliabilitas (R) dimana seksi perkerasan akan bertambah selama selang waktu yang direncanakan.

Tabel 2. 3 Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Untuk Berbagai Macam Klasifikasi Jalan

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas Hambatan	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteri	80 - 99	75 - 95
Kolektor	80 - 95	75 - 95
Lokal	50 - 80	50 - 80

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2002.

Deviasi standar (S_0) harus dipilih yang mewakili kondisi tempat.

Rentang nilai S_0 adalah 0,40 - 0,50.

Tabel 2. 4 Nilai Penyimpangan Normasi Standar untuk Tingkat Reliabilitas tertentu

Reliabilitas, R (%)	Standar normal deviate, Z _R
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2002.

c. Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (W_{18}) diberikan dalam komulatif beban gandar standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana digunakan rumusan :

$$W_{18} = D_D \times D_L \times W_{18} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

D_D = Faktor distribusi arah

D_L = Faktor distribusi lajur

W_{18} = Lintas ekivalen selama umur rencana

Pada umumnya D_D diambil 0,5. Pada beberapa kasus khusus terdapat pengecualian dimana kendaraan berat cenderung menuju satu arah tertentu.

Tabel 2. 5 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Per Arah	% beban ganda standar dalam lajur rencana
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 - 75

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2002

Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur dalam pedoman ini adalah lalu-lintas kumulatif selama umur rencana. Secara numerik rumusan lalu lintas kumulatif ini sebagai berikut :

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

- W_t = Jumlah beban sumbu standar ekivalen 18-kip (ESAL)
- W_{18} = Lintas ekivalen selama umur rencana
- n = Umur pelayanan (tahun)
- g = Perkembangan lalu lintas (%)

2. Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Adapun berikut ini IP beserta artinya adalah seperti berikut :

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

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

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

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

Tabel 2. 6 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP₀)

Jenis Lapis Perkerasan	IP ₀	Ketidakrataan *) (IRI, mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1,0
	3,9 - 3,5	> 1,0
LASBUTAG	3,9 - 3,5	≤ 2,0
	3,4 - 3,0	> 2,0
LAPEN	3,4 - 3,0	≤ 3,0
	2,9 - 2,5	> 3,0

*) Alat pengukur ketidakrataan yang dipergunakan dapat berupa *roughometer* NAASRA, *Bump Integrator*, dll.

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2002

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana (IP_t), perlu diperhatikan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagaimana pada tabel berikut :

Tabel 2. 7 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP_t)

Klasifikasi Jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas Hambatan
1,0 - 1,5	1,5	1,5 - 2,0	-
1,5	1,5 - 2,0	2,0	-
1,5 - 2,0	2,0	2,0 - 2,5	-
-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2002.

3. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Berdasarkan jenis dan fungsi material lapis perkerasan, estimasi koefisien. Koefisien kekuatan relatif dikelompokkan kedalam 5 kategori, yaitu : beton aspal (*asphalt concrete*), lapis pondasi granular (*granular base*), lapis pondasi bawah granular (*granular subbase*), *Cement-Treated Base* (CTB), dan *Asphalt-Treated Base* (ATB).

4. Hitunglah Lintasan Ekuivalen Selama Umur Rencana (W₁₈)

Menggunakan rumus :

$$W_{18} = \sum LHR \times E \times D_D \times D_L \times N \times 365 \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

W_{18} = Lintas ekuivalen selama umur rencana

LHR = Lalu lintas harian rata-rata

E = Angka ekuivalen jenis kendaraan

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

N = Faktor umur rencana

365 = Jumlah hari dalam satu tahun

5. Menentukan nilai SN

Tentukan nilai SN dalam inci dengan menggunakan nomogram atau rumus:

$$\log(w_{18}) = Z_R \times S_O + 9,36 \times \log(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07 \quad (2.14)$$

Dimana :

W_{18} = Lintas ekuivalen selama umur rencana

ZR = Simpangan baku normal

S0 = Deviasi standar keseluruhan, bernilai antara 0,4 – 0,5

SN = Angka *structural relative* perkerasan (inci)

ΔPSI = Selisih indeks permukaan awal dan akhir

M_R = *Modulus resilient* tanah dasar (psi)

6. SN yang diperoleh harus sama dengan SN asumsi , jika diperoleh tidak sama dengan SN asumsi, maka langkah diulang kembali sampai ditemukan SN hasil hitungan sama dengan SN asumsi.

7. Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis. Tabel dibawah ini memperlihatkan nilai tebal minimum untuk lapis permukaan beton aspal dan lapis pondasi agregat.

Tabel 2. 8 Tebal Minimum Lapis Permukaan Laston dan Lapis Pondasi Agregat (inci)

Lalu-lintas (ESAL)	LASTON		LAPEN		LASBUTAG		Lapis Pondasi Agregat	
	inci	Cm	inci	cm	inci	cm	inci	cm
< 50.000*)	1,0*)	2,5	2	5	2	5	4	10
50.001 - 150.000	2,0	5,0	-	-	-	-	4	10
150.001 - 500.000	2,5	6,25	-	-	-	-	4	10
500.001 - 2.000.000	3,0	7,5	-	-	-	-	6	15
2.000.001 - 7.000.000	3,5	8,75	-	-	-	-	6	15
> 7.000.000	4,0	10,0	-	-	-	-	6	15

*) atau perawatan permukaan

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2002

2.2.3.3 Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017

Adapun ketentuan dan perhitungan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga 2017 yaitu sebagai berikut :

a. Umur Rencana (UR)

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru. Berikut adalah tabel umur rencana berdasarkan metode Bina Marga 2017.

Tabel 2. 9 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir.	20
	Pondasi jalan.	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>) seperti : jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	CTB (<i>Cement Treated Based</i>)	
Perkerasan Kaku	Lapisan pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk pondasi jalan).	10
<p>Catatan :</p> <p>3 Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana diatas, maka dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan <i>discounted life cycle cost</i> yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan <i>discounted life cycle cost</i> terendah. Nilai bunga diambil dari nilai rata-rata dari Bank Indonesia.</p> <p>4 Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan.</p>		

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017

Umur rencana tidak boleh diambil melampaui kapasitas jalan pada saat umur rencana.

b. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Jika tidak tersedia data-data faktor pertumbuhan lalu lintas, maka tabel berikut dapat digunakan :

Tabel 2. 10 Pertumbuhan Lalu Lintas (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 : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$R = \frac{(0+0,01 i)^{UR-1}}{0,01 i} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

- R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
- i : Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
- UR : Umur rencana (tahun)

c. 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. Volume tahun pertama adalah volume lalu lintas sepanjang tahun pertama setelah perkerasan diperkirakan selesai dibangun atau rehabilitasi.

Elemen utama beban lalu lintas dalam desain adalah :

- a) Beban gandar kendaraan komersial
- b) Volume lalu lintas yang dinyatakan dalam beban sumbu standar Jika daerah dengan lalu lintas rendah atau data lalu lintas tidak tersedia atau diperkirakan terlalu rendah maka tabel berikut dapat digunakan :

Tabel 2. 11 Perkiraan Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah

Deskripsi Jalan	LHR dua arah (kend/hari)	Kendaraan Berat (% dari lalu lintas)	Umur Rencana (Thn)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Faktor Penggali Pertumbuhan Kumulatif Lalu Lintas	Kelompok Sumbu/ Kendaraan Berat	Kumulatif HVGA (Kelompok Sumbu)	Faktor ESA/ HVGA	Beban Lalu Lintas Desain (aktual)
Jalan desa minor dengan kendaraan berat terbatas	30	3	20	1	22	2	14.454	3,16	$4,5 \times 10^4$
Jalan kecil dua arah	90	3	20	1	22	2	21.681	3,16	7×10^4
Jalan local	500	6	20	1	22	2,1	252.945	3,16	8×10^4
Akses local daerah industry atau quarry	500	8	20	3,5	28,2	2,3	473.478	3,16	$1,5 \times 10^4$
Jalan kolektor	2000	7	20	3,5	28,2	2,2	1.585.122	3,16	5×10^4

d. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas 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 (D_D) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (D_L).

Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (D_D) umumnya diambil 0,50 kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Untuk faktor distribusi lajur (D_L) ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. 12 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

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

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017

e. Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor* / VDF)

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. Perkiraan faktor ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*) dapat diperoleh dari :

- 1) Studi jembatan timbang / timbangan statis lainnya khusus untuk ruas jalan yang didesain.
- 2) Studi jembatan timbang yang pernah dilakukan sebelumnya dan dianggap cukup representatif untuk ruas jalan yang didesain.
- 3) Data WIM regional yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Teknik. Berikut adalah tabel klasifikasi kendaraan dan nilai VDF *standard* :

Tabel 2. 13 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar

Jenis kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua				
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0	
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-	
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0	
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	8,0	11,9	6,5	8,8	
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-	
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-	
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-	

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017

f. *Beban Sumbu Standar Kumulatif (Cumulative Equivalent Single Axle Load / CESAL)*

Beban sumbu standar kumulatif (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. Beban sumbu standar kumulatif dapat ditentukan menggunakan rumus persamaan berikut :

$$CESA5 = ESA \text{ (awal umur rencana)} + ESA \text{ (akhir umur rencana)} \dots \dots \dots (2.16)$$

Tabel 2. 14 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			

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian ini berada di Jalan Simpang III Benai - Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman (STA 0+000 – 2+600) dengan panjang jalan 2,6 km dan lebar jalan 5 m.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

Sumber : *Google Earth 8 April 2024*

3.2 Data Penelitian

3.2.1 Jenis Data

Jenis data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Data Primer
 - Hasil survey lalu lintas harian rata-rata (LHR)
2. Data Sekunder
 - Gambar rencana
 - Data *California Bearing Ratio* (CBR)

3.2.2 Teknik Pengumpulan Data

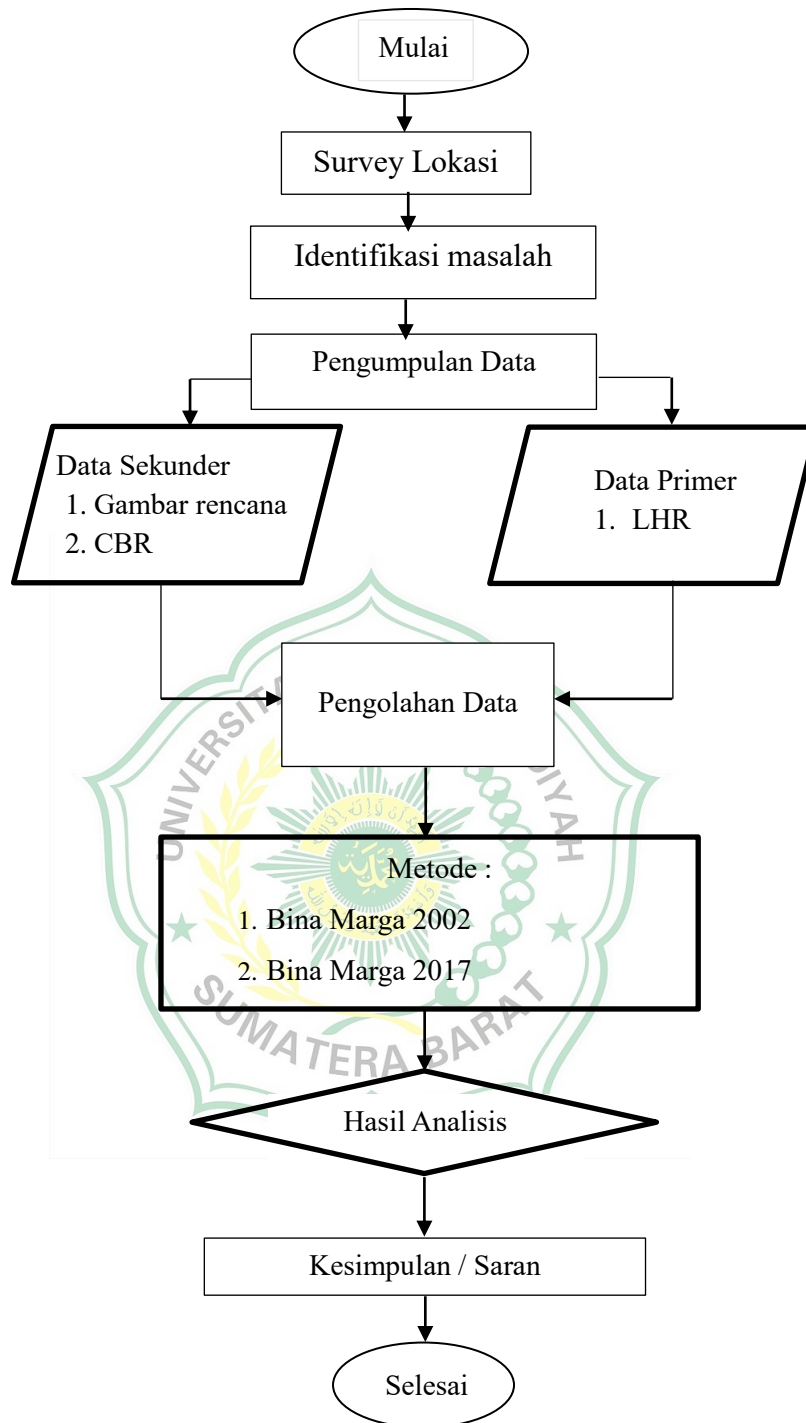
Pada sebuah perencanaan diperlukan suatu data, data berisi tentang informasi atau teori dasar sampai dengan peralatan yang dibutuhkan. Ada 2 macam data yaitu data primer dan data sekunder. Data yang penulis gunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, data tersebut adalah gambar rencana, data *California Bearing Ratio* (CBR), dan jumlah penduduk.

3.3 Metode Analisis Data

Dalam metode ini, data yang telah terkumpul akan dianalisis, kemudian diorganisir, diproses dan disajikan dalam bentuk perhitungan dan uraian secara sistematis dengan menjelaskan hubungan berbagai jenis data yang diperoleh dan selanjutnya akan menghasilkan kesimpulan terhadap semua pokok permasalahan yang diteliti. Pada tahapan ini dilakukan analisa dengan metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017.



3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

4.1.1 Data Perencanaan

Berikut merupakan data geometrik eksisting tebal perkerasan jalan pada ruas jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, yaitu :

1. Tipe jalan : 2 Lajur – 2 Arah
2. Jenis perkerasan : Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
3. Panjang jalan : 2,6 km (STA 0+000 – 2+600)
4. Lebar jalan : 5 m

4.1.2 Data Tanah

Data CBR (*California Bearing Ratio*) adalah nilai perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) yang dinyatakan dalam presentase. Pengujian CBR untuk peningkatan jalan adalah melakukan uji CBR lapangan. *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) adalah alat yang digunakan untuk mendapatkan nilai CBR lapangan. Data DCP merupakan data sekunder yang didapat dari Dinas PUPR Kabupaten Pasaman merupakan data yang diperoleh pada tahun 2022. Berikut adalah data hasil data CBR dari survey DCP pada ruas jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman :

Tabel 4. 1 Data Hasil CBR

No	STA	Posisi	Nilai CBR rata-rata
1	0 + 000	Kanan	5,0 %
2	0 + 200	Kiri	4,8 %
3	0 + 400	Kanan	4,8 %
4	0 + 500	Kiri	5,8 %
5	0 + 600	Kanan	5,9 %
6	0 + 800	Kiri	3,8 %
7	1 + 000	Kanan	5,6 %
8	1 + 300	Kiri	4,2 %

9	1 + 500	Kanan	6,0 %
10	1 + 700	Kiri	5,0 %
11	1 + 800	Kiri	3,8 %
12	2 + 000	Kanan	4,5 %
13	2 + 200	Kanan	5,2 %
14	2 + 400	Kiri	5,0 %
15	2 + 500	Kanan	5,8 %
16	2 + 600	Kiri	3,4 %

Sumber : Dinas PUPR Kabupaten Pasaman (2022)

Penentuan CBR segmen secara grafis yaitu sebagai berikut :

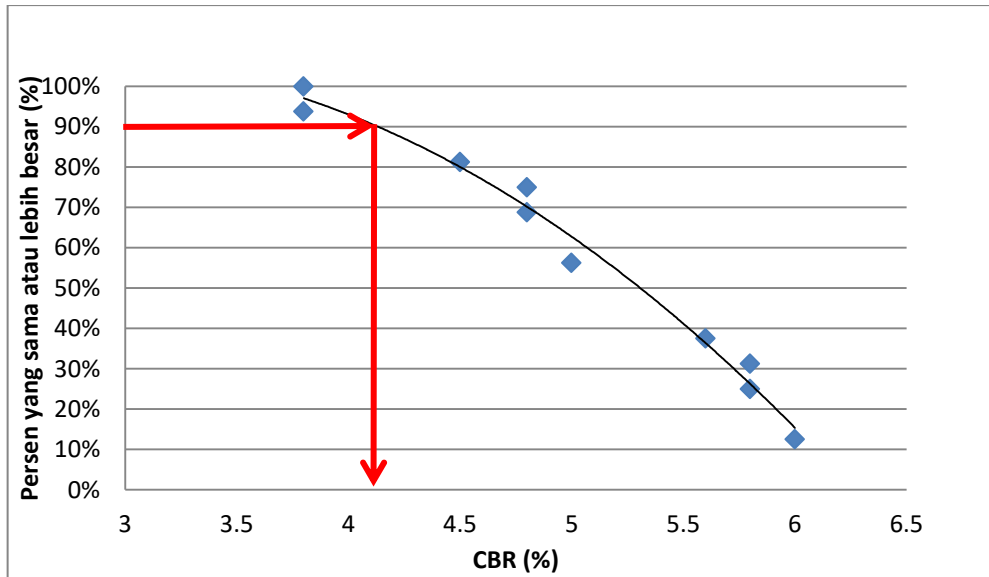
Menyusun nilai CBR terkecil sampai terbesar = 3,4%, 3,8%, 3,8%, 4,2%, 4,5%, 4,8%, 4,8%, 5%, 5%, 5%, 5,2%, 5,6%, 5,8%, 5,8%, 5,9%, 6%.

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Nilai CBR

CBR	Jumlah nilai CBR yang sama atau lebih besar	Persen data yang sama atau lebih besar (%)
3,4	16	100 %
3,8	15	93,75%
3,8		
4,2	13	81,25%
4,5	12	75%
4,8	11	68,75%
4,8		
5,0	9	56,25%
5,0		
5,0		
5,2	6	37,50%
5,6	5	31,25%
5,8	4	25%
5,8		
5,9	2	12,50%
6,0	1	6,25%

Sumber : Analisis Data (2024)

Grafik hubungan antara nilai CBR segmen diambil dari angka 90 :



Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Antara Nilai CBR Segmen Pada Angka 90%

Sumber : Analisis Data (2024)

Jadi, CBR Segmen yang diperoleh dengan metode grafis adalah 4,1%

4.1.3 Data Lalu Lintas

Pada tabel dibawah ini merupakan data LHR pada ruas jalan Simpang III Benai – Kampung Tengah, Kecamatan Mapat Tunggul Kabupaten Pasaman yaitu Mobil Pribadi sebanyak 163 kendaraan/hari, Mobil Pick Up sebanyak 65 kendaraan/hari, dan Truk 2 Sumbu sebanyak 31 kendaraan/hari yang dikelompokkan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Data LHR

No	Jenis Kendaraan	Beban (Ton)	LHR (Kend/Hari)
1	Kendaraan Ringan (Mobil Pribadi + Pick Up)	(1+1) Ton	228
2	Kendaraan Berat (Truk Sedang 2 Sumbu)	(5+8) Ton	31
Total			259

Sumber : Hasil Analisis Survey Lalu Lintas (2024)

4.2 Perhitungan Bina Marga 2002

4.2.1 Beban Koefisien dan Konfigurasi Sumbu

Pembebanan sumbu kendaraan pada evaluasi tebal perkerasan lentur pada ruas jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman, diambil pada saat survey pendahuluan yang disusun pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Pembebanan Sumbu Kendaraan

Gol. Kendaraan	Jenis	LHR (kend/hari/2 arah)	Beban Sumbu (Ton)			Jumlah (Ton)
			SB I	SB II	SB III	
2, 3, 4	Mobil Pribadi	163	1	1		2
2, 3, 4	Mobil Pick Up	65	1	1		2
6b	Truk sedang 2 sumbu	31	5	8		13
Jumlah		259				17

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan jumlah perkiraan konfigurasi sumbu pada ruas jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman adalah berjumlah 17 ton.

4.2.2 Indeks Permukaan (IP)

Berdasarkan **tabel 2.6**, dijelaskan bahwa indeks permukaan pada awal umur rencana (IP_0) menggunakan jenis lapisan permukaan laston dengan nilai $IP_0 = \geq 4$ dan nilai ketidakrataan (IRI) = $\leq 1,0$ mm/km, sedangkan adapun pada **tabel 2.7** dijelaskan bahwa indeks permukaan pada akhir rencana (IP_t) dengan klasifikasi jalan Kolektor dengan nilai $IP_t = 1,5$.

4.2.3 Realibilitas

Berdasarkan **tabel 2.3**, dijelaskan bahwa ruas jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman merupakan klasifikasi jalan Lokal dengan nilai rekomendasi tingkat reliabilitas antar kota adalah 50-80. Adapun dari **tabel 2.4**, dijelaskan bahwa nilai penyimpangan normasi standar (*standard normal deviate*) untuk tingkat reliabilitas diperkirakan sebesar **80%**, sedangkan nilai standar normal deviasi (Z_R) adalah **-0,841**.

Nilai standar deviasi untuk perkerasan lentur (*flexible pavement*) : $S_0 = 0,40-0,50$, maka standar deviasi yang diasumsikan nilainya adalah **0,40**.

4.2.4 Nilai Modulus Material Lapisan Perkerasan

Pada lapisan perkerasan ini untuk menentukan nilai dari modulus material dapat digunakan rumus berikut :

- a. Modulus Elastis Aspal Beton

$$E_{AC} = 400.00 \text{ Psi}$$

- b. Modulus *Resilient* LPA (Agregat kelas A, CBR = 100%)

$$\begin{aligned} MR_{BS} &= 1.500 \times \text{CBR LPA} \\ &= 1.500 \times 100 \\ &= 150.000 \text{ Psi} \end{aligned}$$

- c. Modulus *Resilient* LPB (Agregat kelas B, CBR = 50%)

$$\begin{aligned} MR_{BS} &= 1.500 \times \text{CBR LPB} \\ &= 1.500 \times 50 \\ &= 75.000 \text{ Psi} \end{aligned}$$

- d. Modulus *Resilient* Tanah Dasar (CBR = 4,1%)

$$\begin{aligned} MR_{BS} &= 1.500 \times \text{CBR Tanah Dasar} \\ &= 1.500 \times 4,1 \\ &= 6.150 \text{ Psi} \end{aligned}$$

4.2.5 Serviceability

Nilai *serviceability* merupakan nilai yang menjadi penentu tingkat pelayanan fungsional dari suatu sistem perkerasan jalan. Untuk menentukan nilai *serviceability* dapat kita lihat pada rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Delta PSI &= IP_0 - IP_t \\ &= 4 - 1,5 \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

4.2.6 Perhitungan Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan (E)

Untuk menentukan angka ekuivalen masing-masing sumbu tunggal dan sumbu ganda, dapat ditentukan dari rumus sebagai berikut :

$$\text{Angka Ekuivalen Roda Tunggal} = \left(\frac{\text{Beban Gandar Satu Sumbu Tunggal (Ton)}}{5,4 \text{ KN}} \right)^4$$

Adapun untuk sumbu belakang, dapat ditentukan dengan mengacu pada tabel pedoman metode Pt T-01-2002-B, sesuai dengan nilai IP_t dan SN asumsi yang telah digunakan. Berikut merupakan hasil perhitungan angka ekivalen :

$$STRT = (\text{Beban Sumbu} / 5,4)^4$$

$$STRG = (\text{Beban Sumbu} / 8,16)^4$$

$$\text{Ekivalen total} = \text{SB I} + \text{SB II} + \text{SB III}$$

Tabel 4. 5 Angka Sumbu Ekivalen (E)

Gol. Kendaraan	Jenis Kendaraan (Konfigurasi Sumbu)	Nilai Ekivalen Kendaraan (E)			E Total
		SB I	SB II	SB III	
2,3,4	Mobil Pribadi	0,0012	0,0012		0,0024
2,3,4	Pick Up	0,0012	0,0012		0,0024
6b	Truk sedang 2 Sumbu	0,7350	0,9238		1,6589

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan nilai E Total yang terbesar adalah golongan kendaraan 6b dengan nilai **1,6589**.

4.2.7 Menghitung Lintasan Ekivalen Selama Umur Rencana (W_{18})

$$\text{Pertumbuhan lalu lintas} = 4,19\% (g) = 0,0419.$$

Untuk menghitung lintasan ekivalen selama umur rencana (W_{18}) dibuat dalam bentuk tabel yang mana hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Perhitungan (W_{18})

Gol. Kend	LHR	E Total	DD	DL	$\frac{(1+g)^n - 1}{g}$	Jumlah hari dalam setahun	W_{18}
1	2	3	4	5	6	7	8
2,3,4	163	0,0024	0,5	1	30,37	365	2125.09976
2,3,4	65	0,0024	0,5	1	30,37	365	847.4324196
6b	31	1,6589	0,5	1	30,37	365	285044.1881
Jumlah							288016.7203
Log W_{18}							5,459

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Dari tabel diatas, dijelaskan bahwa nilai log W_{18} adalah 5,459.

Keterangan :

LHR = Lalu Lintas Harian Rata-Rata

E = Angka Ekivalen

DD = Faktor Distribusi Arah

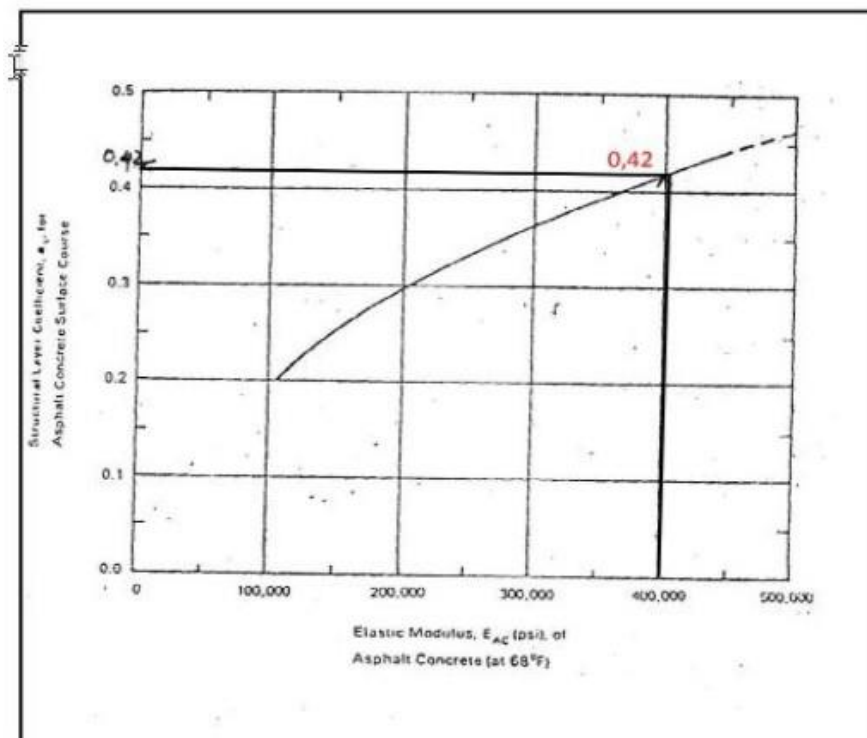
- DL = Faktor Distribusi Lajur
- g = Perkembangan Lalu-Lintas
- n = Umur Pelayanan
- W18 = Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana

4.2.8 Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

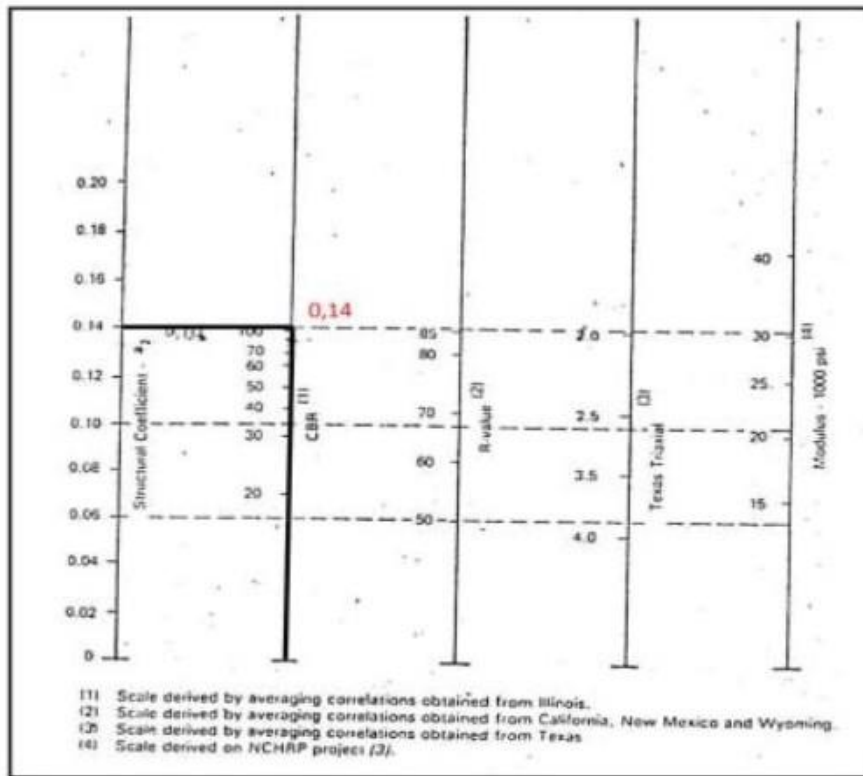
Untuk menentukan tebal perkerasan pada metode Bina Marga 2002 ini dapat kita lihat berdasarkan pada grafik dibawah ini :

Material yang digunakan :

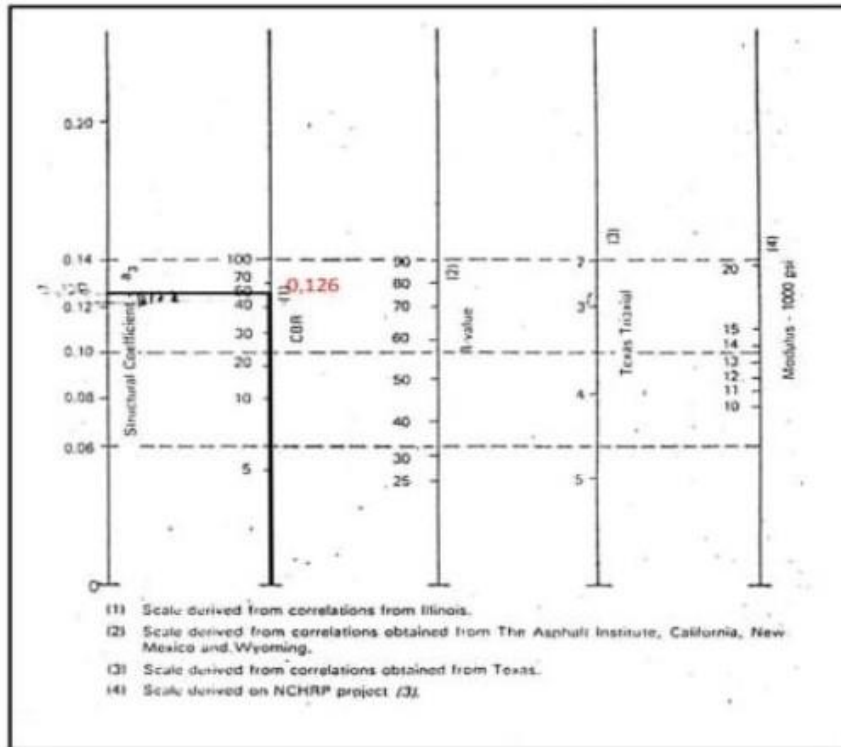
- LP : Laston (MS 590) = $a_1 = 0,42$
- LPA : Agregat Kelas A (CBR 100%) = $a_2 = 0,14$
- LPB : Agregat Kelas B (CBR 50%) = $a_3 = 0,126$



Gambar 4. 2 Koefisien Lapisan Permukaan (a_1)
 Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2002



Gambar 4. 3 Koefisien Lapisan Pondasi Atas (a2)
 Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2002



Gambar 4. 4 Koefisien Lapisan Pondasi Bawah (a3)
 Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2002

4.2.9 Menentukan Nilai SN dan Tebal Perkerasan Masing-Masing

Untuk menentukan nilai SN, dapat digunakan rumus sebagai berikut, dengan menggunakan aplikasi bernama *HiPer Scientific Calculator* :

$$\log(w_{18}) = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10} M_R - 8,07$$

a. Tebal perkerasan diatas *subgrade*

$$CBR = 4,1\%$$

$$MR = 6.150 \text{ Psi}$$

$$\log(w_{18}) = -0,841 \times 0,40 + 9,36 \times \log(2,7+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2,5}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(2,7+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log(6150)$$

$$- 8,07$$

$$5,459 = 5,481 \text{ (mendekati)}$$

$$SN = 2,7$$

$$2,7 = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

b. Tebal Perkerasan diatas *subbase*

$$CBR = 50\%$$

$$MR = 75.000 \text{ Psi}$$

$$\log(w_{18}) = -0,841 \times 0,40 + 9,36 \times \log(0,98+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2,5}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(0,98+1)^{5,19}}} + 2,32 \times$$

$$\log(75000) - 8,07$$

$$5,459 = 5,479 \text{ (mendekati)}$$

$$SN = 0,98$$

$$0,98 = a_1 D_1 + a_2 D_2$$

c. Tebal Perkerasan diatas *base*

$$CBR = 100\%$$

$$MR = 150.000 \text{ Psi}$$

$$\log(w_{18}) = -0,841 \times 0,40 + 9,36 \times \log(0,67+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2,5}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(0,67+1)^{5,19}}} + 2,32 \times$$

$$\log(150000) - 8,07$$

$$5,459 = 5,486 \text{ (mendekati)}$$

$$SN = 0,67$$

$$0,67 = a_1 D_1$$

Nilai SN adalah nilai asumsi yang diperoleh dari perhitungan nilai $\text{Log } W_{18}$, untuk lebih dipahami dapat dilihat pada **tabel 4.6**. Untuk menentukan tebal lapisan perkerasan lentur metode Bina Marga 2002, dapat digunakan persamaan berikut :

- a. Tebal Lapis Permukaan (*surface*)

$$0,67 = a_1 D_1$$

$$0,67 = 0,42 D_1$$

$$D_1 = 1,595 \text{ dibulatkan jadi } \gg \mathbf{2 \text{ inchi}}$$

$$\text{Ditentukan } 2 \text{ inchi} = 5,08 \text{ cm dibulatkan jadi } \gg \mathbf{5 \text{ cm}}$$

- b. Tebal Lapis Pondasi Atas (*Base*)

$$0,98 = a_1 D_1 + a_2 D_2$$

$$0,98 = (0,42 \times 2) + (0,14 \times D_2)$$

$$D_2 = 1 < \text{tebal minimum } \mathbf{6 \text{ inchi}}$$

$$\text{Ditentukan } 6 \text{ inchi} = 15,24 \text{ cm dibulatkan jadi } \gg \mathbf{15 \text{ cm}}$$

- c. Tebal Lapis Pondasi Bawah (*Subbase*)

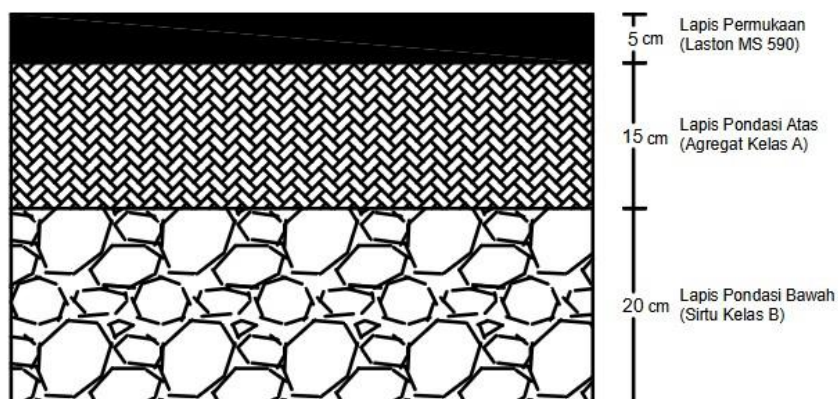
$$2,7 = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$2,7 = (0,42 \times 2) + (0,14 \times 6) + (0,126 \times D_3)$$

$$D_3 = 8,095 \text{ dibulatkan jadi } \gg \mathbf{8 \text{ inchi}}$$

$$\text{Ditentukan } 8 \text{ inchi} = 20,32 \text{ cm dibulatkan jadi } \gg \mathbf{20 \text{ cm}}$$

Berikut merupakan gambar tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 2002 :



Gambar 4. 5 Tebal Lapis Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2002

Sumber : Hasil Analisis (2024)

4.3 Perhitungan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

4.3.1 Umur Rencana

Pada perencanaan tebal perkerasan lentur ruas Jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, Kecamatan Mapat Tunggul, Kabupaten Pasaman dengan umur rencananya adalah 20 Tahun.

4.3.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Berdasarkan **tabel 2.10**, dijelaskan bahwa nilai faktor pertumbuhan lalu lintas (*i*) pada Pulau Sumatera dengan fungsi jalan desa yaitu 1%.

4.3.3 Analisa Volume Lalu Lintas

- a. Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata Awal Umur Rencana (LHR₀)

Menghitung lalu lintas harian rata-rata (LHR) untuk waktu pelaksanaan jalan (waktu pelaksanaan 1 tahun) awal jalan dibuka pada tahun 2025.

Rumus :

$$\text{LHR}_{2025} = \text{LHR}_{2024} \times (1 + i)^n$$

$$n = 2025 - 2024$$

$$n = 1 \text{ tahun}$$

Berikut merupakan perhitungan LHR 2024 awal rencana :

$$\begin{aligned} \text{Kendaraan Ringan} &= 228 \times (1 + 1\%)^1 \\ &= 230,280 = 230 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Kendaraan Berat} = 31 \times (1 + 1\%)^1$$

$$(\text{Truk 2 sumbu}) = 31,310 = 31 \text{ kend/hari}$$

Tabel 4. 7 LHR Tahun 2024

No.	Jenis Kendaraan	LHR (kend/hari/2arah)	LHR ₀
1	Kendaraan Ringan (mobil pribadi, pick up)	228	230
2	Kendaraan Berat (Truk 2 Sumbu)	31	31
Jumlah		259	261

Sumber : Hasil Analisis (2024)

- b. Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata Akhir Umur Rencana (LHRt)
 Menghitung lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada waktu akhir periode beban Muatan Sumbu Terberat (MST) Tahun 2045 (20 tahun setelah 2025).

Rumus :

$$\text{LHR 2045} = \text{LHR 2025} \times (1 + i)^n$$

$$n = 2045 - 2025$$

$$n = 20 \text{ tahun}$$

Berikut adalah perhitungan LHR 2045 akhir rencana :

$$\begin{aligned} 1) \text{ Kendaraan Ringan} &= 228 \times (1+1\%)^{20} \\ &= 278,203 = 278 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Kendaraan Berat} &= 31 \times (1+1\%)^{20} \\ (\text{Truk 2 Sumbu}) &= 37,826 \approx 38 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 LHR Tahun 2044

No.	Jenis Kendaraan	LHR (kend/hari/2arah)	LHRA
1	Kendaraan Ringan (mobil pribadi, pick up)	228	278
2	Kendaraan Berat (Truk 2 Sumbu)	31	38
Jumlah		259	316

Sumber : Hasil Analisis (2024)

4.3.4 Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Untuk menghitung jumlah lalu lintas pada lajur rencana maka harus diketahui terlebih dahulu nilai faktor distribusi lajur (DL). Berdasarkan **tabel 2.12**, dijelaskan bahwa faktor distribusi lajur (DL) = 100% = 1, adapun untuk faktor distribusi arah (DD) = diambil 0,5 (untuk jalan 2 arah).

4.3.5 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Untuk menentukan nilai VDF masing- masing kendaraan niaga dapat dilihat pada **Tabel 2.13**.

4.3.6 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Untuk menentukan beban sumbu standar kumulatif dapat ditentukan dari rumus sebagai berikut :

- a. Menghitung ESA pada masing masing kendaraan niaga

$$R_{(2024-2025)} = \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$

Dimana :

R = Faktor Penggali Petumbuhan Lalu Lintas Kumukatif

I = Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan (%)

UR = Umur Rencana

$$R_{(2024-2025)} = \frac{(1 + 0,01i)^1 - 1}{0,01 \times 0,01}$$

$$R_{(2024-2025)} = 1$$

$$R_{(2024-2025)} = \frac{(1 + 0,01i)^{19} - 1}{0,01 \times 0,01}$$

$$R_{(2024-2025)} = 19,017$$

- b. Menghitung Beban Standar Kumulatif (ESA) Pada Awal Umur Rencana

ESA Truk 2 sumbu (6b)

$$= \text{LHRT jenis kendaraan} \times \text{VDF} \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R0} \times \text{Rt}$$

$$= 31 \times 7,4 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 365$$

$$= 41.865,5$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4. 9 ESA5 (2024-2025)

No.	Jenis Kendaraan	Golongan	LHR awal rencana	VDF 5 aktual	ESA 5 (2024-2025)
1	Kendaraan Ringan (sepeda motor, mobil pribadi, pick up)	2,3,4	211	-	-
2	Kendaraan Berat (Truk 2 Sumbu)	6b	31	7.4	41865,5
Jumlah					41865,5

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Pada tabel diatas, maka didapatkan jumlah ESA5 (2024-2025) yaitu **41.865,5**.

- c. Menghitung Beban Standar Kumulatif (ESA) Pada Akhir Umur Rencana

ESA Truk sedang 2 sumbu (6b)

$$= \text{LHRT jenis kendaraan} \times \text{VDF} \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R0} \times \text{Rt}$$

$$= 38 \times 4,6 \times 0,5 \times 1 \times 19,017 \times 365$$

$$= 606.661,317$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4. 10 ESA5 (2025-2045)

No.	Jenis Kendaraan	Golongan	LHR akhir rencana	VDF 5 aktual	ESA 5 (2025-2045)
1	Kendaraan Ringan (sepeda motor, mobil pribadi, pick up)	2,3,4	255	-	-
2	Kendaraan Berat (Truk 2 Sumbu)	6b	38	4.6	606661,317
Jumlah					606661,317

Sumber : Hasil Analisis (2024)

Pada tabel diatas, maka didapatkan jumlah ESA5 (2025-2045) yaitu **606.661,317**.

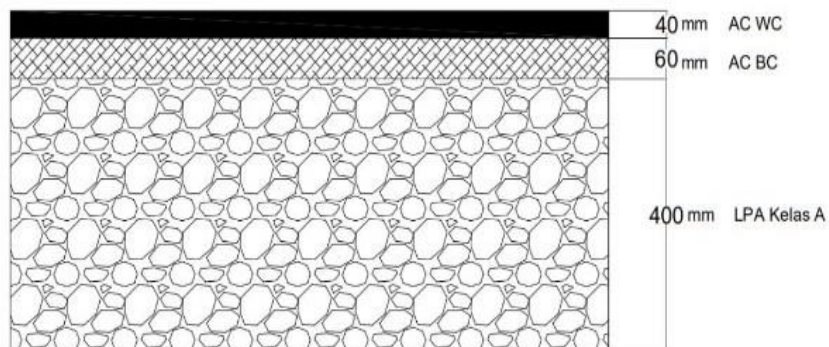
$$\begin{aligned} \text{Maka CESA5} &= \text{ESA5 (2024-2025)} + \text{ESA5 (2025-2045)} \\ &= 418.65,5 + 606.661,317 \\ &= 648.526,817 = 0,64 \times 10^6 \end{aligned}$$

Tabel 4. 11 Bagan Desain Struktur Perkerasan

	Struktur Perkerasan									
	FFF 1	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				

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017

Berdasarkan tabel diatas hasil CESA > 2 Juta, maka didapatkan hasil seperti gambar berikut :



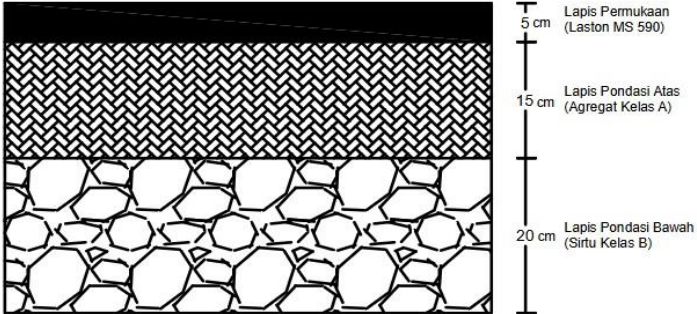
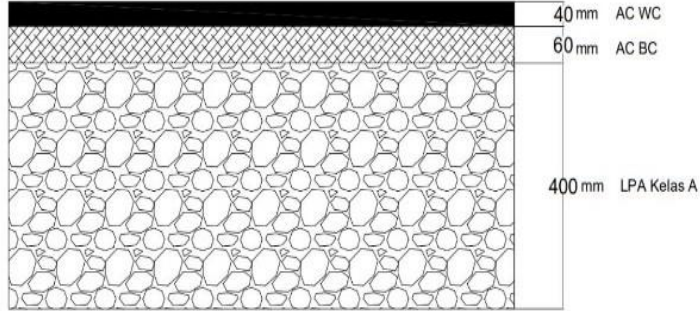
Gambar 4. 6 Tebal Lapis Perkerasan dengan Metode MDPJ 2017

Sumber : Analisis Data (2024)

4.4 Hasil Perbandingan Lapis Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017

Berikut ini merupakan hasil perbandingan tebal lapis perkerasan pada Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017 :

Tabel 4. 12 Hasil perbandingan tebal lapis perkerasan

Bina Marga 2002	Bina Marga 2017
	
<p>a. Umur Rencana = 20 Tahun</p> <p>b. Konfigurasi Sumbu = 17 Ton</p> <p>c. Indeks Permukaan = $IP_t = 1,5$</p> <p>d. Reliabilitas = ($Z_R = -0,841, S_0 = 0,40$)</p> <p>e. <i>Serviceability</i> = ($\Delta PSI = 2,5$)</p> <p>f. Angka Ekuivalen (E) = E total terbesar = 1,6589</p> <p>g. Lintas ekuivalen selama umur rencana = $W_{18} = 5,459$</p> <p>h. Tebal Perkerasan = (<i>Surface</i> = 5cm, <i>Base</i> = 15cm, <i>Subbase</i> = 20cm)</p>	<p>a. Umur rencana = 20 Tahun</p> <p>b. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas = 1%</p> <p>c. Volume Lalu Lintas = (LHR awal = 261 kend/hari, LHR akhir = 316 kend/hari)</p> <p>d. Beban Sumbu Standar = $ESA5_{(2024-2025)} = 41.865,5$ $ESA5_{(2025-2045)} = 606.661,317$ $CESA5 = 648.526,817$</p> <p>e. Tebal Perkerasan = (AC-WC = 4cm, AC-BC = 6cm, LPA kelas A = 40cm)</p>

Sumber : Hasil Analisis (2024)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan tebal perkerasan yang penulis lakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan 2 metode perhitungan perencanaan tebal perkerasan yaitu metode Bina Marga 2002 dan Bina Marga 2017.
2. Penelitian dengan 2 metode ini dilakukan dengan perencanaan umur rencana 20 tahun dengan beban LHR yang sama.
3. Dari hasil perbandingan tebal perkerasan yang sudah dilakukan di ruas jalan Simpang III Benai – Kampung Tongah, didapat :
 - a. Bina Marga 2002
Surface = 5cm; *Base* = 15cm; dan *Subbase* = 20cm
 - b. Bina Marga 2017
AC-WC = 4cm; AC-BC = 6cm; dan LPA kelas A = 40cm.
4. Perbandingan tebal perkerasan yang direncanakan dapat diterapkan dengan prinsip efektif dan efisien sesuai dengan kebutuhan.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini masih perlu dan dapat dikembangkan untuk kedepannya mengingat perkembangan metode, teknologi perhitungan perencanaan tebal perkerasan sehingga dapat diterapkan oleh stakeholder instansi pemerintah selaku pengguna jasa juga pihak penyedia jasa perencanaan (konsultan).
2. Penelitian ini dapat menjadi masukan dan pembanding hasil perencanaan pelaksanaan yang sudah berjalan bagi stakeholder instansi pemerintah, mengingat pemerintah saat ini sedang focus dalam menangani penanganan infrastruktur jalan.

3. Agar terhindar dari kesalahan pada konstruksi perencanaan tebal perkerasan lentur, sebaiknya analisis pada perhitungan dilakukan dengan lebih teliti agar tidak ada kesalahan apapun.
4. Dalam melakukan perencanaan tebal perkerasan lentur sebaiknya berpedoman kepada standar yang sudah ada dan tidak lupa dengan unsur keselamatan bagi pengguna jalan.
5. Bina Marga 2017 adalah pembaruan daripada Bina Marga 2002 maka menurut penulis sebaiknya dilakukan perencanaan jalan sesuai dengan metode yang terbaru.



DAFTAR PUSTAKA

- Amranadi, I., Priana, S. E., & Kurniawan, D. (2021). Tinjauan Perencanaan Tebal Perkerasan Ruas Jalan Kabupaten Padang Lawas Provinsi Sumatera Utara–Musus Kabupaten Pasaman Provinsi Sumatera Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 20-26.
- Bamher, B. G. (2020). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Pada Proyek Jalan Baru Batas Kota Singaraja-Mengwitani, Buleleng (Doctoral dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta).
- Carneti, S. R., Yermadona, H., & Putra, Y. (2023). Perbandingan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen 1987 Dengan Mdpj 2017 Pada Perencanaan Peningkatan Jalan Ruas SP Benai Kampung Tengah Kecamatan Mapat Tunggul Kabupaten Pasaman. *Ensiklopedia Research and Community Service* 3(1), 46-48.
- Dediansyah, D., Yermadona, H., & Kurniawan, D. (2022). Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 Dan Mdpj 2017 Jalan Wisata Penangkaran Penyul Talao Pauah Pariaman. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(3), 231-234.
- Delfina, Y., Ishak, I., & Dewi, S. (2023). Analisis Perbandingan Kerusakan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index Dan Bina Marga. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(2), 8-14.
- Departemen Pekerjaan Umum Jenderal Bina Marga, (2002) : “Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)”, Direktorat Jenderal Bina Marga : Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum Jenderal Bina Marga, (2017) : “Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ)”, Direktorat Jenderal Bina Marga : Jakarta

- Jannah, R. L., Yermadona, H., & Dewi, S. (2022). Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metoda Bina Marga Dan Pavement Condition Index (PCI)(Studi kasus: Jl. Lintas Sumatera Km 203-213). *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 114-122.
- Kholiq, A. (2014). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Antara Bina Marga Dan Aashto'93 (Studi Kasus: Jalan Lingkar Utara Panyingkiran-Baribis Majalengka). *J-ENSITEC*, 1(01).
- Nazar, U., Yermadona, H., & Dewi, S. (2022). Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan MDPJ 2017 Dan Metode Analisa Komponen 1987 (Studi Kasus Jalan Subarang Taram Kabupaten Limapuluh Kota). *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(1), 55-59.
- Pratama, W. H., Yermadona, H., & Herista, F. (2023). Tinjauan Kerusakan Jalan Dengan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (Pci) Dan Metode Bina Marga (Studi Kasus Ruas Jalan Subarang Taram, Kabupaten Limapuluh Kota (STA 0+ 000–STA 1+ 000)). *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(3), 28-32.
- Rahimah. (2012). Perbandingan Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga, AASHTO Dan *Road Note* 31 Serta RAB Pada Ruas Jalan Lolo-Muara Bui Kabupaten Paser Kalimantan Timur. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 26-28.
- Stevano, G., Yermadona, H., & Herista, F. (2023). Identifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Pci Dan Bina Marga (Studi Kasus Ruas Jalan Mr. Syafruddin Prawiranegara Di Tanjung Anau Kota Payakumbuh). *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(3), 1-7.
- Syuhada, I. P., Yermadona, H., & Priana, S. E. (2022). Analisis Perbandingan Tebal Perkerasan Lentur Metode Komponen Bina Marga Dan MDPJ 2017. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(3), 29-34.