

SKRIPSI

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR PEMBANGUNAN
JALAN SIMPANG BONJOL – BATAS KABUPATEN LIMA PULUH KOTA
(SULIKI) SUMATERA BARAT DENGAN MENGGUNAKAN METODE
ANALISA KOMPONEN DAN MDPJ 2017**

Disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana

Teknik Sipil Strata Satu (S1)



FITRAH WAHYUDI
181000222201168

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR PEMBANGUNAN
JALAN SIMPANG BONJOL – BATAS KABUPATEN LIMA PULUH
KOTA (SULIKI) SUMATERA BARAT DENGAN MENGGUNAKAN
METODE ANALISA KOMPONEN DAN MDPJ 2017

Oleh :

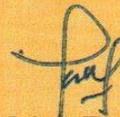
FITRAH WAHYUDI
181000222201168

Dosen Pembimbing I



Ishak, S. T., M. T.
NIDN. 1010047301

Dosen Pembimbing II



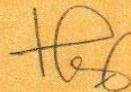
Endri, S. T., M. T.
NIDN. 8900320021

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat



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

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



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

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 28 Februari 2024 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 04 Maret 2024
Mahasiswa,

FITRAH WAHYUDI
181000222201168

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 06 Maret 2024:

1. Ishak, S.T., M.T.

1. 

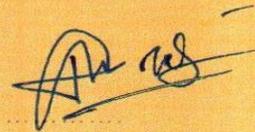
2. Endri, S.T., M.T.

2. 

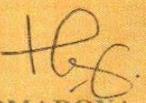
3. Gusmulyani, S.T., M.T.

3. 

4. Masril S.T., M.T.

4. 

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil


HELGA YERMADONA, S.Pd., M.T.
NIDN. 101309850

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fitrah Wahyudi
Tempat Tanggal Lahir : Bukittinggi, 29 Mei 1987
NIM : 181000222201168
Judul Skripsi : Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pembangunan Jalan Simpang Bonjol – Batas Kabupaten Lima Puluh Kota (Suliki) Sumatera Barat Dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen Dan MDPJ 2017

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan 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 dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 07 Maret 2023

Mahasiswa



FITRAH WAHYUDI
181000222201168

ABSTRAK

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi yang berperan penting bagi kehidupan masyarakat dalam meningkatkan kegiatan ekonomi disuatu tempat karena menolong masyarakat untuk pergi atau mengirim barang lebih cepat sampai ke tujuan. Dengan dibangunnya jalan ini maka diharapkan akan menambah dan mempercepat distribusi hasil-hasil pertanian, perkebunan serta kebutuhan pokok masyarakat sekitar. Perkerasan jalan yaitu struktur lapis yang terletak diatas tanah dasar terdapat lapisan pondasi atas serta pondasi bawah yang setiap lapisan terdiri dari agregat-agregat yang dipadatkan yang memiliki fungsi untuk menyalurkan tegangan akibat beban roda. Terdapat 3 perkerasan jalan, perkerasan aspal atau lentur (*flexible pavement*), komposit (*Composit pavemet,*) dan perkerasan beton/kaku (*rigid pavement*). Dalam menentukan ketebalan perkerasan lentur terdapat beberapa metode untuk digunakan, termasuk pada penelitian ini menggunakan Metode Analisa Komponen dan Metode MDPJ 2017. Lokasi penelitian ini terletak di simpang pasar Bonjol – Batas 50 Kota (Suliki) Kabupaten Pasaman sepanjang 1.000 meter dengan lebar jalan 7 meter. Hasil Lapisan Perkerasan Metode MDPJ 2017 untuk perkerasan jalan baru didapatkan Untuk Lapisan permukaan yaitu sebesar (D1) 4 cm, Lapisan pondasi atas (D2) sebesar 6 cm dan lapisan pondasi bawah (D3) sebesar 10,5 cm. Untuk hasil Analisa Komponen yaitu sebesar (D1) 20,5 cm, Lapisan pondasi atas (D2) sebesar 20 cm dan lapisan pondasi bawah (D3) sebesar 10 cm.

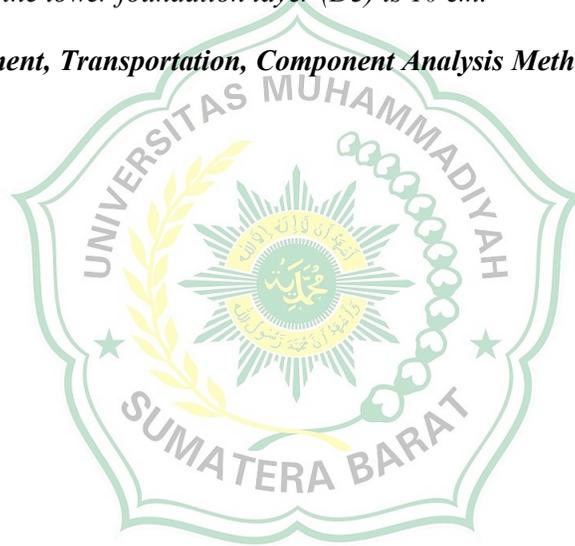
Kata Kunci : Perkerasan jalan, Transportasi, Metode Analisa Komponen, MDPJ 2017



ABSTRACT

Roads as one of the transportation infrastructure that plays an important role in people's lives in increasing economic activities in a place because it helps people to leave or send goods faster to their destination. With the construction of this road, it is hoped that it will increase and accelerate the distribution of agricultural products, plantations and basic needs of the surrounding community. Road pavement is a layer structure located above the base soil, there is an upper foundation layer and a lower foundation, each layer consisting of compacted aggregates that have a function to channel stress due to wheel loads. There are 3 road pavements, asphalt or flexible pavement, composite (Composit pavemet,) and concrete / rigid pavement. In determining the stability of bending pavement, there are several methods to use, including this study using the Analisa Component Analysis and the MDPJ Method 2017. The location of this study is located at the intersection of Bonjol market - Batas 50 Kota (Suliki) Pasaman Regency along 1,000 meters with a road width of 8 meters. The results of the 2017 MDPJ Method Pavement Layer for new road pavements were obtained for the surface layer, which is (D1) 4 cm, the upper foundation layer (D2) is 6 cm and the lower foundation layer (D3) is 10,5 cm. For Component Analysis results, it is (D1) 20,5 cm, the upper foundation layer (D2) is 20 cm and the lower foundation layer (D3) is 10 cm.

Keywords : Pavement, Transportation, Component Analysis Method, MDPJ 2017



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, 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 Sumatra 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. Orang tua, keluarga, dan adik yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang.
2. Bapak Masril, ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik UMSB.
3. Ibu Helga Yermadhona, SPd. MT selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
4. Bapak Ishak, SPd. MT, selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
5. Bapak Endri, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
6. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.

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, Februari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL.....	
BAB I PENDAHULUAN	1
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	4
2.1. Fungsi Lapisan Perkerasan.....	4
2.2. Fungsi Lapisan Perkerasan.....	6
2.2.1 Lapis Aus.....	6
2.2.2 Lapis Penyebar Tegangan.....	6
2.2.3 Lapis Pelindung Terhadap Air	6
2.3. Sifat Lapisan Konstruksi Perkerasan	6
2.3.1 Konstruksi Lapisan Perkerasan Lentur (<i>Flexibel Pavement</i>)	7
2.3.2 Konstruksi Lapisan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	7
2.3.3 Konstruksi Lapisan Perkerasan Komposit (<i>Composit Pavement</i>)	8
2.4. Kriteria Konstruksi Perkerasan Lentur.....	9
2.4.1 Syarat-syarat Konstruksi Perkerasan Lentur.....	9
2.4.2 Syarat-syarat Kekuatan/Struktural	9
2.5. Konstruksi Perkerasan Lentur	10
2.5.1 Tanah Dasar	11
2.5.2 Lapisan Pondasi Bawah (<i>SubBase Course</i>)	13
2.5.3 Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	15
2.5.4 Lapsan Permukaan (<i>Surface Course</i>).....	19
2.6. Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987.....	13
2.6.1 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	20
2.6.2 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan.....	21
2.6.3 Lalu Lintas Harian Rata – Rata dan Lintas Ekuivalen	23

2.6.4	Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR	23
2.6.5	Umur Rencana	24
2.6.6	Faktor Regional (FR)	24
2.6.7	Indeks Permukaan (IP)	25
2.6.8	Koefisien Kekuatan Relatif (a)	27
2.6.9	Indeks Tebal Perkerasan (ITP).....	29
2.7.	Metode MDPJ	31
2.7.1	Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan	34
2.7.2	Analisa Lalu lintas	34
2.7.3	Pemilihan Struktur Perkerasan.....	37
2.7.4	Desain Pondasi Jalan.....	38
2.7.5	Desain Struktur Perkerasan.....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		56
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan perkerasaan lentur dan perkerasaan kaku	8
Tabel 2.2	Gradasi agregat kelas A.....	18
Tabel 2.3	Sifat pondasi agregat	18
Tabel 2.4	Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan	20
Tabel 2.5	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	21
Tabel 2.6	Angka Ekivaleb (E) Beban Sumbu Kendaraan	21
Tabel 2.7	Faktor Regional (FR).....	25
Tabel 2.8	Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (Ipt).....	26
Tabel 2.9	Indeks Permulaan Pada Awal Umur Rencana(IPo)	20
Tabel 2.10	Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	27
Tabel 2.11	Tebal minimum Lapisan Permukaan.....	30
Tabel 2.12	Tebal minimum Lapis Pondasi	31
Tabel 2.13	Umur Rencana Pekarasan Jalan Baru (UR).....	43
Table 2.14	Klasifikasi kendaraan berdasarkan jenisnya	35
Tabel 2.15	Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%)	35
Tabel 2.16	Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga.....	37
Tabel 2.17	Pemilihan jenis struktur pekerasan	38
Tabel 2.18	Desain fondasi jalan minimum.....	38
Tabel 2.19	Bagan Desain 3B. Desain perkerasaan lentur – aspal.....	39
Tabel 4.1	Prediksi Jumlah Kendaraan Berdasarkan Umur Rencana	46
Tabel 4.2	Pemilihan Untuk Jenis Perkerasaan yang Akan Digunakan.....	47
Tabel 4.3	Desain Tebal Perkerasaan Lentur yang Digunakan	48
Tabel 4.4	Data Lalu lintas	50
Tabel 4.5	LHR Awal Rencana.....	51
Tabel 4.6	LHR Akhir Rencana	51
Tabel 4.7	Tebal Perkerasaan	51
Tabel 4.8	Angka Ekivalen.....	51
Tabel 4.9	Lintas Ekivalen Permulaan (LEP).....	52
Tabel 4.10	Lintas Ekivalen Akhir (LEA).....	52

Tabel 4.11 Tebal Perkerasan 54
Tabel 4.12 Perbandingan Tebal Perkerasan 65



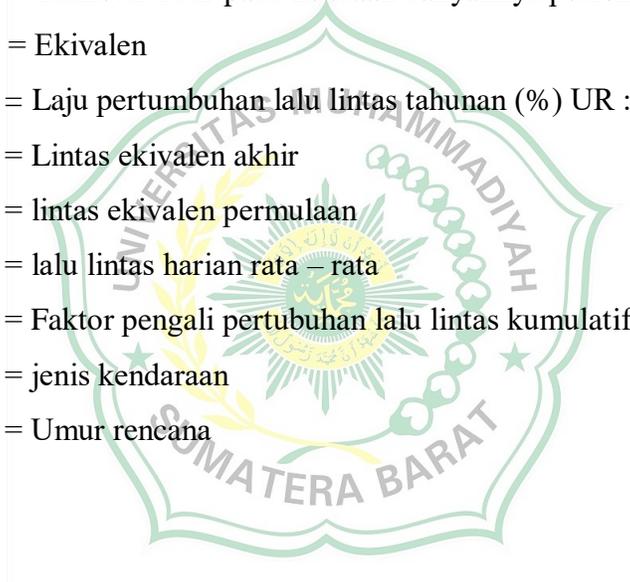
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan	11
Gambar 2.2	Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Jalan.....	11
Gambar 2.3	Kolerasi DDT dan CBR	24
Gambar 2.4	Nomogram Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen	29
Gambar 2.5	Struktur perkerasan lentur pada tanah asli.....	32
Gambar 2.6	Struktur Perkerasan Lentur Pada Tanah Timbunan.....	32
Gambar 3.1	Lokasi Jalan.....	40
Gambar 4.1	Lapisan Perkerasan Metode Bina Marga	49
Gambar 4.2	nomogram 4	54
Gambar 4.3	Lapisan Perkerasan Metode Analisa Komponen.....	55



DAFTAR NOTASI

a_1	=Koefisien kekuatan relatif lapis perkerasan.
a_2	= Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi.
a_3	= Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah.
C	= koefisien kendaraan ringan
D_1	= Tebal lapis permukaan (cm).
D_2	=Tebal lapis pondasi (cm).
D_3	= Tebal lapis pondasi bawah (cm).
D_{15}	= Diameter butir pada keadaan banyaknya persen yang lolos 15%
D_{85}	= diameter butir pada keadaan banyaknya persen yang lolos 85%
E	= Ekuivalen
I	= Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%) UR : Umur rencana
LEA	= Lintas ekuivalen akhir
LEP	= lintas ekuivalen permulaan
LHR	= lalu lintas harian rata – rata
R	= Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif
Sumbu j	= jenis kendaraan
UR	= Umur rencana



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam upaya pembangunan dan peningkatan sarana jalan dalam dan luar kota yang dapat memberikan kenyamanan dan keamanan serta membuka keterisolasian kedaerah – daerah yang selama ini aksesnya belum ada dan kurang baik. Dan juga mendukung pelaksanaan instruksi presiden nomor 5 tahun 1993 tentang peningkatan penanggulangan konstruksi dan instruksi presiden no 21 tahun 1998 tentang Gerakan terpadu pengentasan kemiskinan dalam Pembangunan prasarana ke PU – an, Kesehatan, Pendidikan.

Program Pembangunan Ruas Jalan merupakan salah satu upaya pemerintah Indonesia dalam meningkatkan infrastruktur transportasi untuk membantu pencapaian tujuan pembangunan nasional. Salah satu aspek rencana teknis penyelenggaraan jalan kabupaten/kota menyangkut pembangunan dan pemerataan pencapaiannya, serta pembangunan infrastruktur jalan yang meningkatkan permukaan jalan sesuai dengan laju pertumbuhan lalu lintas. dimaksudkan untuk memperbaiki keadaan. Mempromosikan pembangunan ekonomi. Keberhasilan pelaksanaan pembangunan yang dimulai dengan Pelita I tahun 1969 sesungguhnya telah mengangkat harkat dan martabat bangsa Indonesia dari lingkaran kemiskinan dan keterbelakangan menuju taraf hidup yang lebih baik, baik materil maupun spiritual.

Keberhasilan tersebut dapat dilihat dari peningkatan pertumbuhan secara bertahap di semua sektor, namun dalam pelaksanaannya juga diperlukan peningkatan kebutuhan transportasi yang selaras dan seimbang secara konsisten dengan pelaksanaan pembangunan dan konsekuensinya.

Semua area sedang dikembangkan, lebih ditingkatkan dan diperluas. Akibatnya, kebutuhan transportasi juga akan semakin meningkat. Keseimbangan layanan transportasi yang tepat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan transportasi yang terus meningkat. Langkah pertama dalam pelaksanaan pembangunan dan peningkatan sarana jalan adalah melakukan

survei terhadap jalan yang ada dan mendesain ulanginya sehingga pembangunan yang dilakukan dapat dilakukan secara teknis, efektif dan ekonomis. Oleh sebab itu penulis tertarik mengangkat penelitian skripsi dengan judul

“Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur pembangunan Jalan Simpang Bonjol – Batas Kabupaten Lima Puluh Kota (SULIKI) Sumatera Barat dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen dan MDPJ 2017 .”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, masalah penelitian in dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana perencanaan tebal perkerasan lentur dengan Metode Analisis Komponen Bina Marga 1987 dan Metode Perencanaan Perkerasan Jalan 2017 ?
2. Bagaimana perbandingan rencana ketebalan jalan dalam dua arah?

1.3 Batasan Masalah

Karena banyaknya permasalahan yang kompleks dalam perencanaan proyek jalan ini, maka penulis memutuskan untuk mempersempit ruang lingkup permasalahan tersebut. Batasan masalah ini ditujukan pada penulisan karya ini, dan tujuan akhir penulisan dapat tercapai.

1. Perencanaan ketebalan perkerasan lentur menggunakan metode analisis komponen Bina Marga 1987 dan metode desain perkerasan 2017.
2. Pada perencanaan ini tidak membahas drainase dan bentuk.
3. Pada perencanaan ini tidak merencanakan dan menghitung RAB

1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung dan mempelajari perbandingan tebal lapis perkerasan lentur antara kedua metode yang dibutuhkan pada ruas Perbatasan 50 Kota (Suliki) Simpang Pasar Bonjor-Kabupaten Pasaman.

2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat dijadikan acuan dan diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Mampu memahami instansi yang merencanakan desain perkerasan jalan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen dan MDPJ 2017.
- b. Mampu memahami perencanaan pembangunan jalan dinas dengan metode analisis komponen Bina Marga 1987.
- c. Memberikan pemahaman konstruksi perkerasan jalan, terutama kepada tenaga teknik sipil dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematis penulisan berdasarkan tahapan – tahapan pembahasan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Dan sistematika penulis

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menuangkan teori-teori yang menjadi landasan teori yang akan dipakai untuk menganalisa dalam penelitian ini

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang Lokasi Penelitian, Jenis Penelitian, Variabel Penelitian, metode pengumpulan data serta teknik analisa data dan bagan alir penelitian

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan

BAB V : PENUTUP

Membahas tentang kesimpulan dan saran dari penelitian.

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 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 course* 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 course* juga berfungsi untuk bantalan dari lapisan permukaan peresapan lapisan pondasi bawahnya. Lapisan berikutnya merupakan lapisan pondasi bawah *subbase course* 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 (*subgrade*) 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 semen 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 (*Composite 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.

2.2 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 aur. 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 tegangan sedemikian 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 (*Composit 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 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 (*Composit 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 perkerasan kaku lebih lanjut.

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

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 ± 20 tahun	Lebih panjang ± 40 tahun
8.	Perawatan	Memerlukan perawatan yang khusus	Tidak memerlukan perawatan khusus

No	Uraian	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
9.	Perbaikan	Dapat dilakukan pada daerah/lokasi yang mengalami kerusakan saja	Harus dilakukan perbaikan sepanjang bidang jalan

Sumber : Silvia Sukirman, Nova Bandung (2010)

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 penghamparan 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

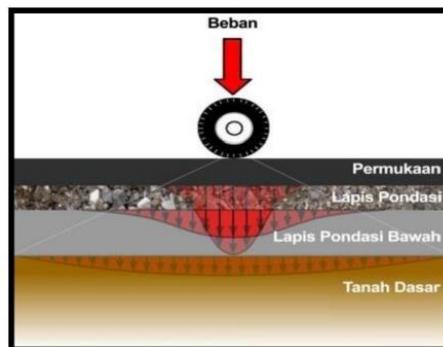
2.5 Konstruksi Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas 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 di atas 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 ke tanah dasar menjadi p_1 yang lebih kecil dari daya dukung tanah dasar.



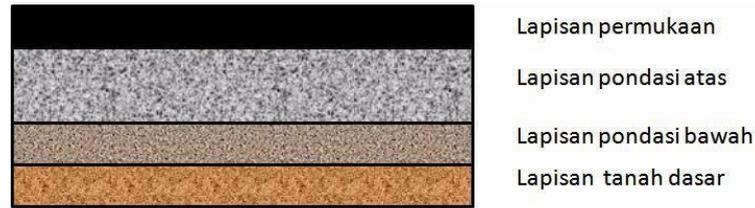
Gambar 2.1 penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan

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

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 :

$$\frac{D_{15} \text{ SubBase}}{D_{15} \text{ SubGrade}} \geq 5 \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\frac{D_{15} \text{ SubBase}}{D_{85} \text{ SubGrade}} < 5 \dots\dots\dots(2.2)$$

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 kotak 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		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 : Bina marga, (1993)

Tabel 2.3 Sifat pondasi agregat

Sifat	Kelas A	Kelas B
Abrasi dari agregat kasar (AASTHO T96-74)	0 – 40%	0 - 50%
Indeks plastisitas (AASTHO T90-70)	0 – 6	4 – 10
Hasil kali indek plastisitas dengan persentase lolos 75 micron.	25 mak	-
Batas cair (AASTHO T89-68)	0-35	-
Bagian yang lunak (AASTHO T112-78)		
CBR (AASTHO 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 kebagian 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
$L < 5,50$	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 : Bina marga, (1993)

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 : Bina marga, (1993)

*) 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

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} : \left(\frac{\text{Beban Sumbu (kg)}}{8160 \text{ (kg)}} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu ganda} : \left(\frac{0,086 \times \text{Beban Sumbu (kg)}}{8160 \text{ (kg)}} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

Tabel 2.6 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Kg	Beban sumbu		Angka Ekuivalen	
	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 : Bina marga, (1993)

2.6.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Lintas Ekuivalen

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 ekuivalen permulaan (LEP) dihitung dengan persamaan (2.5) berikut:

$$LEP = \sum LHR_j \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan:

LEP = lintas ekuivalen permulaan

LHR = lalu lintas harian rata – rata

C = koefisien kendaraan ringan

E = angka ekuivalen beban

Sumbu j = jenis kendaraan

Lintas ekuivalen akhir (LEA) dihitung dengan persamaan (2.6) berikut :

$$LEA = \sum LHR \times (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.6)$$

LEA = Lintas ekuivalen 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 ekuivalen beban

sumbu j = Jenis kendaraan

Lintas ekuivalen tengah (LET) dihitung dengan persamaan (2.7) berikut :

$$LET = 0,5 \times (LEP + LEA) \dots \dots \dots (2.7)$$

Lintas ekuivalen tengah (LET) dihitung dengan persamaan (2.8) berikut :

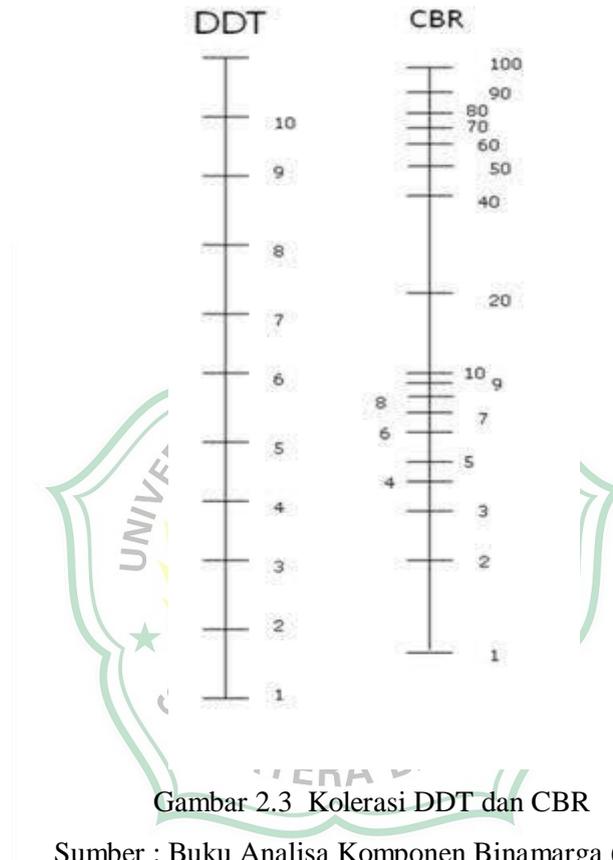
$$LET = 0,5 \times (LEP + LEA) \dots \dots \dots (2.8)$$

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 : Buku Analisa Komponen Binamarga (1993)

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-		Kelandaian III (>10 %)	
	% Kendaraan berat		% Kendaraan berat		% Kendaraan berat	
	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%	≤ 30%	> 30%
Iklim I <900	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 : Bina marga, (1993)

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.

P = 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 : Bina marga, (1993)

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	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000

Jenis Permukaan	IPo	Roughness (mm/km)
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	> 3000
	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASTIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	≤ 2,4	
JALAN KERIKIL	≤ 2,4	

Sumber : Bina marga, (1993)

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	-	-	

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan	
a1	a2	a3	MS (Kg)	Kt (Kg/cm)	CBR (%)		
0,35	-	-	454	-	-		
0,30	-	-	340	-	-	Lasbutag	
0,35	-	-	744	-	-		
0,31	-	-	590	-	-		
0,28	-	-	454	-	-		
0,26	-	-	340	-	-		HRA Aspal macadam Lapen (mekanis) Lape (manual) Laston Atas Lapen (mekanis) Lapen (manual) Stab. Tanah dengan semen Stab. Tanah dengan kapur Batu pecah (kelas A)
0,30	-	-	340	-	-		
0,26	-	-	340	-	-		
0,25	-	-	-	-	-		
0,20	-	-	-	-	-		
-	0,28	-	590	-	-		
-	0,26	-	454	-	-		
-	0,24	-	340	-	-		
-	0,23	-	-	-	-		
-	0,19	-	-	-	-		
-	0,15	-	-	22	-		
-	0,13	-	-	18	-		
-	0,15	-	-	22	-		
-	0,13	-	-	18	-		
-	0,14	-	-	-	100		
-	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

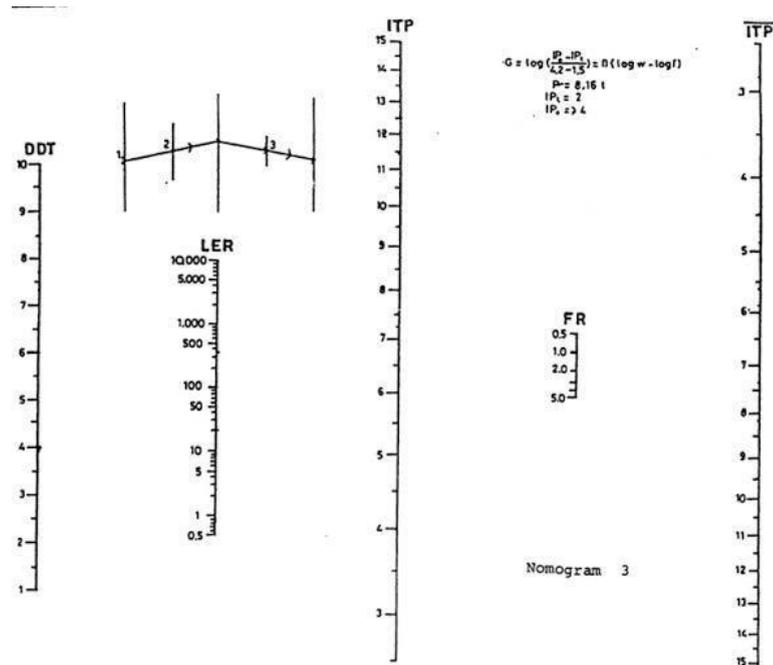
Sumber : Bina marga, (1993)

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 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 Pada titik potong inilah dibaca nilai



Gambar 2.3 Nomogram Tebal Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen Untuk

$IP_t = 2,0$ dan $IP_o \geq 4$

sumber : Bina marga, (1993)

Setelah diperoleh maka ketebalan perkerasan dapat dihitung dengan

rumus :

$$= a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

Dengan :

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

	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.
≥ 10,00	10	Laston

Sumber : Bina marga, (1993)

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

	Tebal Minimum (cm)	Bahan
10-12,14		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 : Bina marga, (1993)

2.7 Metode MDPJ 2017

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 merupakan revisi terhadap Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 yang meliputi perubahan struktur penyajian untuk mempermudah pemahaman pengguna dan penambahan serta perbaikan kandungan manual. Metode ini disusun untuk mengakomodasi tantangan dan hambatan dalam kinerja aset jalan di Indonesia. Tujuan metode ini adalah untuk terlaksananya konstruksi jalan yang dapat memberikan pelayanan secara optimal terhadap lalu lintas sesuai dengan umur rencana.

Pada Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 terdapat dua bagian ketentuan teknis untuk pelaksanaan pekerjaan desain perkerasan jalan, yaitu: Bagian Pertama tentang Struktur Perkerasan Baru dan Bagian Kedua tentang Rehabilitasi Perkerasan. Dimana pada bagian-bagian tersebut dijelaskan ketentuan ketentuan dan contoh penggunaan dalam pelaksanaan pekerjaan desain perkerasan jalan.

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017, tipikal struktur perkerasan lentur yang digunakan dalam mendesain struktur perkerasan lentur baru adalah sebagai berikut:

1. Struktur perkerasan lentur pada permukaan tanah asli.
2. Struktur perkerasan lentur pada timbunan.
3. Struktur perkerasan lentur pada galian.



Gambar 2.2 Struktur perkerasan lentur pada tanah asli

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017



Gambar 2.3 Struktur perkerasan lentur pada tanah timbunan

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017



Gambar 2.4 Struktur perkerasan lentur pada tanah galian

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017

Pada struktur perkerasan lentur terdiri dari susunan lapisan. Susunan lapisan tersebut antara lain:

- Lapis tanah dasar (*sub grade*) merupakan tanah asli, tanah timbunan ataupun tanah galian yang telah dipadatkan guna menjadi lapisan dasar yang stabil dalam perletakkan bagian-bagian perkerasan jalan.
- Lapis pondasi bawah (*sub-base course*), lapis ini terletak antara lapis pondasi atas dengan lapis tanah dasar. Lapis pondasi bawah memiliki fungsi

yaitu sebagai lapisan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar, sebagai 10 lapisan pertama agar perkerasan dapat berjalan lancar, sebagai lapisan yang akan mengurangi tebal lapisan atas yang lebih mahal, sebagai lapisan peresapan, dan sebagai lapisan untuk mencegah partikel – partikel halus dari tanah dasar naik kelapisan pondasi atas.

- c. Lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan ini terletak antara lapisan permukaan dengan lapisan pondasi bawah. Lapis ini memiliki fungsi yaitu sebagai lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah, sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda lalu menyebarkan beban ke lapisan bawahnya, dan sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan.
- d. Lapisan permukaan (*surface course*), dimana lapisan ini terletak pada bagian paling atas dari struktur perkerasan lentur. Lapisan permukaan (*surface course*) memiliki fungsi sebagai lapisan penahan dari beban roda kendaraan, sebagai lapisan aus yang langsung menanggung gesekan akibat pengereman roda kendaraan, dan sebagai lapisan kedap air dengan tujuan melindungi badan jalan dari cuaca.

2.7.1 Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan

Pada Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dijelaskan tentang perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur. Adapaun langkah-langkah yang perlu dipenuhi dalam perencanaan tersebut ialah:

1. Menentukan umur rencana (UR) Menurut Sukirman (1999) umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural. Untuk menentukan umur rencana perkerasan dapat dilihat pada Tabel 2.12

Tabel 2.12 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

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

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017

2.7.2 Analisis Lalu Lintas

- a. Volume lalu lintas Volume lalu lintas untuk penentuan LHR (lalu lintas harian rata-rata) didasarkan pada survei yang diperoleh dari: 18 i. Survei lalu lintas dengan durasi minimal 7 x 24 jam yang mengacu pada Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B) atau menggunakan peralatan dengan pendekatan yang sama. ii. Hasil-hasil survey lalu lintas sebelumnya. Penentuan volume lalu lintas dilakukan pada jam sibuk dan lalu lintas harian rata-rata (LHR) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)
- b. Data lalu lintas Akurasi data lalu lintas penting untuk menghasilkan desain perkerasan yang dapat bekerja dengan baik selama umur rencana. Oleh sebab itu perhitungan data lalu lintas harus meliputi semua jenis kendaraan lalu lintas. Adapun klasifikasi kendaraan lalu lintas berdasarkan jenisnya dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 2.13 Klasifikasi kendaraan berdasarkan jenisnya

Golongan	Jenis Kendaraan
1	Sepeda Motor
2,3,4	Mobil Pribadi / Angkot / Pickup / Station Wagon
5A	Bus Kecil
5B	Bus Besar
6A	Truk 2 sumbu – cargo ringan
6B	Truk 2 sumbu – cargo berat
7A	Truk 3 sumbu
7B	Truk 2 sumbu & trailer penarik 2 sumbu (Truk Gandeng)
7C	Truk 4 Sumbu - Trailer

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017

c. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan yang berlaku (MDP No. 02/M/BM/2017). Jika data tersebut tidak tersedia maka dapat menggunakan Tabel berikut :

Tabel 2.14 Faktor laju 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 : MDP No. 02/M/BM/2017

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

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

Keterangan:

R : Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I : Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%) UR : Umur rencana (tahun)

d. Lalu lintas pada lajur rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang akan menanggung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar.

Lalu lintas pada lajur rencana memperhitungkan dua faktor, yaitu:

- Faktor Distribusi Arah (DD), untuk jalan dua arah faktor distribusi arah umumnya diambil nilai 0,50.
- Faktor Distribusi Lajur (DL), faktor distribusi lajur digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah. Nilai faktor distribusi jalan dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2.15 Faktor Distribusi Lajur (DL)

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

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017

e. Faktor ekuivalen beban/*Vehicle Damage Factor* (VDF)

Faktor ekuivalen beban atau *Vehicle Damage Factor* adalah suatu faktor yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan perkerasan yang diakibatkan satu lintasan kendaraan tertentu. Dalam desain perkerasan, faktor ekuivalen beban berguna sebagai faktor konversi dari beban lalu lintas ke beban standar (ESA). Desain yang akurat memerlukan perhitungan beban lalu lintas yang akurat pula. Studi atau survei beban gandar yang dirancang dan dilaksanakan dengan baik merupakan dasar perhitungan ESA yang andal. Oleh sebab itu, survei beban gandar harus dilakukan apabila dimungkinkan (MDP No. 21

02/M/BM/2017). Untuk mendapatkan data beban gandar dapat diperoleh dari:

- Jembatan timbang, timbangan statis atau WIM (survei langsung).
- Survei beban gandar pada jembatan timbang dan WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representatif.

– Data WIM Regional yang dilakukan oleh Direktorat Jendral Manual Desain Perkerasan Jalan. Apabila survei beban gandar tidak dapat dilakukan oleh perencana dan data survei beban gandar sebelumnya tidak tersedia, maka nilai VDF pada tabel dibawah dapat digunakan untuk menghitung ESA.

Tabel 2.16 Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga

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	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	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	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 : MDP No. 02/M/BM/2017

2.7.3 Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan struktur perkerasan ditentukan oleh volume lalu lintas, umur rencana dan kondisi fondasi jalan. Dalam pemilihan ini pula perencana harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan dan kepraktisan pelaksanaan. Adapun pemilihan struktur perkerasan alternatif desain dalam metode ini akan ditunjukkan pada Tabel berikut :

Tabel 2.17 Pemilihan jenis struktur perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 – 10	>10 – 30	>30 – 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR \geq 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1, 2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal \geq 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1, 2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1, 2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017

2.7.4 Desain Fondasi Jalan

Dalam mendesain fondasi jalan akan sangat bergantung pada daya dukung tanah dasar. Oleh sebab itu penentuan daya dukung tanah dasar secara akurat merupakan syarat penting untuk menghasilkan fondasi jalan yang baik sehingga dapat mendukung kinerja perkerasan dengan optimal. Jika daya dukung tanah dasar kurang memadai maka diperlukan perbaikan tanah dasar, penambahan lapis penopang dan berbagai penanganan lain.

CBR desain tanah dasar Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 kekuatan tanah dasar ruas jalan yang didesain harus dikelompokkan berdasarkan kesamaan segmen yang mewakili kondisi tanah dasar yang dapat dianggap seragam. Dalam penelitian ini tidak didapatkan data sekunder tanah dari instansi terkait. Untuk memperlancar perencanaan perhitungan desain fondasi jalan maka perlu digunakan asumsi dan batasan. Peneliti mengasumsikan nilai CBR tanah adalah sebesar 6%. Nilai tersebut diasumsikan berdasarkan ketentuan dari Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 sebagai nilai kekuatan tanah dasar pada kondisi baik.

Perbaikan tanah dasar atau penambahan lapis penopang (*Capping Layers*) Daya dukung tanah dasar yang kurang memadai perlu dilakukan penanganan khusus agar tanah dasar menjadi mampu untuk mendukung struktur perkerasan dengan efektif. Adapun salah satu cara perbaikan tanah dasar tersebut adalah dengan menambahkan lapis penopang. Penentuan tebal lapis penompang dapat dilihat pada Tabel dibawah :

Tabel 2.18 Desain fondasi jalan minimum

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
			< 2	2 - 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			Stabilisasi Semen ⁽⁶⁾
			Tidak diperlukan perbaikan			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	-	-	100	300
5	SG5		100	150	200	
4	SG4		150	200	300	
3	SG3		175	250	350	
2,5	SG2.5		400	500	600	
Tanah ekspansif (potensi pemuai > 5%)		Lapis penopang ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	1000	1100	1200	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak ⁽²⁾	SG1 ⁽³⁾	-atau- lapis penopang dan geogrid ⁽⁴⁾	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir ^{(4) (5)}	1000	1250	1500	

2.7.5 Desain Struktur Perkerasan

Tabel 2.18 Bagan Desain 3B. Desain perkerasan lentur – aspal dengan lapis fondasi berbutir

STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8
Solusi yang dipilih			Lihat Catatan 2					
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA5)	< 2	≥ 2 - 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
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	80	105	145	160	180	210	245
LFA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	2		3				

Sumber : MDP No. 02/M/BM/2017



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi dari perencanaan Perencanaan Pembangunan Jalan Simpang Pasar Bonjol –Batas 50 Kota (Suliki) Kabupaten Pasaman sepanjang 1.500 Meter dengan lebar jalan 10 m.



Gambar 3.1 Lokasi Jalan

Sumber : *GoogleMaps* (2023)

Berdasarkan hasil survei pendahuluan (*Reconnaisance Survey*) dapat dijelaskan pada ruas Jalan Simpang Pasar Bonjol – Batas 50 Kota (Suliki) Sumatera Barat dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen dan MDPJ 2017 Kondisi existing jalan ada Jalan Tanah, Beton dan Aspal dan juga ada yang belum mempunyai akses jalan makanya perlu dilakukan pembangunan jalan baru sesuai dengan rute yang telah diberikan.

3.2 Data Penelitian

3.2.1 Jenis dan Sumber Data

a) Data Primer

Data gambar rencana

b) Data Sekunder

-Data lalu lintas

Data lalu lintas yang digunakan adalah hasil survey langsung ke lokasi yang digunakan oleh Dinas Pekerjaan Umum . Adapun hasilnya sebagai berikut :

-Data *California Bearing Ratio* (CBR)

Data CBR yang digunakan berdasarkan laporan pengujian CBR lapangan dengan alat *Dynamic Cone Penetration* (DCP) pada ruas jalan Padang Lawas-Musus. Dari hasil pengujian alat DCP yang dilakukan di titik-titik pengujian didapat nilai CBR sebesar 4,6 %, data dapat di lihat pada lampiran.

3.2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pada proses perencanaan diperlukan suatu data. Di dalam data tersebut terdapat informasi, teori/konsep dasar sampai dengan peralatan yang dibutuhkan. Data berupa data primer dan data sekunder. Data yang digunakan oleh penulis pada Tugas Akhir ini yaitu data sekunder adalah data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum , data tersebut adalah hasil survey lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan Data *California Bearing Ratio* (CBR).

3.3 Metode Analisis Data

3.3.1 Metode analisa komponen

Pada metode ini langkah yang akan penulis lakukan yaitu :

1. Menghitung data lalu lintas
2. Menghitung persentase kendaraan
3. Menghitung LHR
4. Menghitung koefisien distribusi kendaraan

5. Menghitung tebal lapis perkerasan

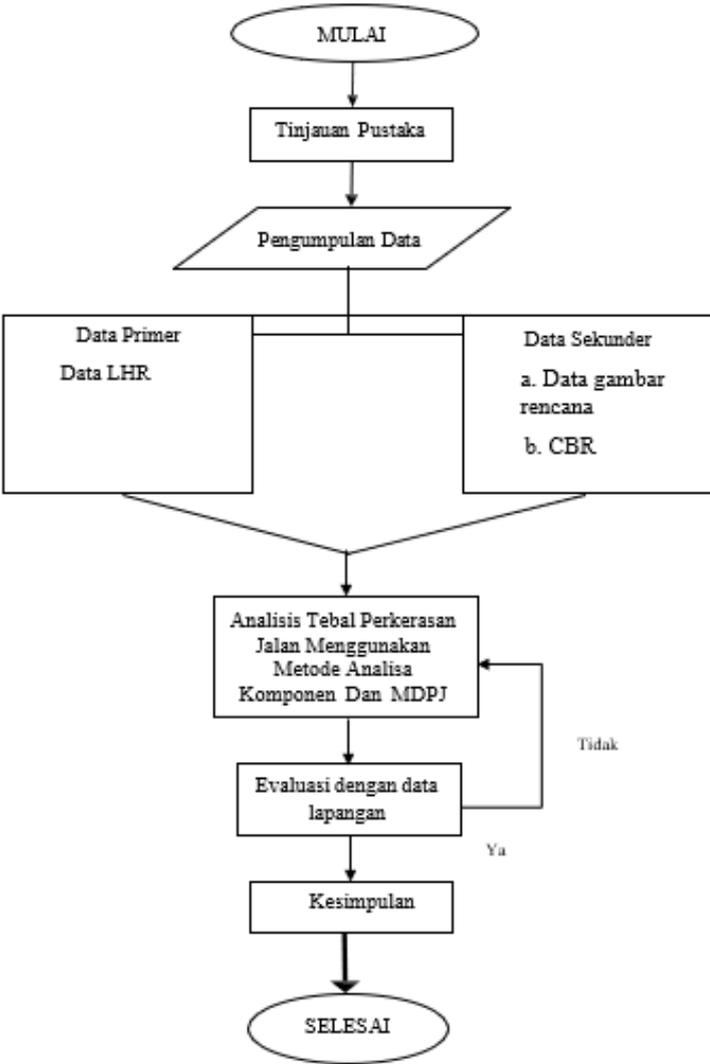
3.3.2 Metode MDPJ 2017

Pada metode ini langkah yang akan penulis lakukan yaitu :

1. Menghitung umur rencana
2. Menghitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
3. Mencari ESA
4. Menentukan jenis perkerasan
5. Mencari segmen tanah dasar
6. Mencari tebal lapis perkerasan



3.4 Bagan Alir Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Dari Perhitungan Metode MDPJ 2017

Hasil dari suatu perancangan perkerasan lentur menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017, dibutuhkan suatu tahapan dan proses dalam penyelesaiannya. Berikut tahapan dan proses dari metode MDPJ 2017.

1. Umur dari rencana jalan

Umur untuk rencana ruas Jalan Simpang Pasar Bonjol — Batas 50 Kota (Suliki) Kabupaten Pasaman adalah 20 tahun.

2. Data dari lalu lintas harian

Data untuk lalu lintas harian ruas jalan Simpang Pasar Bonjol — Batas 50 Kota (Suliki)

3. Faktor untuk pertumbuhan lalu lintas

Faktor dari pertumbuhan lalu lintas diperoleh dengan melihat nilai pertumbuhan lalu lintas yang digunakan untuk kolektor rural pulau Sumatera yang hasilnya ditunjukkan dengan nilai $i = 3,5\%$, dapat dilihat dari table yang biasanya dituliskan dalam persen per tahun (%/tahun). Dengan menggunakan rumus dari persamaan 2.2.

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$
$$R = \frac{(1 + 0.01 \times 0.035)^{20} - 1}{0.01 \times 0.035}$$
$$R = 20,06$$

dari persamaan diatas tersebut diperoleh faktor pertumbuhan lalu lintas umur rencana 20 tahun sebesar 20,06.

4. Untuk faktor dari distribusi lajur (DL)

Nilai dari distribusi lajur untuk ruas Jalan Simpang Pasar Bonjol — Batas 50 Kota (Suliki) Kabupaten Pasaman Bernilai 1 didapatkan dari Tabel 2.5 adalah 100% dikarenakan dari jumlah 1 lajur per arah.

5. Untuk suatu faktor dari distribusi arah (DD)

Nilai distribusi dari arah untuk ruas Jalan Simpang Pasar Bonjol — Batas 50 Kota (Suliki) Kabupaten Pasaman yang menggunakan jalan 1 jalur, 2 lajur dan 2 arah faktor dari distribusi arah (DD) pada umumnya dapat diambil nilai sebesar 0,50 (diambil nilai antara 030 — 0,70 menurut MDPJ 2017).

6. *VDF (Vehicle Damage Factor)*

Dalam suatu perancangan dari desain perkerasan jenis kendaraan harus mempunyai suatu besaran atau disebut angka ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*) didapat dari suatu perhitungan yang diakumulasikan angka ekuivalen dari sumbu depan dan sumbu belakang dari jenis dan tipe kendaraannya. *Vehicle Damage Factor* dari setiap golongan kendaraan yang didasarkan oleh MDPJ 2017, bisa dilihat pada tabel 4.1.

7. Beban dari sumbu standar yang kumulatif

Beban untuk sumbu standar yang kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL)* adalah merupakan suatu penjumlahan dari kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama untuk desain umur rencana. Adapun hasil dari perhitungan untuk sejumlah jenis kendaraan dalam periode 20 tahun bisa dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Prediksi Jumlah Kendaraan Berdasarkan Umur Rencana

Jenis kendaraan	LHR 2023 (2 arah)	LHR 2025	LHR 2043	VDF 4 Faktual	VDF 4 Normal	ESA4 (23-24)	ESA4 (25-43)	VDF 5 Faktual	VDF 5 Normal	ESA5 (23-24)	ESA5 (25-43)
Mobil penumpang dan kendaraan ringan lain	4056	4345	8071	-	-	-	-	-	-	-	-
5B	117	126	233	1	1	36798,4386	682626,9547	1	1	36798,4386	682626,9547
6A	93	100	186	4,5	3,4	131422,995	1852760,885	7,4	4,6	216117,814	2506676,491
6B	141	152	281	10,1	5,4	448356,8487	4445571,421	18,4	7,4	816808,5165	6092079,354
7A	135	145	269	10,5	4,3	444647,7998	3388818,019	20	5,6	846948,19	4413344,397
						1061226,082	10369777,28			1916672,959	13694727,2
						11431003,36				15611400,16	
					ESA4	11,431		ESA5		15,611	

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Maka dari perhitungan Tabel 4.1 di atas didapat nilai:

a. Cesa4 = 11431003,36 Esal = $11,431 \times 10^6$

b. Cesa5 = 15611400,16 Esal = $15,611 \times 10^6$

8. Perhitungan untuk tebal dari lapis perkerasan

Perhitungan dari suatu tebal lapis perkerasan lentur akan bisa dihitung berdasarkan nilai *CESAL* untuk penggunaan dari umur rencana kemudian didapatkan nilai dari masing-masing lapis pada tebal struktur perkerasan dengan menggunakan Bagan Desain 3 pada metode MDPJ 2017. Penyelesaian menggunakan perkerasan ini dipilih dengan mempertimbangkan unsur dari pada biaya yang terendah selama umur rencana dan keterbatasan. Adapun pemilihan untuk jenis perkerasan dilihat pada nilai *ESA* 20 tahun (juta). Sehingga didapatkan nilai *ESA* 20 tahun sebesar 7.291.090,46. *ESAL* adalah struktur *AC-WC* modifikasi *AC* tebal ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (*ESA* pangkat 5) didapat dengan bagan desain 3B dan *ESA* pangkat 5 didapat nilai sebesar 1,2, ini juga dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut adalah cara mendapatkan suatu rincian pemilihan dari suatu tebal perkerasan dan perencanaan pada tabel 4.2 berikut .

Tabel 4.2 Pemilihan Untuk Jenis Perkerasan yang Akan Digunakan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan rigid untuk lalu lintas yang berat (diatas tanah dengan CBR $\geq 2,5\%$)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku untuk lalu lintas yang rendah (daerah pedesaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC -WC dimodifikasi atau SMA dimodifikasikan dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC.BC Untuk dengan CTB. (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapisan dari fondasi berbutir (E.SA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat,jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber : Hasil Analisis 2023

9. Segmen Tanah Dasar

Untuk menentukan dari segmen tanah dasar dapat melihat pada table dibawah ini

Tabel 4.3 Segmen Tanah Dasar

Musim	Factor penyesuaian minimum nilai CBR berdasarkan pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0,9
Masa transisi	0,8
Musim kemarau	0,7

Sumber: MDPJ (2017)

$$CBR\ Desain = Factor\ Penyesuaian \times CBR$$

$$CBR\ Desain = 0,9 \times 6,36$$

$$CBR\ Desain = 6\%$$

10. Pondasi Perkerasan

Dengan kita dapatkan CBR desain = 6% maka kita dapat menentukan pondasi perkerasan yang dapat kita lihat pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.4 Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (jutaESA5)			Stabilitas Semen
			<2	0 2- Apr	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥6	SG6	Perbaikan tanah dasar	Tidak diperlukan perbaikan			
5	SG5	dapat	-	-	100	300
4	SG4	berupa	100	150	200	
3	SG3	stabilisasi	150	200	300	
2,5	SG2.5	semen atau material	175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5 %)		timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	400	500	600	Berlaku ketentuan yang samadengan Pondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan	SG1	Lapis	1000	1100	1200	

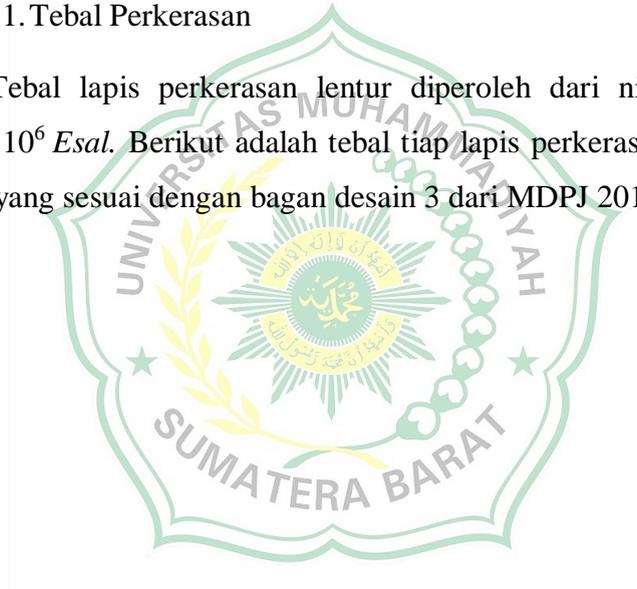
Tabel 4.5 Lanjutan

diatas tanah lunak	penopang				
	atau lapis penopang dan geogrid	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum - ketentuan lain berlaku)	Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500	

Sumber: MDPJ (2017)

11. Tebal Perkerasan

Tebal lapis perkerasan lentur diperoleh dari nilai *CESA5* sebesar $15,611 \times 10^6$ *Esal*. Berikut adalah tebal tiap lapis perkerasan yang tertera pada tabel 4.5 yang sesuai dengan bagan desain 3 dari MDPJ 2017.



Tabel 4.6 Desain Tebal Perkerasan Lentur yang Digunakan

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 (10^6ESA_5)	< 2	$\geq 2 - 4$	$> 4 - 7$	$> 7 - 10$	$> 10 - 20$	$> 20 - 30$	$> 30 - 50$	$> 50 - 100$	$> 100 - 200$
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: Hasil Analisis, 2022



Gambar 4.1 Klasifikasi tebal Perkerasan

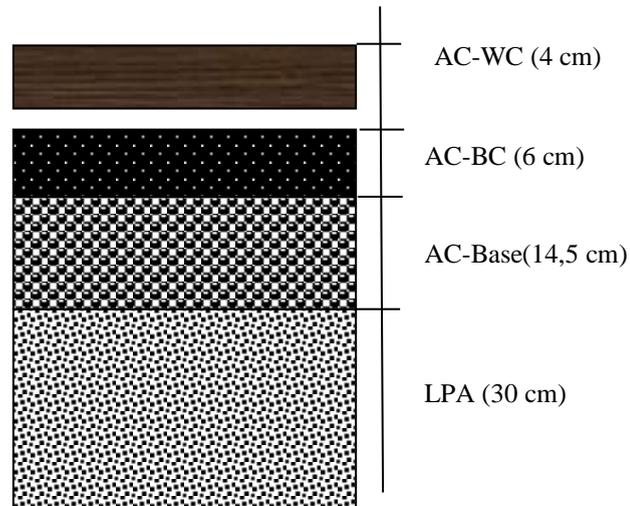
Sumber : MDPJ 2017

Dari tabel diatas didapat tebal perkerasan yang didesain menurut MDPJ 2017 sebagai berikut:

- 1) AC-WC (*Asphaltic Concrete Wearing Course*) = 40 mm
- 2) AC-BC (*Asphaltic Concrete Binder Course*) = 60 mm
- 3) AC Base (*Asphaltic Concrete Baser Course*) = 145 mm

4) LPA (Lapis Fondasi Atas) Kelas A

= 300 mm



Gambar 4.2 Tebal Lapis Perkerasan Metode Bina Marga 2017

Sumber: Hasil Analisis, 2021

4.2 METODE ANALISA KOMPONEN

4.2.1 DATA UMUM

1. Nama Ruas Jalan : Simpang Pasar
Bonjol-Batas Kab. Lima Puluh Kota
2. Umur Rencana (UR) : 20 tahun
3. Data lalu lintas tahun : 2020
4. Jalan dibuka untuk umum pada tahun : 2023
5. Perkembangan lalu-lintas (i) selama pelaksanaan : 1 % /tahun
6. Perkembangan lalu-lintas (i) akhir umur rencana : 1 % /tahun
7. CBR (*California Bearing Ratio*) (%) : 6,36 (%)
8. Fungsi Jalan : Lokal, 2 lajur, 2 arah
9. Data Curah Hujan : 1205 mm/th

4.2.2 PERHITUNGAN

1 Data volume lalu lintas

Berdasarkan hasil survey yang dilakukan selama 3 hari dengan waktu dilaksanakan survey dari jam 06.00 – 22.00, maka didapatkan dilihat dari table dibawah ini

Tabel 4.7 Data Volume Lalu Lintas

JENIS KENDARAAN	BEBAN SUMBU	LHR
Kendaraan Ringan	(1+1) ton	= 4057 Kendaraan
Bus (8 ton)	(3+5) ton	= 93 Kendaraan
Truk 2 as (13 ton)	(5+8) ton	= 135 Kendaraan
TOTAL LHR survey		= 4285 kend/2 lajur

4 Data CBR (*California Bearing Ratio*)

Tabel 4.8 Data CBR Tanah Dasar

Data CBR Tanah Dasar		
No	STA	CBR %
1	1+000	6,85
2	1+100	6,80
3	1+200	7,00
4	1+250	7,05
5	1+300	6,55
6	1+400	6,75
7	1+500	6,35
8	1+600	6,40
9	1+700	6,60
10	1+800	6,20
11	1+900	7,00
12	2+000	6,75

Sumber :Hasil Survey (2023)

Tabel 4.9 Penentuan CBR Desain

CBR %	Jumlah nilai yang sama	Persen yang sama	Hasil
	Atau lebih besar	Atau lebih besar (%)	
6,20	12	12/12 x 100 %	100

6,35	11	11/12 x 100 %	92
6,40	10	10/12 x 100 %	83
6,55	9	9/12 x 100 %	75
6,60	8	8/12 x 100 %	67
6,75	7	7/12 x 100 %	58
6,75	-	-	-
6,80	5	5/12 x 100 %	42
6,85	4	4/12 x 100 %	33
7,00	3	3/12 x 100 %	25
7,00	-		-
7,05	1	1/12 x 100%	8

4.2.3 Perhitungan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

1. LHR Awal Umur Rencana (LHR₂₀₂₅)

a. Kendaraan Ringan

$$LHR = 4057 \text{ Kendaraan}$$

$$i = 3,5\%$$

$$n = 2 \text{ Tahun}$$

$$LHR_s = LHR_s \times (1+i)^n$$

$$= 4057 \times (1+0,035)^2$$

$$= 4346$$

Selanjutnya dilanjutkan pada table dibawah ini

Tabel 4.10 LHR awal rencana

JENIS KENDARAAN	BEBAN SUMBU	LHR _{awal}	
Kendaraan Ringan	(1+1) ton	4346	Kendaraan
Bus (8 ton)	(3+5) ton	100	Kendaraan
Truk 2 as (13 ton)	(5+8) ton	145	Kendaraan

Sumber : Hasil Perhitungan(2023)

2. LHR Akhir Umur Rencana (LHR₂₀₄₃)

a. Kendaraan Ringan

$$LHR_{akhir} = LHR_{awal} \times x(1+i)^n$$

$$LHR = 4057$$

$$i = 35 \% = 0,035$$

$$n = 20$$

$$LHR_s = LHR_s \times (1+i)^n$$

$$= 4057 \times (1+0,035)^{20}$$

$$= 8071$$

Tabel 4.11 LHR Akhir Rencana

JENIS KENDARAAN	BEBAN SUMBU	LHR akhir	
Kendaraan Ringan	(1+1) ton	=	8071 Kendaraan
Bus (8 ton)	(3+5) ton	=	186 Kendaraan
Truk 2 as (13 ton)	(5+8) ton	=	269 Kendaraan

Sumber : Hasil Perhitungan(2021)

1. Menghitung angka ekivalen (E)

Tabel 4.12 Angka Ekivalen

JENIS KENDARAAN	BEBAN SUMBU	ANGKA EKIVALEN (E)	
Kendaraan Ringan	(1+1) ton	0,0002 + 0,0002	= = 0,0004
Bus (8 ton)	(3+5) ton	0,0183 + 0,1410	= = 0,1593
Truk 2 as (13 ton)	(5+8) ton	0,1410 + 0,9238	= = 1,0648

Sumber : Hasil Perhitungan(2021)

2. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Konfigurasi = 2 lajur, 2Arah

Koef. Dist. (c) Kendaraan Ringan = 0,5

Koef. Dist. (c) Kendaraan Berat = 0,5

3. Menghitung Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = C \times LHR_{awal} \times E$$

Tabel 4.13 Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

JENIS KENDARAAN	C		LHR awal		E		LEP
Kendaraan Ringan	0,5	x	4346	x	0,0004	=	0,8692
Bus (8 ton)	0,5	x	100	x	0,1593	=	7,965
Truk 2 as (13 ton)	0,5	x	145	x	1,0648	=	77,198
					LEP	=	86,0322

Sumber : Hasil Perhitungan(2021)

4. Menghitung Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = C \times LHR_{akhir} \times E$$

Tabel 4.14 Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

JENIS KENDARAAN	C		LHR akhir		E		LEA
Kendaraan Ringan	0,5	x	8071	x	0,0004	=	1,6142
Bus (8 ton)	0,5	x	186	x	0,1593	=	14,8149
Truk 2 as (13 ton)	0,5	x	269	x	1,0648	=	143,2156
					LEA	=	159,6447

Sumber : Hasil Perhitungan(2021)

5. Menghitung Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{(LEP + LEA)}{2}$$

$$LET = \frac{(159,6447 + 86,0322)}{2}$$

$$LET = 122,84$$

6. Menghitung Lintas Ekivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times \frac{UR}{10}$$

$$LER = 122,84 \times \frac{20}{10}$$

$$LER = 245,68$$

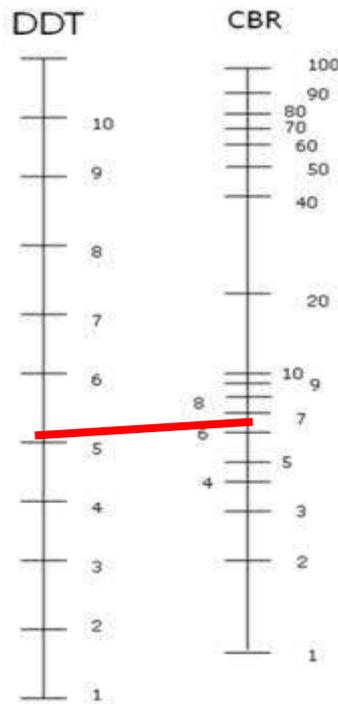
7. Menghitung ITP (Indeks Tebal Perkerasan)

a. Mencari Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

$$DDT = 4.30 * LOG (CBR) + 1.7$$

$$CBR = 6,35 (\%)$$

$$DDT = 5,15 \%$$



Gambar 4.3 Grafik Daya dukung tanah
 Sumber : Hasil Survey (2023)

b. Mencari Faktor Regional (FR)

- Kelandaian = 6-10%
- % Kendaraan berat = 89
- Iklim/Curah Hujan = >900 mm/tahun
- FR = 1,0

c. Mencari Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana, IP0

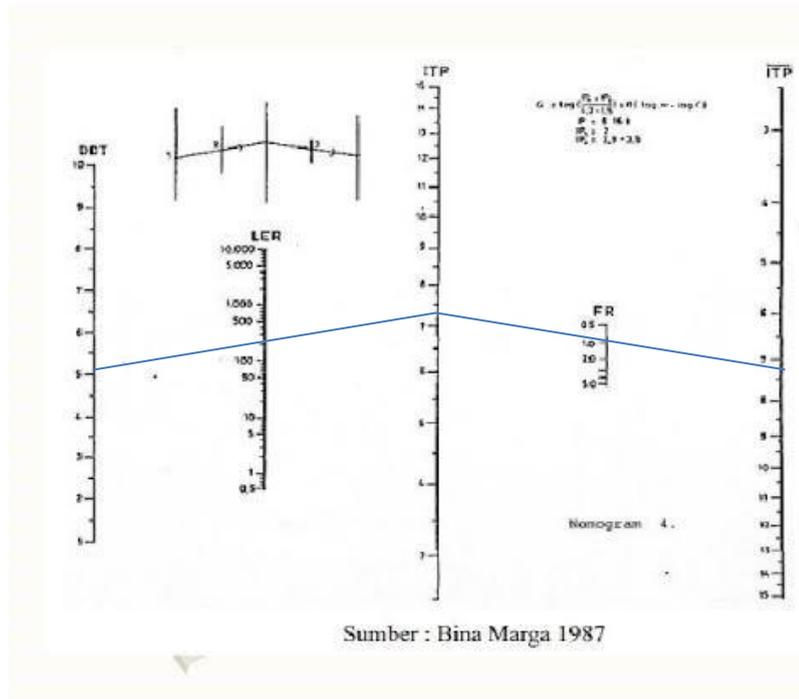
Lapis Permukaan dipakai Lasbutag dengan Roughness 2000
 jadi IP0 = 3,9 - 3,5

d. Mencari Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana, IP

- LER = 245,68
- Klasifikasi jalan = Lokal
- IP = 2 — 2,5

e. Mencari Indeks Tebal Perkerasan, ITP

- IP0 = 3,9 - 3,5
- IP = 2,0
- Nomogram = 4
- ITP = 7,3



Gambar 4.4 nomogram 4
 Sumber : bina marga 1987

8. Menghitung Tebal Perkerasan

Tabel 4.15 Tebal Perkerasan

MATERIAL	Kekuatan Bahan	Koef. Kekuatan Relatif (a)	Tebal (D)
Lasbutag	MS = 744 (kg)	a ₁ = 0,35	D ₁ = ? cm
Batu Pecah Kelas A	CBR = 100%	a ₂ = 0,14	D ₂ (minimal) = 20 cm
Sirtu Kelas B	CBR = 50 %	a ₃ = 0,12	D ₃ (minimal) = 10 cm

Sumber : Hasil Perhitungan(2021)

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

diambil,

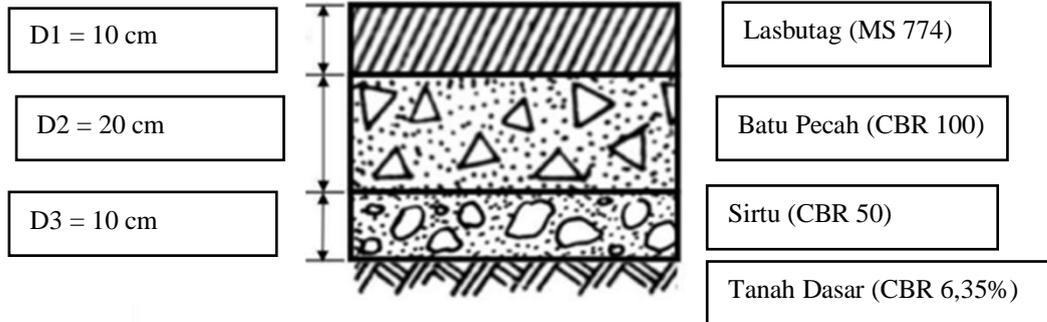
$$D_2 = 20,0 \text{ cm}$$

$$D_3 = 10,0 \text{ cm}$$

$$D1 = \frac{ITP - (a2 \times D2) - (a3 \times D3)}{a1}$$

$$= 9,4 \text{ cm}$$

$$D1 \gg 10 \text{ cm}$$



Gambar 4.5 Tebal Lapisan Perkerasan Lentur
 Sumber : Hasil Survey (2023)

Tabel 4.16 Perbandingan Tebal Perkerasan

Perkerasan	Tebal Perkerasan		
	Fondasi Permukaan	Fondasi Atas	Fondasi Bawah
MDPJ 2017	4 cm	20,5 cm	30 cm
Analisa komponen	10 cm	20 cm	10 cm

Sumber: Hasil Analisis, 2023

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil uraian Tugas Akhir ini yang membahas tentang perbandingan perhitungan ulang perkerasan lentur antara Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dengan Metode Analisa Komponen pada ruas jalan Padang Lawas- Musus yang berlokasi di perbatasan antara Sumatera Barat dan Sumatera Utara dapat disimpulkan :

Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Analisa Komponen Bina Marga 1987

1. Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987
 - a. Untuk menentukan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Analisa Komponen Bina Marga dimana data yang diperlukan untuk menghitung ITP yaitu CBR, LHR, faktor Regional dll.
 - b. Hasil Lapisan Perkerasan Metode MDPJ 2017 untuk perkerasan jalan baru didapatkan :
 - AC-WC 19 mm
 - AC-BC 20 mm
 - Untuk AC Base 48 mm
 - Untuk Lapisan pondasi bawah sebesar 150 mm

2. Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

Untuk tebal perkerasan lentur menggunakan Metode Analisa Komponen a. ukuran tebal perkerasan yang diperoleh ialah :

- Lastbug 20,5 cm
- Batu Pecah (CBR) 20 cm
- Sirtu (CBR 50) 10 cm

5.2 Saran

- a. Dalam perbandingan ini metode Analisa Komponen Bina Marga lebih cocok digunakan di Indonesia khususnya daerah Sumatera karena parameter-parameter dalam persyaratan telah direncanakan untuk daerah-daerah tropis.
- b. Agar dapat mencapai umur rencana yang diharapkan, seharusnya dilakukan pemeliharaan rutin, untuk meminimalkan terjadinya kerusakan pada konstruksi.
- c. Dalam melakukan pemilihan lapisan perkerasan yang akan digunakan hendaknya lebih memperhatikan mutu, pelaksanaan pekerjaan, waktu dan biaya.



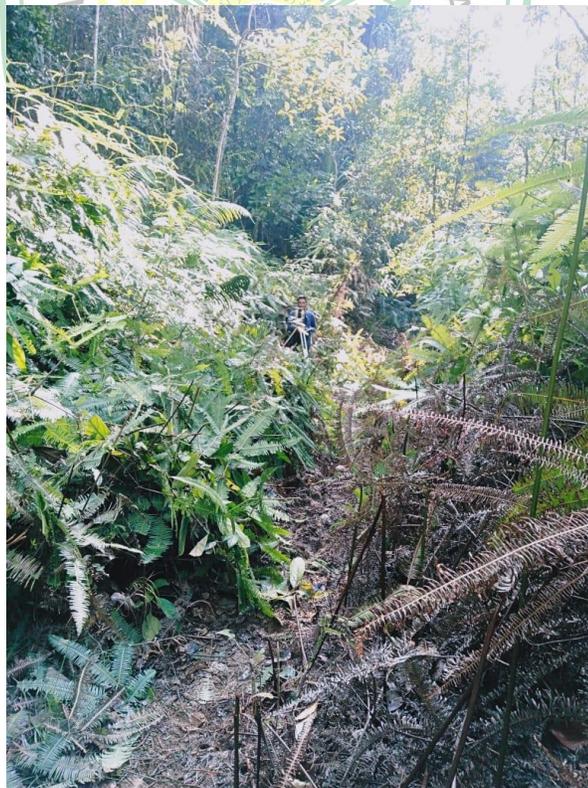
DAFTAR PUSTAKA

- C. C. Mantiri, T. K. Sendow, and M. R. . Manoppo, “*Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993,*” J. Sipil Statik, vol. 7, no. 10, pp. 1303–1316, 2019.
- Departemen Pekerjaan Umum (1987), *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, SKBI – 2.3.26.1987, UDC : 625.73 (02), Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga “*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya (Bina Marga)*”, 1987.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). *Manual Perkerasan Jalan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta:
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Kementerian Pekerjaan Umum. (2012). *Manual Desain Perkerasan Lentur*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Pitria Lestari, Putri “*Analisa Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987*”, Universitas Pancasakti Tegal, 2020
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: NOVA.
- Sukirman, Silvia “*Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*”, Nova, 1991
- Wulandari, Reni “*Tinjauan Perencanaan Perkerasan Jalan Tapalan-Padang Kubang Kabupaten Pasaman Barat*”, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, 2010

LAMPIRAN



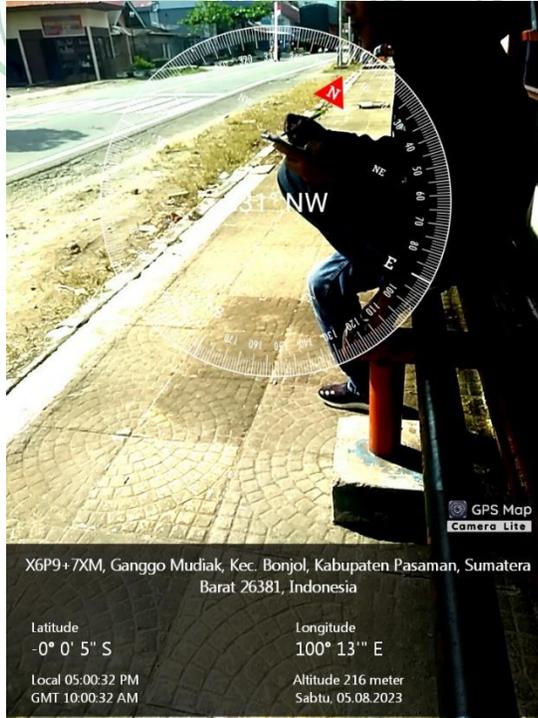
Survey Lapangan



Survey Lokasi Penelitian



Survey Lokasi Penelitian



Survey LHR

**FORMULIR HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU LINTAS
SELAMA 16 JAM (FORMULIR LAPANGAN)**

NO. PROPINSI :

NAMA PROPINSI : ARAH LALU LINTAS

KLAS / NOMOR POS : TOTAL DUA ARAH

LOKASI POS / KM : -

TANGGAL : JALAN LUAR KOTA

HARI BULAN TAHUN NAMA JLN :

HARI KERJA : JML : ARAH

GOLONGAN	1	2	3	4	5 a	5 b	6 a	6 b	7 a	7 b	7 c	8
JAM	SEPEDA MOTOR SEKUTER SEPEDA KUMBANG DAN RODA 3	SEDAN, JEEP DAN STATION WAGON	OPLET, PICK UP, OPLET, SUBURBAN, KOMBI DAN MINIBUS	PICK UP, MICRO TRUCK DAN MOBIL HANTARA	BUS KECIL	BUS BESAR	TRUK/TRUK TANGKI 2 SUNBU 3/4 "	TRUK/TRUK TANGKI 2 SUNBU	TRUK/TRUK TANGKI 3 SUNBU	TRUK/TRUK TANGKI GANDENG	TRUK SEMI TRAILER DAN TRUK TRAILER	KENDARAAN TIDAK BERMOTOR DAN GEROBAG
06 - 07	40	55	4	3	-	2	4	-	-	-	-	6
07 - 08	96	84	4	23	24	5	18	5	6	-	-	4
08 - 09	120	86	6	17	23	7	14	8	4	-	-	6
09 - 10	124	77	18	31	24	10	10	4	6	-	-	8
10 - 11	96	82	18	35	24	16	5	8	4	-	-	4
11 - 12	112	93	40	37	26	6	4	8	12	-	-	-
12 - 13	104	82	40	30	26	7	2	2	2	-	-	-
13 - 14	104	98	24	30	21	10	6	4	8	-	-	-
14 - 15	88	86	24	27	19	11	-	-	10	-	-	-
15 - 16	105	86	40	20	22	7	6	4	6	-	-	-
16 - 17	94	91	63	26	26	5	4	8	12	-	-	-
17 - 18	95	100	52	14	17	6	4	12	10	-	-	-
18 - 19	107	83	54	19	16	6	8	14	8	-	-	-
19 - 20	108	81	30	14	17	4	2	16	12	-	-	-
20 - 21	115	63	38	20	26	8	4	20	20	-	-	-
21 - 22	56	63	22	23	26	8	2	28	16	-	-	-
JUMLAH	1.564	1.310	477	369	337	118	93	141	136	-	-	28

Formulir Rekap Pengambilan Data LHR



Dokumentasi pengambilan data CBR



Dokumentasi pengambilan data CBR



Rangkuman hasil pemeriksaan DCP

RANGKUMANHASILPEMERIKSAA NDCP

PEKERJAAN : Percn.Pemb.Jalan Simpang Pasar Bonjol - Batas
50 Kota (suliki)KecamatanBonjol
STA : 1 +000 s/d 2+000

TITIK PEMERIKSAAN DCP	LOKASI			CBR(%)	KETERANGAN	
	STASIONING		SISI			
1	1	+	000	Kanan	6,85	
2	1	+	100	Kiri	6,80	
3	1	+	200	Kanan	7,00	
4	1	+	250	Kanan	7,05	
5	1	+	300	Kiri	6,55	
6	1	+	400	Kanan	6,75	
7	1	+	500	Kiri	6,35	
8	1	+	600	Kanan	6,40	
9	1	+	700	Kiri	6,60	
10	1	+	800	Kanan	6,20	
11	1	+	900	Kiri	7,00	
12	2	+	000	Kanan	6,75	
					80,30	
					Nilai CBR %	6,69